



قطاع المناهج والتوجيه
الإدارة العامة للوسائل والتقنيات



الجمهورية اليمنية
وزارة التربية والتعليم

دليل

المختبرات المدرسية

فريق الإعداد

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| أ. هیکل عبدالجبار عبده حمید | أ. مصطفى عبدالله إبراهيم هویدی |
| أ. خليل عبده محمد سعيد | أ. قائد أحمد ناصر القديمي |
| أ. ذو الفقار عبدالرحمن إسماعیل | أ. محمد عبدالغفار عبدالوهاب |
| أ. نبيلة حامد محمد | أ. عبدالحكيم عبدالمجيد المشولي |
| أ. مصطفى أحمد الأسعد | أ. عصام حزام سعدان |
| أ. علي محمد هاشم | أ. عبدالله ناصر أحمد العرامي |
| أ. عبدالحكيم درهم محمد | أ. بثينة محفوظ عبده الشيخ |
| أ. عبدالولي صالح مجمل | أ. نبیل عبدربه الجهمي |

شارك في الإعداد

أ. تخلص حسن جامع أ. شرف عثمان الخامري أ. بسيمة حسين أحمد

مستشار الصندوق / أ. ناهد علي مرشد التويتي

رئيس الفريق
أ. علي حسين الاحيمي

منسق الفريق
أ. هیکل عبد الجبار عبده

متابعة وإشراف عام

د . عبدالرزاق يحيى الأشول	وزير التربية والتعليم
د . عبدالله عبده سعيد الحامدي	نائب وزير التربية والتعليم
أ . علي حسين صالح الحيمي	وكيل قطاع المناهج والتوجيه
أ . محمد عبدالغفار الدبعي	مدير عام الوسائل والتقنيات

مراجعة علمية

أ . د . عبدالكريم ناشر	د . منصور محمد حسن
د . عبدالله الشامي	أ . عبدالله علي إسماعيل
أ . جميل أسعد محمد	أ . أحمد إسماعيل الإبي
أ . سالم أحمد مغلس	أ . الهام مثنى الدهبلي

مراجعة لغوية

أ . مصطفى باشا ناجي أ . رشاد عبدالرزاق الشدوفي

الصف الإلكتروني

عبدالله أحمد قاسم مقبل الرداوي	ضياء الحق مهيبوب المخلافي
عندنان عبدالرحمن الصلوي	محمد حمود شرف الدين
نزيهة فراس الضلعي	

الإخراج الفني

التصميم والأخراج	عبدالله أحمد قاسم الرداوي
ساعد في التصميم	خالد أحمد يحيى العلفي
ساعد في معالجة الصور	بسام أحمد العامر

أشرف على التصميم

أ . مصطفى عبدالله هويدي

أُعد هذا الدليل بدعم من الصندوق الاجتماعي للتنمية

تقديم

إنسجاماً مع متطلبات المناهج الدراسية المعتمدة على البحث والاستكشاف ، ولما يشهده الميدان التربوي والتعليمي في عصرنا الحاضر من إهتمام متزايد على استخدام التقنيات التربوية في مجالات التعليم باعتبارها جزءاً رئيساً للمنهج المدرسي .

فلم يعد المعلم هو محور العملية التعليمية ، ولم يعد الكتاب هو الوسيلة الوحيدة للمعرفة ، وبدأت برامج التعليم تتعد عن أسلوب التلقين في نقل المعرفة وتنتج نحو التجريب والتطبيق والبحث والاستكشاف ليكون دور المعلم هو التوجيه والإرشاد وميسراً للطالب أساليب استخدام التقنيات الحديثة لتعزيز العملية التربوية والتعليمية .

والختبرات المدرسية تقف على قمة الهرم العملي لما تحتويه الكتب الدراسية من تجارب وقوانين علمية يتم ترجمتها إلى واقع ملموس ، وتبسط للدارس فهم تلك النظريات والقوانين .

ولذلك وتنفيذاً للاستراتيجية الوطنية للتعليم الأساسي وتوجهات الحكومة نحو إتباع الأساليب التطبيقية في التعليم والاستفادة من التطورات التكنولوجية ، تسعى الوزارة نحو تفعيل هذه الجوانب بوتيرة عالية وخطط مدروسة للوصول إلى ما نصبوا إليه .

وقد بدأت الوزارة بإصدار القرار رقم (٨١) لعام ٢٠٠٤م بتشكيل لجنة لإعداد الدليل المرجعي الشامل للمختبرات المدرسية ، ليكون معيناً لأمناء المختبرات المدرسية ومدرسي العلوم نحو الاستخدام الأمثل لهذه المختبرات العلمية .

وبشكل متوازي ستقوم الوزارة خلال عام ٢٠٠٦م بتوفير ما يزيد على ألف مختبر مدرسي متكامل (كيمياء ، فيزياء ، أحياء) ، بالإضافة إلى تدريب جميع أمناء المختبرات المدرسية . . وهذه الخطوة تعتبرها فقرة نوعية وهائلة وغير مسبقة بالمقارنة للإمكانات المالية المحدودة التي تمتلكها الوزارة .

وأني في نهاية هذه المقدمة أرجو أن يستفيد الإخوة الموجهون والمعلمون وأمناء المختبرات والباحثون من ما تضمنته أبواب وفصول هذا الدليل ، والذي قام بإعداده عدد من خيرة الموجهين والمدرسين في الوزارة ولديهم خبرات تراكمية طويلة في مجال المختبرات المدرسية .

كما يسر الوزارة أن تعرب عن جزيل الشكر والتقدير لقطاع المناهج والتوجيه والإدارة العامة للوسائل والتقنيات لاهتمامها ومتابعتها الحثيثة في إخراج هذا الدليل إلى النور . . والشكر كذلك لفريق الإعداد ومن ساهم وأنجح هذا المشروع وعلى رأسهم الأساتذة / جليلة شجاع الدين رئيس وحدة التعليم بالصندوق الاجتماعي للتنمية ، والأساتذة / نجلاء الشامي ضابط المشروع بالصندوق الاجتماعي للتنمية ، الذي قام بتمويل تكاليف إعداد الدليل ، ليستفيد منه المتخصصون والمهتمون في مؤسساتنا التعليمية .

والله الموفق ، ، ،

د / عبدالرزاق يحيى الأشول

وزير التربية والتعليم

المقدمة

لا يلتقي الجانب العملي في تدريس العلوم بفروعها المختلفة بمدارسنا اهتماماً كافياً ولا حتى أدنى اهتمام يذكر من قبل مدرسي المواد العلمية رغم الأهمية البالغة لأقتران الجانب العملي بالجانب النظري في تدريس المواد العلمية . وقد يرجع ذلك إلى النقص الشديد في توفير المختبرات العلمية للمدارس مع ضالة خبرة المدرسين وبالذات أمناء المختبرات في جانب التعامل مع المختبرات والأجهزة والأدوات العلمية المكونة لها ، وعدم إلمامهم الجيد بالتجارب العلمية وطرق إجرائها ، إضافة إلى ذلك قلة خبرتهم في إدارة المختبر إدارياً لاسيما وأن الكليات والمعاهد المختصة بإعداد المعلمين لا يوجد بها أقسام خاصة لإعداد أمناء المختبرات .

وحرصاً من وزارة التربية والتعليم ممثلة بقطاع المناهج والتوجيه والإدارة العامة للوسائل والتقنيات التربوية على معالجة هذا النقص ، والمتمثل بكيفية إدارة المختبر المدرسي إدارياً وفتحاً وجعل هذا المختبرات محوراً أساسياً في دعم وتعزيز العملية التعليمية كونه المكان الأكثر أهمية للتطبيقات العملية التعليمية والأقدر على تحويل المعلومات النظرية السردية إلى معلومات واستنتاجات تجريبية مهارية من خلال ترجمتها بالملاحظة والمحاولة وانتهاء بالتطبيق والاستنتاج ، وذلك من أجل تكوين جيل متعلم يقدر العلم أولاً ويؤمن بالتجربة العملية ثانياً .

وسعيّاً إلى كسر وإزالة حاجز الرهبة والتردد لدى أمناء المختبرات المدرسية ومعلمي العلوم من استخدام وتوظيف تلك المختبرات وتفعيل العمل فيها لتقوم بدورها في تعزيز العملية التعليمية جاء هذا الدليل لإطلاعهم عن كثب على الكيفية والطريقة المنهجية في تسيير المختبر المدرسي إدارياً وفتحاً وإطلاعهم كذلك على الأجهزة والأدوات والمواد العلمية المختلفة المكونة له . وقد كانت مبادرة ودعم معالي أ. د / عبدالسلام محمد الجوفي وزير التربية والتعليم ، وتكليف الأستاذ / جميل علي الخالدي وكيل الوزارة لقطاع المناهج والتوجيه ، بإصدار القرار الوزاري المتعلق بتشكيل فريق إعداد الدليل خطوة عملية في هذا الجانب ، تلته مبادرة كريمة من قبل مسؤولي وحدة التعليم في الصندوق الإجتماعي للتنمية تمثلت في تمويل تكاليف فريق الإعداد ، مما دفع الفريق للبدء في إعداد هذا الدليل الذي نأمل أن يجد فيه أبناءنا وأخواننا وآباءنا معلمي المواد العلمية وأمناء المختبرات خير معين وخير مساعد على تفعيل دور المختبر المدرسي في عملية التعليم ويعزز من أهميته ومكانته كمرفق تعليمي حيوي وهام بالمدرسة .

ويحتوي هذا الدليل على ستة عشر فصلاً موزعة على أربعة أبواب مختلفة أشتملت على أهم المعارف والمهارات اللازمة لفني المختبر كي يقوم بعمله بصورة فاعلة ويحقق الأغراض المنشودة من المختبر وأهمها تحقيق أهداف تدريس فروع العلوم المختلفة بصورة وظيفية .

ففي الباب الأول من الدليل تناولنا المختبر المدرسي بشكل عام ويشتمل الباب على أربعة فصول تعرضنا في الفصلين الأول والثاني للمختبر المدرسي وأهميته في تدريس العلوم وكيفية إدارة المختبر بالشكل الذي يخدم العملية التعليمية التعليمية في تدريس مناهج العلوم (كيمياء ، فيزياء ، أحياء) وتحقيق الأهداف المنشودة منها والتي لا يمكن تحقيقها

إلا بالدراسة العملية وتنفيذ التجارب والأنشطة المصاحبة للمنهج كما تناول الفصل الثالث موجهاً وإرشادات خاصة بالأمن والسلامة العامة في المختبرات المدرسية نظراً لخصوصية العمل المخبري وسلامة العاملين فيه ، حيث أفرد له فصلاً كاملاً استعرضنا فيه إرشادات الأمن والسلامة العامة ومتطلباتها ، وكيفية الوقاية من المخاطر كالحرائق والحوادث الأخرى التي قد تقع في المختبرات المدرسية وكيفية التعامل معها وطرق كلاً منها أو معالجتها .

وانتهى هذا الباب بالفصل الرابع والذي خصص لإرشادات عامة حول إجراء الصيانة الأولية لأجهزة المختبر كما استعرضنا فيه بشكل موجز أنواع الصيانة والأعطال التي قد تحدث في الأجهزة المخبرية ، وإجراءات عمل الصيانة الأولية التي يستطيع فني المختبر القيام بها لإعادة تشغيل الأجهزة واستخدامها في المختبر .

أما الباب الثاني فقد تناولنا فيه مختبر الفيزياء ، ويقع هذا الباب في أربعة فصول ، تناولنا في الفصل الأول منه أهم التجهيزات المخبرية (الأجهزة والأدوات والمواد) اللازمة أو المستخدمة في مختبر الفيزياء ، والطرق المتبعة في تصنيفها وتخزينها للحفاظ عليها وعلى سلامة تشغيلها لأطول فترة ممكنة .

وتناولنا في الفصل الثاني إرشادات الأمن والسلامة في مختبر الفيزياء بشكل خاص والواجب إتباعها عند التعامل مع الأدوات والأجهزة الكهربائية لتجنب المخاطر التي قد تحدث لها أو للعاملين عليها أما الفصل الثالث فقد استعرضنا فيه بعض الأجهزة المخبرية الهامة من حيث التعريف بالجهاز واستخدامه وتركيبه واحتياطات الأمن والسلامة في التعامل معه والأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها ، وكيفية الحفاظ على الجهاز وصيانتها وتطبيقاً عملياً لهذا الجهاز .

أما الفصل الرابع من هذا الباب فقد استعرضنا فيه أهم المعارف والمهارات الأساسية الضرورية لفني مختبر الفيزياء لإجراء بعض التجارب الفيزيائية مثل معرفة القيمة الأومية من خلال قراءة الشفرة اللونية للمقاومات ، إيجاد الميل الهندسي للعلاقات والرسوم البيانية ، تعيين البعد البؤري للعدسات والمرآيا ، وتحقيق بعض النظريات العلمية عملياً . . . إلخ . إضافة إلى الإرشادات الخاصة بعمل التجارب الفيزيائية والطرق والأجهزة المستخدمة في القياس وكيفية التعامل مع تجارب (الضوء ، الكهرباء ، المغناطيسية ، خواص الأجسام ، . . . إلخ) من خلال إجراء تطبيقات عملية . علاوة على كيفية كتابة التقارير عن تنفيذ التجارب المعملية وسير العمل في المختبر بشكل عام .

كما تم تخصيص الباب الثالث لمختبر الكيمياء ويحتوي هذا الباب على أربعة فصول ، أفرد الفصل الأول منه للتجهيزات المخبرية (أجهزة وأدوات ومواد كيميائية) اللازمة والمستخدمه في مختبر الكيمياء وكيفية تصنيفها وحفظها وتخزينها . أما الفصل الثاني فقد تناولنا فيه إرشادات الأمن والسلامة في مختبر الكيمياء والاحتياطات الواجب إتباعها عند التعامل مع المواد الكيميائية والأجهزة والأدوات الزجاجية المختلفة .

أما الفصل الثالث فقد استعرضنا فيه بعض الأجهزة الهامة المستخدمة في مختبر الكيمياء من حيث التركيب والاستخدام وكيفية التعامل معها والحفاظ عليها عند الاستخدام والخزن وصيانتها عند الضرورة .

وفي الفصل الرابع من هذا الباب استعرضنا فيه أهم المعارف والمهارات الأساسية الضرورية لفني مختبر الكيمياء مثل كيفية التعرف على المواد الكيميائية ، كيفية الكشف على الشقوق (الحمضية والقاعدية) طرق تحضير محاليل

الكواشف ، والمحاليل العيارية والمولارية ، ومحاليل التنظيف ومزيلات البقع ، وكيفية تصريف الفضلات الكيميائية وأخيراً تشكيل الزجاج (قطع وثني وقفل) وتركيب الأجهزة الزجاجية ، لما لها من استخدامات عدة في العمل المخبري وتم تخصيص الباب الرابع والأخير لمختبر الأحياء ويحتوي أيضاً على أربعة فصول ، استعرضنا في الفصل الأول منه تجهيزات مختبر الأحياء مدعمة بالصور ، فضلاً عن كيفية تصنيفها وحفظها .

وتناولنا في الفصل الثاني إرشادات الأمن والسلامة في مختبر الأحياء . أما الفصل الثالث فقد تناولنا فيه بعض الأجهزة الهامة المستخدمة في مختبر الأحياء من حيث تركيبها واستخدامها وكيفية المحافظة عليها وصيانتها بالإضافة إلى بعض التجارب المخبرية المنفذة بها .

وأخيراً تناولنا في الفصل الرابع من هذا الباب أهم المعارف والمهارات الضرورية التي ينبغي على فني مختبر الأحياء أن يتقنها نظراً لأهميتها للعمل في مختبر الأحياء ومنها : (الصبغ وكيفية تحضير الصبغات ، وكيفية تحضير المحاليل المستخدمة في تجارب الأحياء ، وزراعة البكتيريا ، التقنية المجهرية ، وتحضير الشرائح المجهرية المؤقتة والدائمة ، والتشريح ، والتحنيط الرطب والجاف فضلاً عن كيفية تنظيف الأدوات وتعقيمها ... الخ) .

وقد أوردنا في نهاية هذا الدليل بعض الملاحق التي تزود معلم مادة العلوم وأمين المختبر بكثير من المعلومات والمرجعيات والجداول والثوابت العلمية الضرورية واللازمة للعمل في المختبر المدرسي بشكل عام .

ويسعدنا ونحن نقدم هذا الدليل ليكون مرشداً وهداياً لإخواننا معلمي العلوم (فيزياء ، كيمياء ، أحياء ...) وأمناء المختبرات في كيفية إدارة المختبر المدرسي إدارياً وفنياً وعلمياً ، وعوناً لهم في إدراك وفهم ما شابه بعض اللبس أو الغموض ، وتثبيتاً لمعارفهم النظرية ، ودعماً لمهاراتهم التعليمية والعملية وخاصةً ومناهجنا الدراسية الحالية تركز على تنفيذ الأنشطة والتجارب المختلفة للوصول إلى المعلومة أو الحقيقة العلمية .

ولانسى أن تقدم بالشكر الجزيل لكل من دعم وشجع أو ساهم وشارك بشكل مباشر أو غير مباشر في إيجاد هذا الدليل وإعداده وطباعته ونشره وتوزيعه على جميع مدارسنا .

كما يسعدنا أن نستقبل أية ملاحظات أو إرشادات من الإخوة المهتمين بالعملية التعليمية في بلادنا حول ما جاء في هذا الدليل ، مؤكدين لهم جميعاً أننا سنأخذ هذه الإرشادات أو الملاحظات بعين الاعتبار عند تنقيح وتحديث هذا الدليل وتطويره مستقبلاً ، سائلين المولى عز وجل أن يجعله عملاً نافعاً مقبلاً .

وعلى الله قصد السبيل ؛ ؛ ؛

فريق الإعداد

المحتويات

٤	تقديم
٥	مقدمة
٨	المحتويات

الباب الأول

المختبرات المدرسية ومتطلبات العمل المخبري

الفصل الأول

المختبر المدرسي وتدرّس العلوم

١٥	تقديم
١٥	أهداف تدرّس العلوم
١٦	بيئة تعلّم العلوم
١٦	العروض العملية في تدرّس العلوم
١٨	استخدام التجريب في تدرّس العلوم
١٨	بعض أنواع التجريب

الفصل الثاني

إدارة المختبر

٢٢	مهام وواجبات أمين المختبر
٢٢	أولاً : المهام والواجبات الفنية
٢٥	ثانياً : المهام والواجبات الإدارية

الفصل الثالث

السلامة العامة في المختبر

٣١	أولاً : مستلزمات الأمن والسلامة
٣٤	ثانياً : محاليل الأمن والسلامة
٣٦	ثالثاً : قواعد السلامة وتعليمات وقائية
٣٨	رابعاً : الوقاية من الحرائق ومكافحتها
٤١	خامساً : الإسعافات الأولية لحوادث المختبرات

الفصل الرابع

أساسيات الصيانة في المختبر

٤٧	تقديم
٤٨	أولاً : الصيانة الدورية (الوقائية)
٤٨	ثانياً : الصيانة الطارئة (العلاجية)
٤٩	المبادئ العامة لتنفيذ عملية الصيانة
٥٠	الخطوات والإجراءات العامة لتنفيذ عملية الصيانة
٥٠	أولاً : في حالة صيانة الأجهزة والأدوات الكهربائية والإلكترونية
٥٢	ثانياً : في حالة صيانة الأجهزة والأدوات غير الكهربائية
٥٣	بعض الأجهزة والأدوات المخبرية وكيفية إصلاحها

الباب الثاني

مختبر الفيزياء

الفصل الأول

تجهيزات مختبر الفيزياء

٥٧	أولاً : مختبر الفيزياء
----	------------------------------

٥٩	..... ثانياً : الأجهزة والأدوات والعناصر الخاصة بمختبر الفيزياء
٨٥	..... ثالثاً : تصنيف وترتيب وفهرسة الأجهزة والأدوات في مختبر الفيزياء
الفصل الثاني	
إرشادات الأمن والسلامة في مختبر الفيزياء	
٨٨	..... أولاً : السلامة في تخزين وحفظ الأجهزة والأدوات الفيزيائية
٨٩	..... ثانياً : السلامة في التعامل مع الكهرباء
٩٠	..... ثالثاً : السلامة في التعامل مع الإشعاعات
٩٢	..... رابعاً : السلامة في التعامل مع الزئبق ومركباته

الفصل الثالث

أجهزة مختارة من مختبر الفيزياء

٩٤	..... المقدمة ذات الورنية
٩٥	..... الميكرومتر
٩٧	..... الاسفيرومتر
٩٨	..... مصدر القدرة
١٠٠	..... الأفومتر
١٠٣	..... ملف رومكورف
١٠٥	..... مولد فان دي جراف
١٠٧	..... الاسيلوسكوب (كاشف الذبذبات)
١١١	..... المطياف الضوئي
١١٥	..... الخلية الكهروضوئية
١١٩	..... حوض الأمواج المائية
١٢١	..... جهاز القصور الذاتي
١٢٢	..... جهاز قياس التمدد الطولي
١٢٤	..... البارومتر المعدني
١٢٦	..... جهاز الهيدرومتر
١٢٩	..... أجهزة قياس درجة الحرارة
١٣٢	..... جهاز الهيجرومتر (الرطب والجاف)
١٣٥	..... ترمومتر النهاية العظمى والصغرى
١٣٧	..... جهاز الترموسكوب (الكشاف الحراري)
١٣٨	..... كشاف جيجر

الفصل الرابع

معارف ومهارات وتجارب في مختبر الفيزياء

١٤٤	..... تقديم
١٤٥	..... إرشادات عامة في عمل التجارب الفيزيائية
١٤٩	..... أولاً : التجارب الضوئية
١٤٩	..... تحقيق قانوني الانعكاس في الضوء
١٥٠	..... تعيين البعد البؤري لمرآة مقعرة
١٥١	..... حالات الصور المتكونة بواسطة المرآة المقعرة والمحدبة
١٥٣	..... تحقيق القانون العام للمرايا
١٥٤	..... حالات الصور المتكونة بواسطة العدسة المحدبة والمقعرة
١٥٧	..... تحقيق القانون العام للعدسات

١٥٧	..... تعيين معامل انكسار الضوء في الزجاج باستخدام منشور ثلاثي
١٦٠	..... ثانياً : التجارب الكهربائية
١٦١	..... قراءة المقاومة اللونية الثابتة
١٦٣	..... دوائر التيار المتردد (فرق الطور في حالة مقاومة أومية وملف حثي)
١٦٥	..... التيار الكهربائي المتناوب والمكثفات
١٦٧	..... دراسة العلاقة بين تيار القاعدة وتيار المجمع في الترانزستور
١٦٩	..... تحقيق قانون أوم
١٧١	..... تطبيقات على قانون أوم
١٧٢	..... قنطرة هويتستون
١٧٣	..... القنطرة المترية
١٧٤	..... ثالثاً : التجارب المغناطيسية
١٧٤	..... تخطيط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي
١٧٦	..... ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي (التيار التأثيري)
١٧٧	..... قاعدة لنز
١٧٨	..... رابعاً : التجارب الميكانيكية (خواص الأجسام وقياسها)
١٧٨	..... التمدد الشاذ للماء
١٨٠	..... قاعدة أرشميدس
١٨١	..... العوامل التي تتوقف عليها قوة دفع السائل للأجسام المغمورة
١٨٢	..... قانون الطفو
١٨٤	..... الأعمدة الهوائية (تعيين سرعة الصوت في الهواء)
١٨٦	..... العلاقة بين تردد الوتر وطوله
١٨٨	..... البندول البسيط (تعيين عجلة الجاذبية الأرضية)
١٩٠	..... تحقيق قانون هوك
١٩٢	..... تحقيق قانون بويل
١٩٤	..... تحقيق قانون نيوتن الثاني

الباب الثالث

مختبر الكيمياء

الفصل الأول

تجهيزات مختبر الكيمياء

١٩٩	..... التجهيزات المخبرية
١٩٩	..... أولاً : الأجهزة والأدوات
١٩٩	..... الأجهزة والأدوات غير الزجاجية
٢٠٣	..... الأجهزة والأدوات الزجاجية
٢٠٧	..... ثانياً : المواد الكيميائية
٢١٢	..... التصنيف والخزن
٢١٦	..... احتياطات السلامة في حفظ المواد الكيميائية

الفصل الثاني

إرشادات السلامة في مختبر الكيمياء

٢٢٢	..... الاحتياطات اللازمة لتجنب الحوادث في مختبر الكيمياء
٢٢٣	..... السلامة في التعامل مع المواد الكيميائية واستخدام الأدوات
٢٢٣	..... أولاً : التعامل مع المواد الكيميائية الصلبة
٢٢٦	..... ثانياً : التعامل مع المحاليل والسوائل الكيميائية
٢٣١	..... ثالثاً : التعامل مع الغازات
٢٣٥	..... السلامة في التخلص من الفضلات الكيميائية

الفصل الثالث

أجهزة مختارة من مختبرات الكيمياء

٢٣٨	..... جهاز تقطير الماء الزجاجي
٢٣٩	..... جهاز تقطير الماء المعدني
٢٤١	..... جهاز توليد الغازات (كب)
٢٤٣	..... جهاز تحليل الماء (هوفمان)
٢٤٤	..... موقد بنزن
٢٤٥	..... جهاز قياس P^H
٢٤٦	..... الميزان الحساس

الفصل الرابع

مهارات أساسية للعمل في مختبر الكيمياء

٢٤٩	..... كيفية التعرف على المواد الكيميائية
٢٥٣	..... الكشف عن الشقوق الحامضية والقاعدية
٢٥٣	..... أولاً : طريقة الكشف عن الشق الحمضي في الأملاح البسيطة
٢٥٧	..... ثانياً : الكشف عن الشق القاعدي في الأملاح البسيطة
٢٦٩	..... المحاليل
٢٧١	..... طرق تحضير محاليل الكواشف الشائعة الاستعمال
٢٧٥	..... تحضير محاليل التنظيف
٢٧٦	..... كيفية تصريف الفضلات الكيميائية
٢٧٨	..... قطع وتشكيل الزجاج

الباب الرابع

مختبر الأحياء

الفصل الأول

تجهيز المختبر

٢٨٥	..... أولاً : التجهيزات المخبرية
٢٨٥	..... الأجهزة والأدوات

٢٨٩	المجسمات والنماذج
٢٩٦	الشرائح المجهرية
٣٠١	المواد البيوكيميائية
٣٠٢	ثانياً : تصنيف وحفظ التجهيزات المخبرية

الفصل الثاني

إرشادات الأمن والسلامة في مختبر الأحياء

٣٠٥	إرشادات وتعليمات عامة للسلامة
٣٠٥	السلامة في التعامل مع الأدوات
٣٠٥	السلامة في التعامل مع مزارع البكتيريا

الفصل الثالث

أجهزة وتجارب مختارة من مختبرات الأحياء

٣٠٧	المجهر المركب
٣١٠	المجهر التشريحي
٣١١	الميكروتوم
٣١٢	جهاز الطرد المركزي
٣١٤	قدر الضغط (الموصدة)
٣١٦	الحاضنة
٣١٨	تجارب مختارة

الفصل الرابع

معارف ومهارات أساسية للعمل في مختبر الأحياء

٣٢٣	أولاً : الصبغ وطرق تحضير الصبغات
٣٢٨	ثانياً : محاليل مستخدمة في تجارب الأحياء
٣٣٣	ثالثاً : زراعة البكتيريا
٣٣٧	رابعاً : التقنية المجهرية
٣٣٩	خامساً : تحضير الشرائح المجهرية المؤقتة والدائمة
٣٥٢	سادساً : التشريح
٣٥٩	سابعاً : التحنيط (تحضير العينات وحفظها)
٣٦٩	ثامناً : تنظيف الأدوات وتعقيمها

الملاحق والمراجع

٣٧١	الملاحق
٤٣٢	المراجع

الباب الأول

المختبرات المدرسية ومتطلبات العمل المخبري

- ❖ الفصل الأول : المختبر المدرسي وتدرّيس العلوم .
- ❖ الفصل الثاني : إدارة المختبر ————— .
- ❖ الفصل الثالث : السلامة العامة في المختبرات .
- ❖ الفصل الرابع : أساسيات الصيانة في المختبر.

الفصل الأول

المختبر المدرسي

وتدريس العلوم

- ❖ أهداف تدريس العلوم .
- ❖ بيئة تعلّم العلوم .
- ❖ العروض العملية في تدريس العلوم .
- ❖ استخدام التجريب في تدريس العلوم .
- ❖ بعض أنواع التجريب .

تقديم

مع إعلان الجمهورية اليمنية في ٢٢ مايو ١٩٩٠م . ظهر وضع جديد يختلف كثيراً عن الوضع السابق ، إذ إن دولة واحدة بمساحة وحدود وسكان ، ونظام سياسي اقتصادي ثقافي موحد حلت محل دولتين ونظامين مختلفين في العديد من الجوانب ، ومنها الجانب التربوي والتعليمي ، ولذلك كان لابد من وجود منهج جديد ينبثق من هذا الواقع ، ويجسد مقوماته ويلبي أهدافه وطموحاته ، ويواكب ما شهده العالم من تطورات إقليمية وعالمية في مختلف المجالات العلمية والتكنولوجية والسياسية والاقتصادية والتربوية .

ومع ولوج القرن الواحد والعشرين ، وما يتطلبه من قدرات وإمكانات تشكل تحدياً حضارياً للدول النامية للتعايش في ظله ، وكذا ظهور قضايا ومشكلات جديدة مثل قضايا البيئة والسكان والصحة والديمقراطية ... إلخ . كل ذلك شكل مطلباً أساسياً لإعادة النظر في المناهج الحالية للخروج بمنهج وطني ومُعاصر وفاعل بفلسفته وأسس وأهدافه ومفاهيمه وعملياته المختلفة ، واعتمدت منهجية للتطوير تقوم على تداخل المفاهيم العلمية وتكاملها والنمو الحلزوني لها وفق حلقات متنامية ومتدرجة وبما يحقق الأهداف العامة لتدريس العلوم ، كما روعي من خلال تطوير محتوى المنهاج التحول بعيداً عن المحتوى المشبع بالمفاهيم النظرية والمجردة ، وذلك بالتركيز على توفير فرص التعليم بالتجربة والتطبيقات العملية ، وعلى دور المتعلم في إيجاد المعلومة واستخدامها ، وبالاعتماد على الأساليب الحديثة في تعليم وتعلم العلوم والتي يشكل المختبر وتجهيزاته ولوازمه مدخلات أساسية في تدريس العلوم العامة بمختلف فروعها .

وعليه فقد حرصت وزارة التربية والتعليم وفي حدود إمكانياتها على شمولية الأبنية المدرسية لغرف المختبر مع رفدها بالأثاث والتجهيزات اللازمة لتدريس العلوم .

أهداف تدريس العلوم في التعليم العام

يهدف تعليم العلوم في مراحل التعليم العام إلى :

- ١ . تعميق الإيمان بعظمة الخالق سبحانه وتعالى من خلال دراسة المتعلم لمجالات العلوم المختلفة والتي تظهر وتبين آيات لا تحصى تنطق بقدرة الخالق وحكمته في بديع صنعه .
- ٢ . تزويد المتعلم بالحقائق والمفاهيم والتعميمات والمبادئ والنظريات والعمليات العلمية في مجالات: الحياة والبيئة، الأرض والفضاء، المادة والتغيرات الكيميائية، والعمليات الفيزيائية بصورة وظيفية متكاملة.
- ٣ . تهيئة المتعلم بشكل متدرج ومستمر لاكتساب المعرفة العلمية والإنجازات التكنولوجية والبحوث المعاصرة في المجالات المختلفة للعلوم والتكنولوجيا .
- ٤ . إكساب المتعلم مهارات التفكير العلمي الناقد والموضوعي ، الفكرية منها والعملية ، من خلال تدريبه على ممارسات أساليب حل المشكلات وتفسير الظواهر ذات الصلة بطبيعة العلوم والتكنولوجيا .
- ٥ . تنمية مهارات المتعلم العملية والمهنية واستثمارها في مواقف جديدة ترتبط بحياته اليومية .
- ٦ . تعميق وعي المتعلم بطرق التعامل الرشيد والأمن مع الأجهزة والأدوات العلمية والتكنولوجية المستخدمة في مجالات الحياة المختلفة وكيفية الاستفادة منها وتطويرها .

٧. تشجيع المتعلم على تطبيق المبادئ والقوانين الأساسية في مختلف مجالات العلوم .
٨. تنمية الاتجاهات والقيم الإيجابية لدى المتعلم نحو البيئة ومواردها وتذوق جمالها للعمل على حمايتها وحسن إدارتها .
٩. تعميق وعي المتعلم بأهمية القضايا والمشكلات التي تمس حياته ومجتمعه في مجالات البيئة، السكان ، الصحة ، المياه ، الطاقة ...
١٠. تعزيز قيم حب المعرفة والاطلاع والعمل الذاتي والتعاوني لدى المتعلم من خلال الأنشطة الجماعية والفردية .
١١. تنمية المواقف الإيجابية للمتعلم تجاه البحث العلمي وأفاقه المستقبلية .
١٢. تبصير المتعلم بإمكانية التخصص والعمل في حقول العلوم مستقبلاً وفقاً لقدراته وطموحاته.
١٣. تشجيع المتعلم على استخدام التقنيات العلمية والتكنولوجية وحسن إدارتها للاستفادة منها.
١٤. توعية المتعلم بجهود الدولة في تشجيع العلوم وتطويرها واستثمار نتائجها في خدمة الفرد والمجتمع لتحقيق التنمية الشاملة .
١٥. تنمية مواقف المتعلم الإيجابية تجاه المعلم ، وتقدير إسهامات العلماء العرب والمسلمين وغيرهم في تقدم العلوم ونهضة الشعوب .

بيئة تعلم العلوم :

تتميز العلوم عن غيرها من المواد الدراسية الأخرى في أنها تتطلب تنفيذ العديد من التجارب والنشاطات التي يدخل فيها استخدام المواد والأجهزة المخبرية والتعامل مع الكائنات الحية النباتية والحيوانية، ويكمن في ذلك بعض المخاطر ، مما يتوجب على المعلم تنظيم بيئة التعلم بما يكفل حرية الحركة وتنفيذ النشاطات العملية من قبل التلاميذ بأمان ودون وقوع أي حوادث .

ومع أن المختبر هو المكان الطبيعي لتعليم العلوم ، من خلال طرق تدريس تقوم على العروض العملية والتجريب العملي، إلا أن تعليم العلوم قد يتم في حجرة الصف ، وفي المدرسة ، وفي البيئة المحلية المحيطة وفي البيت .

وانطلاقاً من أهداف الدليل الخاصة بتطوير مهارات المعلمين وأمناء المختبرات المدرسية وفي إطار ما يكتسبه المختبر وتجهيزاته من أهمية في تعليم العلوم سنتناول بالتفصيل أهم الطرق الشائعة في تدريس العلوم بمدارسنا القائمة على العروض العملية والتجريب العملي من خلال استخدام وتوظيف المختبر وتجهيزاته وأدواته المتوافرة والمتاحة.

العروض العملية في تدريس العلوم :

العروض العملية أكثر أساليب " تدريس العلوم " استعمالاً . والعنصر الأساسي في العرض العملي هو عرض مشاهدات عملية تتعلق بموضوع الدرس ، ثم مناقشة ما يحدث في هذه المشاهدة. ويقوم المعلم غالباً بعملية العرض ، وقد يساعده شخص أو أكثر من تلاميذ الصف أو أمين المختبر. لكن التعامل مع المواد مقصور على المعلم وأمين المختبر ، ودور التلاميذ يقتصر على المشاهدة والاستماع والمشاركة في الحوار اللفظي الذي يدور حول المشاهدة .

الحالات التي تستخدم فيها العروض العملية :

١. هناك حالات أو مواقف تعليمية تستدعي استخدام العرض العملي ، منها :
 ١. يستخدم العرض العملي عندما يرافق إجراء النشاط العملي بعض الخطورة التي تهدد سلامة التلاميذ، فيما لو قاموا بإجرائها بأنفسهم. وتتضمن هذه الحالات: المواقف التي يلزم فيها التعامل

- مع التيار الكهربائي، أو المواد السامة، أو الأحماض المركزة والقلويات والمواد القابلة للاشتعال.
٢. العرض العملي ضروري عندما يريد المعلم أن يبين كيفية استعمال الأدوات والأجهزة بطريقة مناسبة، مثل: السحاحة والماصة والمجهر (الميكروسكوب).
٣. لا بد من العرض العملي عندما لا تتوفر أدوات أو أجهزة أو مواد كافية، أو عندما تكون الأدوات حساسة، يمكن أن تتعرض للتلف إذا لم يتم التعامل معها بحذر شديد، مثل: الكشاف الكهربائي ذي الورقتين الذهبيتين، وجهاز الأشعة السينية، وأجهزة القياس مثل الأميتر والفولتميتر.
٤. العرض العملي ضروري عندما يود المعلم أن يقود تفكير تلاميذه وانتباههم بشكل مباشر إلى نتائج تعلم محددة، مثل: محاولة اكتشاف علاقة معينة من خلال إجراءات تنفيذ نشاط عملي استقصائي، أو توضيح التسلسل في خطوات تجربة عملية معينة، فقد يكون ضبط مناخ التعلم بالعرض العملي أسهل مما قد يحصل في التجربة التي يقوم التلاميذ بإجرائها أو بمجرد العرض اللفظي النظري.
٥. يفيد العرض العملي عندما تكون الحاجة إلى الإسراع في تغطية محتوى المادة التعليمية ضمن وقت محدد، أو يلزم توفير وقت المعلم وجهده في عرض إجراءات النشاط المخبري، واختصار الوقت اللازم لإعطاء التعليمات وتوزيع المواد على التلاميذ، وقيامهم بتركيب الأجهزة وتنفيذ التجربة ثم جمع الأدوات. ويمكن أن يقوم العرض العملي بتحقيق الفهم المطلوب دون استغراق الوقت والجهد المشار إليهما.
٦. يفيد العرض العملي في جذب انتباه التلاميذ ومشاركتهم خصوصاً عندما يستهل المعلم درسه بعرض عملي مثير، وهما أمران أساسيان لحصول التعلم، فقد يوفر العرض العملي أحداثاً مثيرة لاهتمام الطلبة وانتباههم، بحيث يشرك جميع الطلبة في مشاهدات حسية، ومناقشات لفظية، تكون مفيدة وذات معنى يتصل مباشرة بموضوع العرض.
٧. عندما يلزم قيام التلميذ بعرض عملي يمثل نشاطاً قام هو بتطويره؛ للمساعدة في فهم فكرة معينة أو التعبير عنها. ويلزم تدريب التلاميذ على القيام بالعرض من أجل تطوير مهارات الاتصال لديهم، وبناء ثقتهم بأنفسهم عند الوقوف أمام الآخرين والحديث إليهم.

شروط نجاح العرض العملي :

هناك أمور يجب على المعلم مراعاتها لضمان نجاح العرض العملي في تحقيق الهدف منه. وبعض هذه الأمور يلزم مراعاتها قبل العرض، وبعضها في أثناء العرض، وبعضها بعده. فقبل العرض لا بد أولاً من الإشارة إلى ما ينبغي على التلاميذ أن ينتبهوا إليه، حتى يصبح الغرض من العرض واضحاً. وهذا لا يعني أن يعطي التلاميذ تفاصيل ما سيحدث في العرض أو نتائجه النهائية؛ لأن ذلك سيقضي على الانتباه إلى العرض، ويقتل الاهتمام وروح الانتظار عند الطلبة. وعلى المعلم أيضاً أن يتأكد من توافر جميع المواد والأدوات اللازمة للعرض قبل بدئه، وأن يقوم بتجريب العرض وحده قبل تنفيذه أمام التلاميذ، فالخبرة السابقة المتكررة بإجراء العرض ليست ضماناً كافياً لنجاحه هذه المرة. ولما كان الغرض من العرض هو توفير فرصة للتلاميذ للمشاهدة، فلا بد من أن يكون مكان العرض واضحاً، وواقعاً بكامله في مجال رؤية جميع التلاميذ، وأن يخلو مكان العرض من أية مواد أو معدات لا علاقة لها بالعرض؛ حتى لا تتصرف أنظار التلاميذ وانتباههم عن موضوع العرض.

أما في أثناء العرض فيجب على المعلم التأكد من أن التلاميذ يتابعون ويتفاعلون مع خطوات العرض. وقد يلزم إعادة العرض إذا طلب التلاميذ ذلك أو رأى المعلم ضرورة تركيز انتباه التلاميذ على خطوة معينة. أما إذا فشل العرض رغم الاحتياطات التي حاول المعلم تأمينها لنجاحه، فقد يكون ذلك الفشل سبباً في نجاح تعلم أفضل من العرض نفسه، فقد يشير المعلم بهذه المناسبة إلى

ما يحدث عادة ، ويقترح على التلاميذ أن يحاولوا تحديد سبب عدم نجاح العرض ، بحيث يتحول العرض إلى موقف عملي حقيقي مفيد من مواقف حل المشكلات ، يمارس فيه التلاميذ مع المعلم عمليات الملاحظة الدقيقة والاستدلال والتنبؤ وتحليل النظام وتحديد علاقات السبب والنتيجة . ومن المفيد أن ينتهي العرض بإجراء حوار ومناقشة حول طبيعة المشاهدات وتفسيرها ونتائجها ، إضافة إلى تدريب التلاميذ على الدقة والنظافة والتنظيم في تفكيك مواد العرض وتنظيفها وإعادة تنظيمها وتخزينها .

استخدام التجريب في تدريس العلوم :

يرتبط مفهوم العلم الحديث ارتباطاً مباشراً بمفهوم التجريب؛ فمادة العلم الأساسية هي الحقائق والمفاهيم والعلاقات التي تربط بينها والنظريات التي تفسرها، مما يمكن التوصل إليه بالملاحظة والتجربة، وما تقود إليه من مزيد من المشاهدات والتجارب. ويتوقع أن تعكس أساليب التدريس الخاصة بمادة تعليمية معينة طبيعة تلك المادة. ولذلك فإن التجريب هو الصق أساليب التدريس بمادة العلوم؛ بما يوفره من فرصة للتلاميذ للتعلم بالعمل اليدوي واختبار نتائج التعلم بالتجريب الحسي. والتجريب نشاط عملي تعليمي يقوم به التلاميذ بإشراف المعلم ، بالتعامل مع المواد واستعمال الأدوات والأجهزة وممارسة العمل العلمي ، بما فيه من استقصاء واكتشاف ؛ بهدف الحصول على المعرفة العملية ، وحل المشكلات، واكتساب المهارات . ويتطلب التجريب العملي من المعلم معرفة كافية وتدريباً خاصاً ، حتى يجعل التجريب نشاطاً فعالاً ذا معنى للتلميذ ، كما يتطلب التجريب العملي تجهيزات ومواد وأدوات ملائمة لتحقيق الغرض منه وإنجاحه .

ويتضمن التجريب مجموعة من العمليات العلمية التي تتطلب عملاً عقلياً وتفكيراً إبداعياً، مثل: تمييز المتغيرات ذات العلاقة بالموقف التجريبي وعزلها وضبطها ، وصياغة الفرضيات ، وتصميم الموقف التجريبي الملائم لاختيارها، وتنظيم البيانات بطريقة تسهل تحليلها وتفسيرها واكتشاف العلاقات بينها ، واعتمادها أساساً للاستنتاج والتنبؤ منها . كما يتطلب التجريب مهارات عملية تتعلق باستعمال المواد والأدوات ، وتركيب الأجهزة ، وقياس الصفات، ومراعاة متطلبات السلامة ، واحتياطات الأمان ... إلخ .

والغرض الأساسي من التجريب هو تكوين خبرات تعليمية مباشرة ، يجمع فيها التلاميذ بأنفسهم البيانات، ويحاولون استعمالها للتوصل إلى معرفة علمية جديدة ؛ مما يزيد في فهمهم واكتساب مهارات العمل اليدوي، وتطوير الاتجاهات الإيجابية نحو العلم والعمل العلمي . ولذلك فإن هناك أنواعاً من التجريب العلمي حسب النتائج التي يتم الحصول عليها ، وتحدد هذه النتائج بالغرض من التجريب والمجال الذي يتركز عليه جهد التلاميذ واهتمامهم أثناء التجريب . كما تتحدد بدرجة سهولة إجراء التجربة أو صعوبتها ، ومستوى الخبرة التي على التلاميذ أن يكونوا قد اكتسبوها لإنجاز التجربة ، وبدرجة الحرية التي تعطى للتلاميذ لتخطيط التجربة وتنفيذها . ولكل نوع من التجارب خصائصه التي تميزه عن غيره . وفيما يأتي وصف موجز لبعض أنواع التجريب .

بعض أنواع التجريب :

(١) تجارب التحقق :

وهي أكثر أنواع التجريب العلمي انتشاراً في التعلم المدرسي ، وفيه يعرض المعلم الأفكار الأساسية- المتضمنة للمفاهيم والعلاقات- عرضاً نظرياً من خلال المحاضرة أو المناقشة أو القراءة من مرجع معين ، ثم يأتي دور التجريب الذي يستهدف التحقق من صحة تلك الأفكار والعلاقات من خلال نشاطات عملية محددة ، وتمييز المعاني الكامنة وراء تلك العلاقات . ويعرف التلاميذ

في هذا النوع من التجريب النتائج التي يريدون الحصول عليها ، إضافة إلى الإجراءات التي عليهم القيام بها للوصول إلى تلك النتائج .

ومن الأمثلة على هذا النوع من التجريب استخدام المجهر لمشاهدة أنواع البكتيريا الموجودة في شرائح محضرة، تمثل الأنواع التي سبق أن تحدث عنها المعلم ورسمها على السبورة .
ويفيد هذا التجريب في تنظيم المعرفة التي يتعلمها التلميذ وتوجيهها .

(٢) تجارب الاستقراء :

وهي عكس النوع الأول من أنواع التجريب. ويهدف إلى إتاحة الفرصة للتلاميذ لتكوين المفاهيم والعلاقات والتوصل إليها بأنفسهم من خلال خبرتهم المباشرة، وذلك قبل مناقشة هذه المفاهيم والعلاقات في غرفة الصف. والغرض الأساسي لتجارب الاستقراء هو تقديم العلم باعتباره طريقة في البحث والتفكير، وإتاحة الفرصة للمشاركة في أعمال علمية، بطريقة تشبه ما يقوم به العلماء. ومن الأمثلة على هذا النوع من التجريب : تحديد العوامل المؤثرة على سرعة حركة البندول وفترته، ويجرب التلاميذ هنا تعليق أوزان مختلفة بخيوط مختلفة الأطوال وعلى ارتفاعات مختلفة، وملاحظة سرعة الحركة وزمن الفترة . وعندما يجرب التلاميذ جميع المتغيرات الممكنة (الطول، والوزن ، والارتفاع) لتحديد أي من هذه المتغيرات يزيد من سرعة حركة البندول، يتوصلون إلى فهم أعمق لعمل البندول مما لو أجريت هذه التجارب حسب إجراءات موصوفة بدقة ، مع إعطاء النتائج المتوقعة في كل خطوة.

(٣) تجارب موجهة نحو العمليات العلمية :

تسمى العمليات التي يستعملها العلماء في عملهم العملي بطرق العلم أو عمليات العلم ، وتتضمن : المشاهدة، والتصنيف ، والقياس ، واستخدام الأرقام ، والاتصال ، والتعريف الإجرائي ، وصياغة الفرضيات ، وضبط المتغيرات ...إلخ . ومثل هذه العمليات موجودة في جميع أنواع التجارب إلا أن بعض أنواع التجارب مخصصة لإكساب التلاميذ تدريباً على بعض العمليات ، باعتبار ذلك نتيجة مقصودة من التجريب العلمي .

فعندما يقدم المعلم إلى تلاميذه مجموعة من الأكياس تحتوي على عينات من الصخور، ويطلب منهم تصنيفها إلى فئات، واختيار معيار للتصنيف وتسمية الفئات، فإن الهدف من هذا التجريب هو إتقان مهارة (أو عملية) التصنيف ، وهي ليست مجرد تدريب آلي بل إنها تتطلب من التلاميذ دقة في الملاحظة ووضوحاً في المفاهيم.

(٤) تجارب موجهة نحو المهارات الفنية :

يتطلب العمل العلمي إتقان مهارات استعمال الأدوات والأجهزة في جمع البيانات وتنظيمها، مع مراعاة الدقة اللازمة في قراءة القياسات وتسجيلها ، ووضع الأجزاء المختلفة من الجهاز في أماكنها ، وتوجيهها بحيث تضمن الحصول على النتائج المتوقعة . وهناك في كل تجربة مهارات فنية تحتاج إلى تدريب خاص . فاستعمال المجهر - مثلاً - يحتاج إلى معرفة الخطوات والإجراءات التي تلزم لوضع المجهر في المكان المناسب، وتوجيه الإضاءة واستعمال ضوابط العدسات ... إلخ . وقراءة قياس حجوم السوائل في الأسطوانات المدرجة أو في السحاحة يتطلب مهارة فنية تتعلق بمستوى النظر إليها ووضع ورقة في الجهة الأخرى منها مقابل العين ، وهكذا . وبعض هذه المهارات الفنية يتطلب تنظيم عضلياً أو تناسقاً بين عمل العين واليد أو اتزاناً في حركة اليد . وما لم يتم إتقان هذه المهارات في وقت مبكر من خلال التدريب العملي عليها ، فإنه يخشى أن تتأصل في سلوك التلاميذ عادات غير جيدة تعوقهم عن إنجاز عمليات التجريب الأخرى.

(٥) تجارب الاكتشاف :

يمارس التلاميذ في هذا النوع من التجارب حرية كبيرة في التخطيط والتنفيذ لدراسة مشكلات معينة أو للإجابة عن أسئلة معينة دون أن يعطوا المعلومات النظرية اللازمة أو تحديد الإجراءات العملية لهم . ومع أنه يتوقع من التلاميذ أن يحصلوا على نتيجة - فلا يكون نشاطهم التجريبي عبثاً - فإن نتائج التعلم المحددة تترك للتلاميذ لتحديدها ولتحقيقها . وتعد تجارب الاكتشاف إحدى صور المنهج الاستقصائي ، مثلها في ذلك مثل حل المشكلات وعمليات الاستدلال، لكن الاستقصاء في تجارب الاكتشاف يتم من خلال قيام التلاميذ بالتجريب العملي لاكتشاف المعلومات عن طريق التعلم الاكتشافي الذي يعزز ثقة المتعلم بقدرته على اكتشاف المعلومات والعلاقات والأنماط والوصول إلى حلول للمشكلات ، ويبني التكامل بين البنية المعرفية لمادة التعلم والبنية المعرفية للمتعلم نفسه، وينقل دافعية التعلم من كونها خارجية إلى دافعية داخلية . ومع ما للاكتشاف من قيمة نظرية يؤكد لها التربويون وعلماء النفس، فإن نتائج البحوث لم تؤكد المزايا الإيجابية للاكتشاف بشكل قاطع . وبعض علماء النفس . ومنهم ديفيد أوزوبل . يشكك في جدوى التعلم بالاكتشاف، وفي قيمته من الناحية العملية، نظراً للوقت الطويل الذي يستغرقه، وحاجة المتعلم إلى تقديم المادة العلمية بطريقة ذات بنية منظمة متتابعة تجعل لهذه المادة معنى بالنسبة للمتعلم .

متطلبات التجريب العملي :

مهما يكن نوع التجريب فإنه يتطلب إعداد التلاميذ إعداداً خاصاً ، يمكنهم من الاستفادة من التجريب العملي . فلا بد - مثلاً - أن يعرفوا سبب مشاركتهم في نشاط تجريبي معين . وتعد المناقشة التحضيرية للتجربة قبل البدء بها وإعطاء التعليمات الواضحة ، وإجراء المناقشة التالية للتجربة أموراً بالغة الأهمية في نجاح التجريب العملي . ويتطلب التجريب العملي توافر المواد والتجهيزات المخبرية اللازمة لإجراء التجارب ، وتنظيم طرق فعالة لتخزين هذه التجهيزات وصيانتها ، وهو ما سيتم تناوله بالتفصيل في إطار موضوعات الدليل فيما بعد .

الفصل الثاني

إدارة المختبر

❖ مهام وواجبات أمين المختبر :

- المهام والواجبات الفنية .
- المهام والواجبات الإدارية .

يعد المختبر المدرسي مرفقاً ضرورياً ومهماً من مرافق المدرسة التي لا غنى عنها لخدمة مواد العلوم. والعمل به يحتاج إلى إدارة جيدة ليصبح مثالياً ، ويخدم العملية التربوية بشكل فعال يحقق الأهداف التي وجد من أجلها . ولكي يتم ذلك ينبغي على أمين (فني) المختبر أن يكون على علم وإحاطة تامة بكل مهامه وواجباته الإدارية والفنية، كما ينبغي أن يدير أعمال المختبر أمين مختبر متخصص ومتفرغ للعمل الفني والإداري . ويشترط أن يكون من الفئات التالية :

- ١- من حملة المؤهلات الفنية التخصصية (شعبة مختبرات مدرسية) .
 - ٢- من خريجي الكليات العلمية (مؤهل جامعي) ، مع خبرة عملية في مجال المختبرات المدرسية أو اجتاز برنامجاً تدريبياً خاصاً بالمختبرات بنجاح .
 - ٣- من حملة المؤهلات المتوسطة العلمية (تربية علوم أو زراعي أو صناعي أو ثانوية علمي)، مع اجتياز برنامج تدريبي خاص بالمختبرات المدرسية .
- وانطلاقاً من الوضع الراهن لواقع العمل الحالي في المختبرات المدرسية ، والذي يفتقر إلى أمناء مختبرات متخصصين في مجالات العمل الفني والإداري، فقد تم إعداد هذا الدليل، وتخصيص هذا الفصل منه للمهام والواجبات الفنية والإدارية للعاملين في المختبرات المدرسية بشكل عام ، مع التركيز على جميع المعارف والمهارات اللازمة للعمل في المختبر بالتفصيل في بقية فصول هذا الدليل .

مهام وواجبات أمين المختبر:

إن المهمة الأساسية لأمين المختبر هي توفير الظروف والإمكانات المناسبة لاستخدام المختبر من قبل جميع مدرسي العلوم بما يحقق الأهداف التعليمية لمناهج مواد العلوم المختلفة . وتشتمل مهام وواجبات أمين المختبر على:

- مهام وواجبات فنية .
- مهام وواجبات إدارية .

أولاً : المهام والواجبات الفنية :

إن المهام والأعمال الفنية التي ينبغي على أمين المختبر إتقانها وتنفيذها عملياً لإنجاح العمل المخبري تشمل ما يلي :

- ١- تصنيف وتنظيم وترتيب التجهيزات المخبرية بطريقة علمية وحسب الأسس المنهجية المعتمدة، وبالشكل الصحيح في أماكنها المناسبة في الدواليب والأرفف ، وبما يضمن سلامتها وسلامة المتعاملين معها ، والوصول إليها عند الحاجة بسهولة ويسر ، ويشمل مايلي :
- أ (التخزين والحفظ الآمن للتجهيزات والمواد المخبرية بفهرستها وتبويبها ، تبعاً لنوعيتها أو طبيعتها وحجمها ووزنها ، وتنظيمها وترتيبها في أماكنها الصحيحة والمناسبة في الدواليب الخاصة أو الأرفف، وذلك بوضع كل جهاز أو أداة أو مادة في المكان المناسب، وحسب ما سيرد لاحقاً في الأبواب الثلاثة من هذا الدليل عند الحديث عن كيفية تصنيف وترتيب وتخزين تجهيزات كل مختبر .
- ب) إعداد قوائم تبين محتويات كل دولايب من التجهيزات أو المواد المخبرية مرقمة ومرتبة حسب محتويات كل رف من رفوف كل دولايب، ولصق نسخة من قائمة محتويات كل دولايب على بابه من الخارج، مع كتابة التحذيرات والإرشادات اللازمة والمناسبة أيضاً ولصقها على الدواليب.
- ج) إعداد بطاقات أو ملصقات تحتوي على أهم المعلومات عن كل جهاز أو أداة أو مادة كيميائية ، وتثبيتها عليها أو لصقها على الرف أو على الباب من الداخل أمام الرف الموضوع فيه الجهاز أو الأداة أو المادة أو وضعها بجانبها في الرف .
- ٢- متابعة تزويد المختبر بمتطلباته الناقصة أو المتجددة من الأجهزة والأدوات والمواد الكيميائية

والأثاث المخبري، وذلك من خلال الاطلاع على كتب مواد العلوم وأدلتها العملية لجميع الصفوف بالتعاون والتنسيق مع مدرسي مواد العلوم بالمدرسة ؛ لحصر الأجهزة والأدوات والمواد المخبرية وغيرها مما هو مطلوب ولا يتوافر في المختبر، وإعداد قوائم تصنف إلى :
(أ) قوائم بالمواصفات الفنية للأجهزة والأدوات والمواد المخبرية والأثاث المخبري المطلوب شراؤها وبحسب الأولوية ، وبناءً على المبلغ المرصود أو المتوافر للمختبر من حصة النشاط والتبرعات المدرسية وتبرعات الآباء . وتتم عملية الإعداد من خلال الاطلاع على الجهاز أو الأداة المطلوب إعداد مواصفاتها في الكتاب لمعرفة متطلبات عمله أو عملها والأهداف التي يجب أن يخدمها .

• **التوصيف :** يقصد بها وصف الجهاز أو الأداة أو المادة المطلوب شراؤها بشكل دقيق وواضح وبعيدة عن الغموض والتحيز لأي شركة أو ماركة تجارية معينة ، ولذا ينبغي الرجوع إلى أكثر من كاتلوج عند وضع المواصفات . وإذا لم يتمكن أمين المختبر والمدرسون من وضع المواصفات المناسبة يمكنهم طلب المساعدة من المختصين في هذا المجال .

(ب) قوائم بالتجهيزات المخبرية التي لا تتوافر في السوق المحلية أو يصعب شراؤها، والعمل مع الإدارة على متابعة توفيرها من الوزارة بالتنسيق مع مكتب التربية بالمحافظة أو متابعة توفيرها من الجمعيات الخيرية أو المنظمات على شكل مساعدات وهبات .

٣- التنسيق مع مدرسي مواد العلوم بالمدرسة لإنجاح العمل المخبري ولتحقيق أهداف العلوم بالشكل الصحيح، وذلك من خلال :

(أ) تسجيل ومراجعة البيانات المطلوبة لكل حصة عملية في سجل العمل اليومي قبل أدائها بوقت كاف مع مدرس المادة ، والتحضير المسبق للأجهزة والأدوات والمواد المخبرية المطلوبة لكل تجربة قبل الحصة بوقت كاف (يوم على الأقل) ، وإجراء كل تجربة مسبقاً بالتعاون مع المدرس ؛ للتأكد من صلاحية التجهيزات، والتحرك لتوفير التجهيزات المخبرية المطلوبة التي لا تتوافر في المختبر، سواء بالاستعارة من مدرسة مجاورة أو عمل بدائل لها من المواد والخامات المتوافرة في البيئة المحلية إن أمكن .

(ب) عمل التوصيلات الزجاجية وغيرها اللازمة لتنفيذ التجارب ووضعها في مكان مناسب؛ ليسهل تناولها عند الحاجة .

(ج) تحضير محاليل الجواهر (الكواشف) والصبغات والمحاليل الأخرى اللازمة لتجارب الكيمياء والأحياء، مع كتابة اسم ونوع المحلول وتركيزه على الزجاجات ووضعها في مكان خاص لاستخدامها عند الحاجة .

(د) العمل على توفير العينات النباتية والحيوانية اللازمة للفحص والتشريح ، بجمع ما يمكن جمعه من البيئة وبمشاركة الطلاب وشراء بعضها .

(هـ) التواجد المستمر في المختبر والتعاون مع المدرس في تنظيم التجهيزات المعدة لتجارب العرض، ومساعدته في إجراء بعض التجارب والإشراف على النظام أثناء الحصة العملية .

(و) إعادة ترتيب التجهيزات المخبرية في أماكنها بعد تنظيفها أو غسلها وتجفيفها فور الانتهاء من الحصة العملية (التجربة) .

(ز) متابعة عملية تسجيل التجربة في سجل العمل اليومي مباشرة بعد الانتهاء من تنفيذها ، وذلك بتسجيل المستهلك والكسر والتالف - إن وجد - وجعل المدرس يوقع عليها .

(ح) تحرير محاضر الكسر والإتلاف بالأجهزة والأدوات - إن حدث كسر أو تلف لها أثناء الحصة العملية - بالتنسيق مع مدرس الحصة .

- ٤- المحافظة على نظافة المختبر ومحتوياته، وإجراء الصيانة اللازمة لها وقت الحاجة باتباع مايلي:
- أ) تنظيف وترتيب المختبر وتجهيزاته مع بداية كل عام دراسي ، ووضع برنامج أسبوعي لأعمال النظافة والترتيب اللازمين للمختبر .
 - ب) حفظ الأجهزة والأدوات داخل دواليب خاصة بعيدة عن الرطوبة والغبار .
 - ج) حفظ الأجهزة والأدوات والنماذج كبيرة الحجم في أماكن مناسبة ومغطاة بأغطية من البلاستيك، والعمل على تنظيفها من الغبار باستمرار .
 - د) التخلص من النفايات ومخلفات التجارب بالطرق السليمة والصحيحة أولاً بأول.
 - هـ) تنفيذ الصيانة الوقائية والعلاجية لبعض التجهيزات وأثاث المختبر ، التي يمكن لأمين المختبر تنفيذها بهدف المحافظة على التجهيزات المخبرية صالحة للاستعمال لأطول فترة زمنية ممكنة.
- ٥- المحافظة على الأمن والسلامة داخل المختبر وأثناء العمل المخبري، وذلك باتباع مايلي:
- أ) العمل على توفير متطلبات الأمن والسلامة ، ومن أهمها : (خزانة الإسعافات الأولية، بالطلو العمل المخبري، النظارات الواقية، الكمادات، القفازات، سطول الرمل، طفاية الحريق، مراوح الشفط، خزانة الغازات) .
 - ب) معرفة طرق الإسعاف الأولي، وطرق الوقاية من أخطار الحرائق، واستعمال طفاية الحريق، والعمل على تنفيذ ضوابط السلامة والأمان في المختبر.
 - ج) حفظ أسطوانة أو أسطوانات الغاز بشكل صحيح يضمن سلامتها وسلامة جميع المستخدمين للمختبر .
 - د) إجراء فحص دوري للتأكد من صلاحية توصيلات الكهرباء والماء والصرف الصحي والغاز والعمل على إصلاحها .
 - هـ) عدم ترك المياه تتساب على أرض المختبر وتجهيفها مباشرة في حال انسيابها .
 - و) عدم تخزين الأجهزة تحت أحواض الغسيل ، وعدم ترك الكراتين والصناديق على أرضية المختبر.
 - ز) تخزين وحفظ المواد الكيميائية بشكل صحيح وسليم وخاصة المواد القابلة للانفجار والمواد القابلة للاشتعال ، التي ينبغي أن تخزن بعيداً عن المواد المتفجرة ومصادر الحرارة.
 - ح) التخلص من المواد المتفجرة والقابلة للاشتعال والسامة التي تنتج أو يتم تحضيرها أثناء الحصوص العملية مباشرة بعد الانتهاء من الحصة بالطرق السليمة الصحيحة.
- ٦- في مجال النشاطات المدرسية، ينبغي على أمين المختبر أن يكون عنصراً فعالاً داخل المدرسة، يؤثر فيها ويتأثر بها، ويشارك في كافة فعاليتها وأنشطتها، وذلك من خلال:
- أ) المشاركة في حصص النشاط المدرسي ، وفي الرحلات العلمية .
 - ب) توظيف البيئة المحلية في إنجاح العمل المخبري من خلال إنتاج بعض النماذج والأجهزة والأدوات البديلة من المواد والخامات الرخيصة المتوافرة في البيئة بالتسيق والتعاون مع مدرسي مواد العلوم وبمشاركة الطلاب .
 - ج) توظيف أجهزة المختبر التي لها علاقة بالحياة اليومية من خلال اللجان العلمية، مثل : (مقياس الحرارة العظمى والصغرى، مقياس المطر، جهاز تحديد اتجاه وسرعة الرياح وغيرها).
- ٧- متابعة جميع متطلبات العمل الفنية مع الإدارة لدى الجهات المعنية .

وتصنف واجبات أمين المختبر الفنية إلى مايلي :

(١) واجبات قبل الحصة :

- ١) تحضير الأجهزة والأدوات والمواد المطلوبة لكل تجربة على حدة ، ووضعها في مكان خاص بحجرة التحضير والخزن ، والاشتراك مع المدرس في مراجعة الأجهزة والأدوات والمواد

المطلوبة، وإجراء التجربة للتأكد من صلاحيتها ، والتحرك لتوفير ما هو غير متوافر، سواءً بالشراء أو بالاستعارة أو بإنتاج بدائل لها من خامات ومواد متوافرة في المختبر أو في البيئة في حالة عدم وجود بعض الأجهزة أو الأدوات الأصلية أو عدم كفايتها، أو بعمل التوصيلات الزجاجية وغيرها التي تتطلبها بعض التجارب، أو تحضير محاليل الكواشف اللازمة وغيرها من اللوازم التي قد يتطلب إنتاجها في المختبر .

(٢) الإشراف على نظافة وتهوية المختبر والتأكد من توافر وسائل الإضاءة والوقود وغيرها، وإجراء الصيانة اللازمة لها إذا دعت الحاجة .

(٣) العمل على توفير العينات النباتية والحيوانية اللازمة للفحص والتشريح ، سواءً بشرائها من سلفة النشاط أو تبرعات المجتمع أو بجمعها بمساعدة الطلبة من البيئة .

(٤) مساعدة المدرسين الجدد في التعرف على الأجهزة والأدوات والمواد وغيرها الموجودة في المختبر وغرفة التحضير والخزن ، وإمدادهم بالخبرات في بعض التجارب التي تحتاج إلى مهارات خاصة .

ب) واجبات أثناء الحصة :

(١) معاونة المدرس في تنظيم الأجهزة والأدوات المعدة لتجارب العرض طبقاً لتسلسلها في الدروس ومساعدته في إجراء بعض التجارب وفي الإشراف على الطلاب أثناء تنفيذ التجارب .

(٢) مشاركة المدرس أثناء الدروس العملية في مساعدة الطلاب على إجراء التجارب أو الأنشطة في حالة توافر الأدوات والمواد اللازمة لقيام الطلاب بإجراء التجارب في مجموعات أو أثناء حصص النشاط المدرسي .

(٣) استبدال أجهزة سليمة بالأجهزة التي توقفت عن العمل أثناء الحصة (إجراء التجربة) أو المساعدة في إصلاح أي خلل فني فيها .

ج) واجبات بعد الحصة :

(١) إعادة الأجهزة والأدوات بعد انتهاء الحصة مباشرة إلى أماكنها بحيث تكون نظيفة ومرتبطة وجاهزة للاستعمال مرة أخرى .

(٢) التأكد من سلامة جميع الأجهزة بعد انتهاء الحصة (التجربة) ، خصوصاً الأجهزة الحساسة، مثل أجهزة القياس .

(٣) استكمال تسجيل بيانات التجربة في سجل العمل اليومي ومراجعتها مع المدرس، والطلب منه التوقيع عليها .

(٤) تحرير محاضر الكسر أو التلف وتحديد المتسبب في ذلك وتعويض ما كسر أو أُلِف من المخزن .

(٥) إعادة تموين المختبر بالمحاليل والجواهر الكشافة، بتحضير بدل التي استهلكت أثناء الحصص .

ثانياً : المهام والواجبات الإدارية :

تشتمل واجبات أمين المختبر على مجموعة من المهام الإدارية، التي من أهمها التخطيط الإداري للعمل المخبري، وهو مجموعة الإجراءات والتدابير التي يتبناها أمين المختبر لإنجاح العمل المخبري وتحقيق الأهداف التعليمية المنشودة ، وذلك من خلال استخدام وتوظيف المختبر المدرسي على الوجه الأكمل، بالتنسيق والتعاون مع مدرسي مواد العلوم المختلفة ، وتحت إشراف ومتابعة مدير المدرسة وموجه المختبرات أو موجه العلوم ، وصولاً إلى إنجاح العملية التعليمية وتحقيق أهدافها .

١- التخطيط للعمل المخبري ويشمل ما يلي :

أ- إعداد الخطة السنوية العامة للمختبر المدرسي في بداية كل عام، وهي الخطة التي توضح كيفية تنفيذ كافة المهام المناطة بأمين المختبر من تصنيف وتنظيم وترتيب وخزن آمن للأجهزة

والأدوات والمواد الكيميائية، وإعداد الخطة التنفيذية للأنشطة والتجارب المخبرية، وترتيب وتنظيم السجلات والملفات الخاصة بالمختبر، وإعداد التقارير (الخلاصات) الشهرية وقوائم الاستهلاك والإتلاف، وتشكيل اللجان العلمية والإعداد المناسب للمعارض والأنشطة العلمية، والقيام برحلات علمية تخدم المنهج المدرسي (عناصر الخطة، انظر نموذج رقم ١/١ الملاحق).

ب- إعداد الخطة التنفيذية للأنشطة والتجارب المخبرية التي سيتم تنفيذها خلال العام أو الفصل الدراسي، مرتبة وفق الفترة الزمنية المقترحة للتنفيذ، والصفوف التي ستجرى فيها. وتعد هذه الخطة بالتنسيق مع جميع مدرسي مواد العلوم على مرحلتين :

أولاً : يقوم مدرسو العلوم في بداية العام الدراسي أو الفصل الدراسي بإعداد خططهم العملية السنوية أو الفصلية، التي ينبغي أن تكون متناسقة مع الخطط النظرية التي يعدونها، وتتضمن الفترة الزمنية لتنفيذ كل نشاط أو تجربة أو مجموعة من الأنشطة والتجارب.

ثانياً : يقوم أمين المختبر بتفريغ هذه الخطط في خطة واحدة عامة لجميع الصفوف والشعب والمواد مرتبة حسب الشهور التي ستنفذ خلالها هذه الأنشطة والتجارب العملية .

ويتم تعميم هذه الخطة من مدير المدرسة ، وتحفظ نسخة منها لديه لمتابعة تنفيذها (انظر عناصر الخطة نموذج ٢/١ الملاحق) .

ج- إعداد الخطة الأسبوعية للعمل المخبري من واقع الخطة التنفيذية وبالتنسيق والتعاون مع مدرسي مواد العلوم ، حيث يقوم مدرسو مواد العلوم بتقديم طلباتهم إلى أمين المختبر قبل أسبوع من موعد إجراء التجارب لإعطائه الوقت الكافي ليتمكن من تنظيم عمله وتحضير متطلبات كل نشاط أو تجربة والتحرك الإيجابي لتوفير المواد الناقصة، وترتيب الحصص العملية في الجدول الأسبوعي بما يحول دون التضارب بينها . وفي حالة حدوث تضارب بين الحصص يعطى الأولوية لنوع التجربة وأهميتها، وخطورة المواد والأجهزة المطلوبة لتنفيذها، وتحديد الأنشطة والتجارب التي لا يتطلب تنفيذها التسهيلات المتوافرة في المختبر ويمكن إجراؤها في الفصول .. ومن ثم يعد جدولاً بالحصص العملية المعتمدة خلال الأسبوع ، ويحدد مكان إجراء كل منها (المختبر/ الفصل) ويثبت الجدول في غرفة المدرسين أو في مكان ظاهر للعيان قبل فترة ؛ ليتمكن كل مدرس من تحضير ما يلزم للتجربة . (عناصر استمارة طلبات المدرسين لشغل المختبر، انظر نموذج ٣/١ الملاحق).

د- إعداد التقارير (الخلاصة) الشهرية للعمل المخبري يبين فيه مدى توظيف المختبر المدرسي في العملية التعليمية (انظر عناصر التقرير نموذج رقم ٤/١ الملاحق) .

ويعتبر التقرير الشهري محصلة ما تم تنفيذه من أنشطة وتجارب عملية خلال شهر كامل، ويبين مدى الاستفادة من المختبر، وكيف استطاع كل مدرس توظيف المختبر في تحقيق الأهداف التي وردت في خطته السنوية أو الفصلية. ومن خلال هذا التقرير يتمكن مدير المدرسة وموجه العلوم وموجه المختبرات من الاطلاع على نشاط مدرسي مواد العلوم وأمين المختبر، ومعرفة كيف عمل كل منهم على تفعيل دور المختبر المدرسي في العملية التعليمية.

٢- إمساك وتنظيم السجلات والملفات الخاصة بالمختبر بشكل صحيح يسهل الرجوع إليها عند الحاجة، ويشمل هذا ما يلي :

(أ) سجل قيد العهدة المخبرية :

يعتبر هذا السجل من أهم سجلات المختبر، وهو سجل خاص يقيد فيه كل ما يرد للمختبر من وتجهيزات أثاث مخبرية، ويخرج منه (يخصم) كل ما يتم الموافقة على صرفه أو استهلاكه أو إتلافه. وفي العادة يخصص لكل مختبر سجلان : أحدهما لقيد العهدة المستديمة ، كالأجهزة والأدوات غير الزجاجية. والآخر لقيد العهدة المستهلكة كالمواد الكيميائية والزجاجية . وينبغي على أمين

المختبر أن يراعي مباشرة القيد والإضافة والخصم والشطب من سجلات العهدة بكل دقة، والاهتمام بحفظ جميع مستندات العهدة مرقمة ومسلسلة في ملفات خاصة بحسب نوعها، ويمنع قطعياً التصحيح أو الكشط أو حشر العبارات في السجلات ومستندات العهدة، وكل تصحيح يجرى فيها يجب أن يكون بالقلم الأحمر وموقعاً عليه من أمين المختبر، ومعتمداً من مدير المدرسة وموجه المختبرات، مع إثبات تاريخ التصحيح (نموذج لاستمارة صرف واستلام العهدة ولمحضر فتح الصناديق ولصفحة من سجل العهدة انظر نموذج ٥/١ أ. ب. ج. د. الملاحق).

(ب) سجل العمل المخبري اليومي (دفتر تحضير الدروس العملية) :

وهو سجل أو دفتر خاص بالعمل المخبري اليومي يسجل فيه كل ما يتم إجراؤه يومياً من أنشطة وتجارب مخبرية.. ويستحسن أن يخصص سجل لكل مادة أو مدرس أو فصل بحيث يقسم إلى ثلاثة أقسام كل قسم لمادة (نموذج لصفحة من السجل، انظر نموذج رقم ٦/١ الملاحق).

(ج) الملفات المساعدة أو التكميلية لتنظيم العمل في المختبر ، مثل :

- ملف الخطط السنوية العامة والتنفيذية للعمل المخبري .
- ملف برامج العمل الأسبوعية (إستمارات طلبات المدرسين والجداول الأسبوعية).
- ملف التقارير الشهرية للعمل المخبري (ماتم تنفيذه من أنشطة وتجارب خلال الشهر).
- ملف الأنشطة العملية .
- ملف النشرات التوضيحية الخاصة بالمختبرات والكاتلوجات .
- ملف الصيانة .
- ملف أو سجل الإعارة أو الاستعارة للأجهزة والأدوات للمدارس المجاورة أو منها (نموذج لصفحة من سجل الإعارة أو الاستعارة ، انظر نموذج رقم ٧/١ الملاحق).

(د) الملفات التنظيمية اللازمة لحفظ مستندات العهدة ، مثل :

- ملف أذن (أوامر) الإضافة للعهدة .
- ملف أذن الخصم من العهدة .
- ملف صور المكاتبات بشأن المختبر الصادرة .
- ملف المكاتبات بشأن المختبر الواردة .
- ملف محاضر الكسر والاستهلاك والإتلاف والشطب .
- ملف فواتير الشراء لاحتياجات المختبر من السوق المحلية .
- ملف الجرد والتسليم والتسلم.

٣- الجرد السنوي لمحتويات المختبر من التجهيزات والأثاث المخبري (العهدة المخبرية) .. تتم هذه

العملية في نهاية كل عام دراسي ، بمشاركة لجنة من (٢) أو (٣) مدرسين من مدرسي مواد العلوم وبإشراف مدير المدرسة ، وذلك لمعرفة الأجهزة والأدوات والمواد التي تعطلت أو أتلفت أو كسرت أو التي فقدت ، والتي استهلكت جزئياً أو كلياً - أي نفذت أثناء العام الدراسي- وذلك من خلال اتباع مايلي :

(أ) حصر وتفقد كل محتويات المختبر من التجهيزات والأثاث ومطابقتها ومقارنتها بمحتويات سجل أو سجلات العهدة الخاصة بالمختبر .

(ب) مراجعة سجلات وملفات المختبر وبخاصة سجل العمل المخبري اليومي و ملف محاضر الكسر والإتلاف والفقد والاستهلاك . وتشمل عملية الجرد هذه إعداد قوائم الجرد للعهدة المخبرية وبحسب (النموذج رقم ٨/١ الملاحق)، وقوائم منفصلة بالزيادة والعجز أثناء الجرد للعهدة وبحسب (النموذج رقم ٩/١ الملاحق)، وأخرى بالأجهزة والأدوات

والمواد المعطلة أو التالفة أو المكسرة، وثالثة بالمفقودة (المشطوبة)، ورابعة بالمستهلكة جزئياً أو كلياً أي نفذت أثناء العام الدراسي.

ومن ثم يتم تسليم نسخة من هذه القوائم إلى موجهي المختبرات - قسم الوسائل بمكتب التربية بالمديرية. ونسخة لموجهي المختبرات - إدارة الوسائل بمكتب التربية بالمحافظة لإقرارها، ونسخة تبقى مع مدير المدرسة تحفظ في ملف المختبر للرجوع إليها عند الضرورة، ونسخة تبقى مع أمين المختبر تحفظ في ملف الجرد والتسليم والتسلم. وبعد إقرار القوائم من قبل توجيه المختبرات بمكتب التربية بالمحافظة يتم إدخال التجهيزات الإضافية (الزيادة) إلى العهدة في بداية العام وتحرر فيها أذونات إضافة، أما العجز فيطالب بثمنه المتسبب أو من كانت بعهدته هذه الأجهزة ، أو يطلب منه توفيرها بالسرعة الممكنة.

ويخرج من سجل عهدة المختبر التالف والمكسور والمفقود والمستهلك جزئياً أو كلياً وبحسب الأصول المالية والقواعد المتبعة .

♦ **التالفة :** ويقصد بها أي جهاز أو أداة أو مادة غير صالحة للاستخدام كلياً ، ولا يمكن إعادة صلاحيتها/ صلاحيتها بإجراء الصيانة ، ويكون ذلك بشهادة خبير مختص .

♦ **المستهلكة :** هي المادة التي تنقص تدريجياً نتيجة استخدامها حتى يصبح رصيدها صفراً (مثل المواد الكيميائية) ، ويتم إخراجها من سجل العهد جزئياً حسب ما تم استهلاكه أثناء العام الدراسي ، ويجوز إخراجها كلياً من العهدة عند استهلاك كامل الكمية.

♦ **المشطوبة :** هي التجهيزات المفقودة من المختبر، على الرغم من وجود رصيد لها في سجل العهدة.

٤- التسلم والتسليم للعهدة المخبرية والحفاظ عليها :

وتتم هذه العملية عند تسليم العهدة المخبرية من شخص إلى آخر، نتيجة نقل الأول أو لأي سبب آخر عند تسليم وتسلم العهدة مرة أخرى. وتتم بموجب قوائم الجرد المطابقة لسجل العهدة المخبرية وبحسب (النموذج رقم ٨/١ ب الملاحق)، من قبل لجنة من مدرسي مواد العلوم بالمدرسة أو لجنة من مدرسي العلوم وموجهي المختبرات في مكتب التربية بالمديرية أو المحافظة.

٥- **تجديد سجلات العهدة المخبرية.** وذلك بنقل بواقي الأصناف من السجل القديم إلى السجل الجديد، وتتم هذه العملية بعد أخذ الموافقة المكتوبة من موجه المختبرات في حالة إمتلاء أو إنتهاء صفحات سجل العهد بحيث يتعذر إجراء عمليات القيد اضافة أو خصم لمعظم الاصناف المقيدة، أو في حالة إرتباك القيد اضافة وخصماً نتيجة خطأ مما يجعل عملية القيد بالسجل متعذرة وبالتالي لايمكن ضبط العهدة.

تصنيف واجبات أمين المختبر الإدارية إلى مايلي:

(أ) **واجبات في بداية العام الدراسي :** وتشمل مايلي:

- ١- تحرير محاضر فتح المختبر وملحقاته من غرف التحضير والخزن ، والتأكد من سلامته ومطابقته لما جاء في محضر الجرد والغلق (النموذج رقم ٨/١ ج - الملاحق) .
- ٢- تحضير المختبر وملحقاته بحيث يكون جاهزاً لبدء الدراسة العملية .
- ٣- تجديد السجلات والملفات التنظيمية والمساعدة الخاصة بتنظيم العمل المخبري .
- ٤- إعداد الخطة السنوية العامة للعمل المخبري ، والخطة التنفيذية للأنشطة والتجارب بالتنسيق مع مدرسي مواد العلوم بالمدرسة .

(ب) **واجبات أثناء العام الدراسي :** وتشمل مايلي:

- ١- إعداد الخطة الأسبوعية للعمل المخبري .

- ٢- العمل على توفير الأجهزة والأدوات والمواد اللازمة لإجراء التجارب العملية والتي لا تتوافر في المختبر، سواءً بالصرف من إدارة الوسائل أو الشراء من السوق أو الاستعارة من المدارس المجاورة.
 - ٣- مباشرة قيد التجارب العملية في سجلات العمل المخبري اليومية .
 - ٤- عمل محاضر الكسر أو التلف أو الفقد أولاً بأول واعتمادها من مدير المدرسة وموجه المختبرات عند زيارته للمدرسة ليتم الخصم من العهدة (نموذج لمحضر الكسر أو الإتلاف أو الفقد انظر نموذج رقم ١٠/١ الملاحق).
 - ٥- إعداد التقارير الشهرية للعمل المخبري .
 - ٦- عمل كشوفات استهلاك يومي لكل شهر من واقع التجارب التي نفذت ومحاضر الكسر. (نموذج من كشوفات الاستهلاك الشهري انظر نموذج رقم ١١/١ الملاحق).
 - ٧- عمل كشوفات الاستهلاك السنوي (نموذج رقم ١٢/١ الملاحق) من واقع الاستهلاك الشهري ومن واقع محاضر الكسر من أصل وثلاث صور ، يرسل الأصل إلى إدارة الوسائل وتحفظ صورة في ملف محاضر الكسر والاستهلاك.
 - ٨- القيام بأعمال الإضافة والخصم في سجلات العهدة المخبرية عند تسلّم أدوات وأجهزة أو مواد جديدة (تسجيل الأصناف الواردة للمختبر) أو المنصرفة من المختبر (تسجيل الأصناف المنصرفة من المختبر لمدرسة أخرى أو المستهلكة التي تخصم من العهدة) .
 - ٩- التعاون مع مدرسي مواد العلوم لإنشاء مكتبة علمية معملية بشراء الكتب والمراجع العلمية من حصة النشاط المدرسي المخصصة للمختبر أو من التبرعات المدرسية والمجتمع المحلي.
- ج) واجبات في نهاية العام الدراسي :** وتشمل مايلي:
- ١- إعداد قوائم منفصلة باحتياجات المختبر من الأجهزة والأدوات والمواد وغيرها ، ومتابعة توفيرها أو الحصول عليها ، سواءً بالصرف من المكتب أو الوزارة أو بشراء ما هو متوافر في السوق بحسب الإمكانيات المتاحة .
 - ٢- إجراء الجرد السنوي للعهدة المخبرية مع لجنة الجرد المكونة من (٣) مدرسين من مدرسي مواد العلوم ، وتحرير قوائم بها من أصل وثلاث صور .
 - ٣- مراجعة سجلات العهدة المخبرية والتأكد من صحة الأرصدة .
 - ٤- إعداد قوائم بالعجز والزيادة في العهدة وأسبابها .
 - ٥- إخطار موجهي المختبرات بإدارة الوسائل بالزيادة أيضاً بالنقص في العهدة المخبرية حتى يمكن الاستفادة من الزيادة بالترخيص لصرفها للمدارس المحتاجة إليها وتوفير النقص من المدارس التي يزيد عن حاجتها .
 - ٦- إعداد التقرير الختامي للعمل المخبري .
 - ٧- تحرير محاضر جرد ، وغلق المختبر بعد تخزين جميع الأجهزة والأدوات والمواد الكيميائية في أماكنها، وإحكام غلق النوافذ والدواليب وقطع المياه والغاز والكهرباء عن المختبر وملحقاته (نموذج رقم ٨/١ د - الملاحق) .

الفصل الثالث

السلامة العامة في المختبر

- ❖ مستلزمات الأمن والسلامة .
- ❖ محاليل الأمن والسلامة .
- ❖ قواعد السلامة وتعليمات وقائية .
- ❖ الوقاية من الحرائق ومكافحتها .
- ❖ الإسعافات الأولية لحوادث المختبر .

أولاً : مستلزمات الأمن والسلامة:

هناك العديد من مستلزمات الأمن والسلامة الضرورية التي ينبغي توافرها في المختبرات المدرسية لما لها من أهمية كبيرة في الوقاية من المخاطر التي قد تحدث في المختبرات، وأهم المستلزمات هي :

١- خزانة طرد الغازات Fume Hood :

وتعتبر من أهم مستلزمات مختبر الكيمياء لما لها من أهمية كبيرة عند التعامل مع الكثير من تجارب تحضير الغازات، مثل : (الكلور، البروم)، وغيرها من المواد الكيميائية التي تتصاعد منها أبخرة سامة.

تركيبها :

عبارة عن خزانة خشبية أو معدنية كما بالشكل (١)،



شكل (١)

لها سطح وجوانب مقاومة لتأثير المواد الكيميائية، ومزودة بحوض غسيل وصنبور ماء ومحبس غاز ومأخذ للتيار الكهربائي ومروحة شفط مثبتة في سقفها ومتصلة بأنبوبة للخارج، ولها باب زجاجي ينزلق للأعلى وللأسفل بسهولة، وتوضع في مكان مناسب.

أو عبارة عن خزانة أسمنتية في جدار المختبر وذات سطوح وجوانب مقاومة لتأثير المواد الكيميائية، ومزودة بحوض غسيل وصنبور ماء ومحبس غاز ومأخذ للتيار الكهربائي ومروحة شفط.. ولها باب منزلق لأعلى . وهذا التصميم شائع في مختبراتنا ، كما في الشكل (٢).



شكل (٢)

كيفية استخدامها :

- ١- شغل مروحة الشفط قبل وضع المواد اللازمة للتجربة داخلها .
- ٢- تأكد من وصول الماء والغاز إلى داخل الخزانة قبل البدء بإجراء التجربة .
- ٣- ارفع الباب إلى أعلى بقدر بسيط يسمح بإدخال المواد إلى داخل الخزانة، ثم أنزله قليلاً بحيث يسمح بدخول يديك فقط.
- ٤- حضر التجربة التي تريد مع ترك مروحة الشفط شغالة والباب المنزلق نحو الأسفل.

٢- مراوح الشفط Vacuum Fan :

تعتبر ضرورية لتصريف الروائح والغازات الضارة المنبعثة من المواد الكيميائية في المختبر،

لمنع ضررها قدر الإمكان ، ويجب أن تكون هذه المراوح موزعة جيداً في المختبر ، على أن توضع واحدة على الأقل في غرفة تخزين وحفظ المواد الكيميائية إن وجدت غرفة لхран المواد ، وينصح عادة بتشغيل المراوح طوال اليوم لتجديد هواء المختبرات باستمرار، بالإضافة إلى فتح نوافذ المختبر وإيجاد مجرى للهواء في كل صباح، ليتم تغيير الهواء الموجود فيه وإدخال الهواء النقي باستمرار.

٣- القفازات Gloves :

تتنوع القفازات المستخدمة في العمل المخبري ، فلكل مادة كيميائية نوع معين، ولكن يمكن استخدام النوع البلاستيكي الأملس في التعامل مع المواد الكيميائية وفي مختبر الأحياء، ويمكن



غسلها وتعقيمها بعد كل استخدام، وهي من أكثر الأنواع استخداماً في المختبرات. وهناك نوع من القفازات يستخدم مرة واحدة فقط ثم يتخلص منه، ويستخدم عادة في التشريح والتحنيط، ويمكن الحصول عليه من الصيدليات ، وهو رخيص الثمن.

٤- النظارات الواقية Goggles :

يجب لبس النظارات الواقية في بعض التجارب لحماية العيون، فعيون بعض الأفراد تتحسس من أبخرة بعض المواد الكيميائية، ما يؤدي إلى إصابتها بالتهابات حادة أو مرض مزمن نتيجة التعامل المستمر مع هذه المواد الكيميائية. كما ينبغي لبس النظارات الواقية عند إجراء تجارب تتطلب هذا، مثل: التجارب التي قد ينشأ عنها تناثر أحماض أو قلويات مركزة، التجارب التي تستخدم فيها سوائل سريعة الاشتعال، التجارب التي تستخدم فيها الصوديوم أو البوتاسيوم أو الفوسفور، وتجارب صهر هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم وغيرها.



٥- البالطو Labcoat :

يستحسن أن يتوافر في المختبر (٢) بالطو على الأقل، أحدهما لأمين المختبر ليرتديه باستمرار أثناء العمل في المختبر، والثاني للمعلم الذي يستخدم المختبر.

ولكي يحقق الفائدة التي يستخدم من أجلها - وهي منع وصول أية مادة قد تنسكب على الملابس أثناء العمل، ومن ثم منع وصولها إلى جسم الشخص- ، يجب أن يكون سهل الإغلاق والفتح (أي لبسه وتزويره) ولا يترك مفتوحاً .. ويفضل أن يكون طوله مناسباً (ليس طويلاً يعوق الحركة ولا قصيراً يجعل الفائدة منه شبه معدومة). كما ينبغي تضيق فتحة الكم بالأزرار أو باستخدام مطاط (أستك)، حتى لا يتسبب اتساعه في إسقاط بعض الأدوات عندما يعلق بها .



٦- الكمامات Masks :

وهي أنواع مختلفة، وتستخدم عند التعامل مع المواد المتطايرة أو الغازات التي يمكن أن تؤثر في صحة الشخص الذي يتعامل معها وسلامته. فهي تقوم بتصفية الهواء قبل دخوله إلى رئتيه ، وتحد من تسرب الغازات إلى داخلهما ، ويمكن الحصول عليها من الصيدليات .



٧- طفاية الحريق Fire Extinguishers :

هناك أنواع عديدة من طفايات الحريق ، ولكن أكثر أنواع الطفايات استخداماً في مختبرات

المدارس هي:



طفاية البودرة أو ثاني أكسيد الكربون.

- طفاية ثاني أكسيد الكربون (سعة ٦ كجم . تقريباً) : تستخدم هذه الطفاية في جميع أنواع الحرائق ، ولها تأثير جيد في إطفاء الحرائق الناجمة عن الزيوت والتيار الكهربائي ، فغاز CO_2 غير موصل للتيار الكهربائي ، ويمكن استخدامها أيضاً في حرائق الآلات الدقيقة ، وينصح بعدم استخدامها في الأماكن المغلقة ؛ لأن استنشاق CO_2 يؤدي إلى التسمم .

تركيبها :

تتركب من الأجزاء الرئيسية الآتية :

- غطاء علوي ويصنع من المعدن أو البلاستيك وله مقبض للتحكم في إخراج الغاز عند اللزوم يثبت به مسمار أمان ، ويتفرع منه خرطوم ينتهي بقاذف أو مرش .

- أسطوانة مصنوعة من الفولاذ لتحمل الضغط الناتج من تحويل غاز CO_2 إلى سائل .

طريقة الاستخدام :

لإطفاء الحريق بأسرع وقت اتبع التعليمات الآتية :

١ - قف باتجاه الريح وليس بعكسها وعلى بعد متر من الحريق.

٢ - انزع مسمار الأمان (كما في الشكل ١) .

٣- اضغط على الزناد (المقبض) لتقذف المادة المستخدمة في الإطفاء باتجاه الحافة السفلية

للهب (قاعدة الحريق) كما في الشكل ٢ ، ٣ .



❖ يجب فحص طفاية الحريق مرة كل ثلاثة أشهر للتأكد من صلاحيتها للاستخدام .

٨- صندوق الإسعافات الأولية First Aid Box :

يجب أن تتوفر في كل مختبر خزانة تحتوي المواد والأدوات اللازمة لإجراء الإسعافات الأولية، وأن تعلق في مكان بارز بالقرب من مدخل المختبر ليسهل الوصول إليها، وعدم غلقها بالمفتاح حتى تكون سهلة الفتح لمن يحتاج إليها في أي وقت .. ويجب التأكد من وجود المحتويات الأساسية اللازم توافرها فيها ومن صلاحيتها بشكل دوري ، ويستعاض عما يستهلك منها أو يفسد حتى تكون جاهزة للاستخدام في أي وقت . وفيما يلي بعض المحتويات الأساسية اللازم توافرها في صندوق الإسعافات الأولية :

• أربطة كسور وضمادات ذات أحجام مختلفة، شاش طبي معقم بمقاسات مختلفة ، شاش



- للحروق ، وقطن طبي ، بلاستر ، منظف ومعقم جروح .
- ملقط طبي، مقص ودبابيس أمان، ترمومتر طبي.
- قطارة (حمام) غسالة للعين ، قربة لعمل الكمادات الساخنة.
- قارورة غسيل بها ماء مقطر .
- بخاخ أو مستحلب للحروق ، فازلين.
- أسبرين أو بارامول .
- زجاجات بقم واسع لحفظ المواد الصلبة: (كلوريد صوديوم،

بيكربونات الصوديوم).

- زجاجات بقم ضيق بها سوائل : (زيت خروع / كحول طبي ، زيت زيتون، جلسرين ، لبن الماغنيزيا (المغنيسيا) ، يود) .
 - زجاجات بها محاليل :
 - حمض البوريك ١٪ (١ جم . من الحمض في ١٠٠ مل . من الماء المقطر) .
 - بيكربونات الصوديوم ٢٪ (٢ جم . من بيكربونات الصوديوم في ١٠٠ مل . من الماء المقطر).
 - حمض خليك ١ ع (٥,٧٣ مل . من حمض الخليك في ١٠٠ مل . من الماء المقطر).
 - كربونات الأمونيوم ٢٪ (١٩,٢٢ جم . من الملح في ١٠٠ مل . من الماء المقطر) .
 - محلول الأمونيا بتركيز ٢ ع (١٤,٥ مل . من محلول الأمونيا ٢٦٪ في ١٠٠ مل . من الماء المقطر).
- مع مراعاة وجود بطانية تحفظ في مكان قريب من الصندوق أو بداخله لاستخدامها عند نشوب الحرائق لا قدر الله .

ثانياً : محاليل الأمن والسلامة (تحضيرها ، استخدامها) :

تعتبر من ضروريات ومتطلبات العمل المخبري ، التي يجب على أمين المختبر تحضيرها بشكل دوري ؛ لاستخدامها عند الضرورة في الإسعافات الأولية . ومن هذه المحاليل :

١- محلول بيكربونات الصوديوم (٢ %) :

• تحضيره :

- يحضر بإذابة (٢) جم من بيكربونات الصوديوم في قليل من الماء المقطر ثم يضاف إليه ماء مقطر حتى يصبح الحجم ١٠٠ مل . ويحرك جيداً ويحفظ في زجاجة حفظ ، وتغطى بإحكام ، وتلصق عليها بطاقة تحمل اسم المحلول وتاريخ تحضيره .

• استخدامه :

- يستخدم المحلول في إسعاف المصابين بالحروق الناجمة عن انسكاب الحموض على الجسم ويعرض المصاب بعد ذلك على الطبيب .

٢- محلول كربونات الأمونيوم (٢ %) :

• تحضيره :

- يحضر بإذابة (١٩,٢٢) جرام من كربونات الأمونيوم في ١٠٠ مل . من الماء المقطر ، ويحرك جيداً ، ويحفظ في زجاجة حفظ ، وتغطى بإحكام وتلصق عليها بطاقة تحمل اسم المحلول وتاريخ التحضير .

• استخدامه :

- يستخدم في إسعاف المصابين بالحروق الناجمة عن انسكاب الحموض على الجلد ، ثم يعرض المصاب على الطبيب .

٣- محلول حمض الخليك (١ ع) :

• تحضيره :

-يحضر بإذابة (٥,٧٣) مل. من حمض الخليك في ١٠٠ مل. من الماء المقطر ، ويرج جيداً ليمتزج ، ثم يحفظ في زجاجة ، ويلصق عليها بطاقة تحمل اسم المحلول وتاريخ تحضيره .

• استخدامه :

-يستخدم في إسعاف المصابين بالحروق الناجمة عن انسكاب القلويات على الجلد ثم يتابع العلاج في المستشفى .

٤- محلول كربونات الصوديوم (٥%) :

• تحضيره :

-يحضر بإذابة (٥) جرامات من كربونات الصوديوم في ١٠٠ مل. من الماء المقطر ، ويرج جيداً ثم يحفظ في زجاجة ، ويلصق عليها بطاقة تحمل اسم المحلول وتاريخ تحضيره .

• استخدامه :

-يستخدم في إسعاف المصابين بالحروق الناجمة عن انسكاب الحموض على الجلد ثم يتابع العلاج في المستشفى .

٥- محلول حمض البوريك (١ %) :

• تحضيره :

-يحضر بإذابة (١) جرام من حمض البوريك في ١٠٠ مل. من الماء المقطر ، ويرج جيداً ثم يحفظ في زجاجة ، ويلصق عليها بطاقة تحمل اسم المحلول وتاريخ تحضيره .

• استخدامه :

- يستخدم لغسل العين إذا كانت الإصابة بالقلويات، وإذا كان الالتهاب شديداً يتابع العلاج في المستشفى.

٦- الكحول الطبي (٥٠ %) :

-يوجد جاهز في الصيدليات ، ويستخدم كمطهر ، وفي إسعاف المصابين بالجروح الناتجة عن الفينول ، بعد غسل مكان الإصابة بالماء ومحلول الصابون ثم بالماء البارد ثم أخيراً بالكحول الإيثيلي الطبي ، ويتابع العلاج في المستشفى .

٧- محلول كبريتات النحاس (تركيز ١ ع) :

• تحضيره :

-يحضر بإذابة (٢٥) جرام من كبريتات النحاس في ١٠٠ مل. من الماء المقطر ، ويرج جيداً ثم يحفظ في زجاجة ، ويلصق عليها بطاقة تحمل اسم المحلول وتاريخ تحضيره .

• استخدامه :

-يستخدم في إسعاف المصابين بالحروق الناجمة عن سقوط الفسفور على الجلد ثم يتابع المصاب العلاج في المستشفى.

٨- محلول الأمونيا (تركيز ٢ ع) :

• تحضيره :

- يحضر بإذابة (١٤,٥) مل. من محلول الأمونيا (٢٦%) في ١٠٠ مل. من الماء المقطر ، وبعد مزج المحلول جيداً بالتحريك يحفظ في زجاجة حفظ ، ويلصق عليها بطاقة تحمل اسم المادة وتاريخ تحضيرها .

• استخدامه :

- يستخدم في علاج المصابين بالحروق الناجمة عن سقوط البروم على الجلد ، ثم يتابع المصاب العلاج في المستشفى .
- يستخدم كمادة منبهة للأشخاص المصابين بفقدان الوعي (الإغماء) .

ملحوظة :

تحفظ محاليل الأمن والسلامة في خزانة الإسعافات الأولية أو في خزانة لوحدها قرب خزانة الإسعافات ؛ ليسهل استخدامها عند حدوث أي حادثة ، وينبغي التخلص من التالف منها باستمرار وتحضير بديلها كي تكون صالحة للاستعمال وقت الحاجة .

ثالثاً : قواعد السلامة وتعليمات وقائية :

- تأتي السلامة في المكان الأول دائماً ، ولهذا فإنه يتحتم علينا أن نتخذ جميع الاحتياطات الممكنة حتى تصبح عملية إجراء التجارب في المختبر عملية آمنة تماماً .
- وفيما يلي قواعد السلامة ، واحتياطات الأمن التي يجب مراعاتها :
- 1- التعرف على أسماء جميع الأجهزة والأدوات والمواد ، ويجب أن تظل - وكل ما يحيط بها - نظيفة .
- 2- استعمال أجهزة وأدوات نظيفة دائماً في كل تجربة ، وحفظها في مكانها نظيفة بعد نهاية كل تجربة .
- 3- ارم المواد الصلبة ، والورق في الأواني الخاصة بها وليس في حوض الماء ، ولا يغسل في الحوض إلا الأوعية التي تحتوي على مواد قابلة للذوبان في الماء والصابون ، وإذا صببت محلولاً حمضياً أو قاعدياً في الحوض ، دع ماء الصنبور ينساب عليه بكمية كبيرة؛ لتتأكد من تخفيف قوة الحمض أو القاعدة .
- 4- التأكد من اسم المادة الكيميائية المكتوب على الزجاجات التي تحويها في كل مرة تستعمل هذه المادة ، ولا تدخل أي أداة كالقطارة أو المعلقة في الزجاجات الحاوية للمادة الكيميائية تحاشياً لتلويثها ، إلا إذا كانت القطارة أو المعلقة نظيفة تماماً ، ولا تأخذ كمية أكثر مما تحتاج إليها ، وإذا حصل ذلك فلا تعيد الفأض مما أخذته إلى الزجاجات حتى لا تلوث محتواها .
- 5- عند صب مادة كيميائية سائلة من الزجاجات في كأس أو أنبوبة اختبار أخطر من أن تضع غطاء الزجاجات أو سداداتها على طاولة الاختبار لئلا تلوثها ، بل احملها بين السبابة والوسطى في اليد التي تستعملها ، وصب السائل على قضيب زجاجي ، يلامس طرف السطح الداخلي للكأس كي ينساب بنعومة إلى الكأس ، وفور الانتهاء من صب السائل أحكم إغلاق غطاء أو سدادة الزجاجات ، وتأكد من إعادتها إلى مكانها .
- 6- نظف طاولة العمل جيداً عند نهاية تنفيذ التجارب العملية .
- 7- تأكد من إحكام إغلاق جميع مصادر الغاز والماء والكهرباء قبل مغادرتك المختبر .
- 8- تجنب إدخال المأكولات إلى المختبر منعاً لتلوثها ، وكذلك تجنب تناول الطعام والشرب فيه .
- 9- اغسل يديك جيداً بالماء والصابون عند الانتهاء من كل تجربة وقبل مغادرة المختبر .
- 10- لا تتذوق أي مادة كيميائية ما لم ينص على هذا صراحة في طريقة إجراء التجربة .
- 11- تخلص من محتويات زجاجات حفظ المحاليل التي تفقد البطاقات الملصقة عليها ، والتي لا تحمل اسم ما تحويه ، ولا يصح اللجوء إلى التخمين لاستنتاج ما بها ، وإذا تيقنت من معرفة المحتوى فلا بأس من استعمالها .
- 12- يجب استخدام الطريقة الصحيحة لصب السوائل والمحاليل من زجاجاتها إلى أنابيب الاختبار ، حيث يتم الصب بالتدريج بحيث يسيل على الجدار الداخلي لأنبوبة الاختبار .
- 13- يجب مراعاة الحذر التام عند استخدام الأحماض والقلويات المركزة وغيرها من المواد الآكلة.. وعند تحضير حامض مخفف يضاف الحامض المركز بالتدريج إلى الكأس الذي به ماء ، بحيث

يسيل على الجدار الداخلي للكأس مع التقليب المستمر لمحتويات الكأس حتى يتم الامتزاج.. وينبغي هنا الحذر من إضافة الماء إلى الحامض المركز أو إضافة الحامض إلى الماء دفعة واحدة.

١٤- عند استخدام سوائل متطايرة قابلة للاشتعال مثل : الكحول، والأثير، والبنزين، يجب التأكد من عدم وجود لهب مكشوف داخل المختبر، وإذا حدث اشتعال لبعض هذه المواد داخل الكأس مثلاً، يغطى الكأس بسرعة بلوح من الأسبستوس أو الزجاج .

١٥- لا تقرب الوجه من فوهات أنابيب الاختبار التي يجرى تسخين محتوياتها ، ولا توجه فوهاتها نحو من هم بجوارك أو أمامك .

١٦- تسخن أنابيب اختبار السوائل من أعلى إلى أسفل مع التحريك باستمرار عند التسخين وإلا تسبب البخار الذي يتولد تحت عمود السائل في انفجار الجزء السفلي من الأنبوبة ، أو في تطاير السائل منها ، كما يجب ألا تكون الأنبوبة ممثلة بالسائل عند التسخين ، ويكفي أن يكون ارتفاع السائل ثلث ارتفاع الأنبوبة أو أقل .

١٧- عند الكشف عن رائحة أي غاز لا تقرب الأنف من فوهة أنبوبة الغاز ، بل اطرح الكف فوق الفوهة وحركها في اتجاه الأنف لكي تصل إلى الأنف كمية قليلة من الغاز .

١٨- التجارب التي تتولد عنها غازات سامة أو تستخدم لإجرائها مواد سهلة الاشتعال ، ينبغي أن تجرى في خزانة الغازات وباستخدام كميات بسيطة من مواد التحضير .

١٩- يجب فصل أنبوبة التوصيل من دورق التحضير عند تحضير غاز يجمع فوق سطح الماء ، فور الانتهاء من تحضير الغاز وقبل إطفاء اللهب ؛ لكي لا يندفع الماء من حوض جمع الغاز إلى الدورق ما قد يؤدي إلى كسره وتناثر محتوياته .

٢٠- يجب التأكد من أن أنبوبة جمع الغاز غير مسدودة (أنبوبة التوصيل) لكي لا يؤدي ذلك إلى انفجار الجهاز نتيجة تجمع الغاز في حيز محدود ، أو إلى دفع الحامض في القمع ذي الرقبة ، وانسكابه على منضدة التحضير (في حالة استخدام حامض في تحضير الغاز).

٢١- ارتداء البالطو الأبيض أو الواقي ، مع مراعاة إحكام قفله بالأزرار لوقاية الملابس التي توجد تحته وتضييق فتحة الكم بالزر الخاص بذلك أو بحلقة مطاط (أستيك) ؛ حتى لا يتسبب اتساعه في إسقاط بعض الأدوات عندما يعلق بها .

٢٢- ارتداء النظارات الواقية أثناء العمل لتجنب إصابة العيون بالمواد الكيميائية، وعند إجراء تجارب تتطلب هذا، مثل: التجارب التي قد ينشأ عنها تناثر أحماض أو قلويات مركزة، التجارب التي تستخدم فيها سوائل سريعة الاشتعال، التجارب التي يستخدم فيها الصوديوم أو البوتاسيوم أو الفسفور، أو لتفادي إصابة العين بشظايا سائل يغلي أو انفجار وعاء زجاجي .

٢٣- ارتداء القفاز الخاص بالمختبر أثناء إجراء تجارب تتطلب استخدام مواد تؤثر في الجلد .

٢٤- عدم أخذ الكيماويات الصلبة باليد مباشرة ، أو بقطعة من الورق ، بل يجب استخدام ملعقة خاصة لهذا الغرض .

٢٥- يجب وضع أسطوانة إطفاء الحريق، وسطول الرمل وخزانة الإسعافات في أماكن مناسبة وظاهرة ليسهل تناولها ولاستخدامها عند اللزوم .

٢٦- ينبغي نزع الترمومترات وأنابيب التوصيل من السدادات ذات الثقوب بمجرد الانتهاء من استخدامها؛ حتى لا يحدث التصاق لها بمرور الزمن ويصعب إخراجها، أما إذا كان هذا الالتصاق قد حدث، فيشق السداد بمشرط أو سكين حادة لفصل الترمومتر أو الأنبوبة عن السداد .

٢٧- تأكد من معرفتك للاستعمال الصحيح الآمن لأي جهاز تتعامل معه .

٢٨- لا تلمس أي جهاز كهربائي ويداك مبللتان، ولا تقبض على أي جهاز كهربائي بعد توصيله بمصدر التيار الكهربائي قبل اختباره بظاهر اليد؛ للتأكد من عدم وجود دوائر قصيرة (ماس) قد تسبب

- إصابتك بصدمة كهربية؛ لأن أعصاب اليد عندما تستثار تنقبض الأصابع على الكف، فيزيد تمسك اليد بالجهاز الذي يوجد به ماس، كما لو كان قد قبض عليه بكامل الكف.
- ٢٩- لا تستعمل أي جهاز سلكه الكهربائي مقطوع أو غير محكم العزل إلا بعد عزله بلمبة (شليشن) أو استبداله بسلك آخر .
- ٣٠- تأكد بأن مكان استعمال الجهاز الكهربائي جاف، ولا توجد أية مواد قابلة للاشتعال بالقرب من الجهاز.
- ٣١- لا تمسك أي جهاز كهربائي بعد استخدامه مباشرة ؛ لأن معظم الأجهزة الكهربائية تسخن أثناء الاستخدام ، وقد يؤدي عدم التنبه إلى ذلك إلى الإصابة بحروق .
- ٣٢- لا تعبت بتوصيل قطبي المرمك بسلك توصيل ، فقد يتسبب هذا في ارتفاع كبير في درجة حرارة السلك ما يؤدي إلى حروق مؤلمة ، فضلاً عما يصيب البطارية أو المرمك من أضرار .
- ٣٣- احذر من لمس طرفي توصيل الملف الثانوي، فقد تنشأ عن ذلك صدمات كهربائية مؤلمة، وفي التجارب التي يستخدم فيها هذا الملف، يراعى أن تكون أسلاك التوصيل المستخدمة جيدة العزل.
- ٣٤- قبل توصيل أي جهاز بمصدر التيار أطفئ مفتاح التشغيل وتأكد من أن جهد الجهاز المستخدم يناسب جهد المصدر الكهربائي فإذا كان جهد الجهاز (١١٠ فولت) فيجب توصيله بمحول يستقبل (٢٢٠ فولت) ويخرج (١١٠ فولت). ولا يوصل مباشرة بمصدر التيار، فإذا وصل مباشرة فسوف يتلف.
- ٣٥- عند انتهاء العمل بجهاز كهربائي / أطفئ مفتاح التشغيل ولا تسحب قابس الجهاز الموصل بمصدر التيار بواسطة شد سلكه الكهربائي ، وإنما بنزع القابس نفسه .
- ٣٦- اتخذ الحذر والحيلة عند استخدام الحواف المدببة، كإبر التشريح، والحواف الحادة كموس التشريح.
- ٣٧- عدم التعرض لأبخرة الفورمالين، لذا يجب غسل العينات المحفوظة في الفورمالدهيد (الفورمالين) جيداً بالماء الجاري قبل استخدامها بـ ٢٤ ساعة، واستخدام الملقط أو قفاز المطاط في إخراج هذه العينات من زجاجات الحفظ، كما يجب أن تكون التهوية كافية داخل حجرة المختبر أثناء دراسة العينات.
- ٣٨- ينبغي استخدام النظارات الواقية وقفازات بلاستيكية وبالطو وكمامات، سواء عند تشريح أو دراسة العينات، كما ينبغي غسل اليدين بالماء والصابون بعد الانتهاء من دراسة العينات أو تشريحها.
- ٣٩- لا تستخدم زجاجيات مخدوشة أو مكسورة، وتأكد من استعمالك لزجاجيات نظيفة قبل تحضير أي مادة كيميائية فيها ، وكذلك قبل إجراء أية تجارب فيها .
- ٤٠- عند إدخال أنابيب زجاجية في سدادات مطاطية أو غيرها، رطب طرف الأنبوب والسدادة بمادة مثل الفازلين ، ولا تكن عنيفاً عند إدخال الأنبوب، وعند القيام بذلك احم يديك بقطعة قماش

ثخينة، وطبق هذه التعليمات عند إخراجك لأنابيب زجاجية من السدادات .

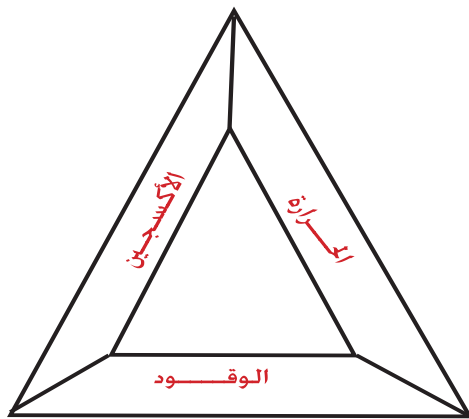
رابعاً: الوقاية من الحرائق ومكافحتها :

الاحتراق عملية ناتجة عن تفاعل كيميائي بين مادة أو أكثر متحدة مع الأوكسجين والحرارة ، أي أنه لا بد من توافر ثلاثة عناصر لحدوث الاحتراق (الحريق) ، وهذه العناصر هي :

- ١- المادة القابلة للاحتراق أو الاشتعال.
- ٢- الأوكسجين .

٣- الحرارة أو شرارة بدء الحريق. ويعبر عن هذا بمثلث الحريق أو النار (كما في الشكل)، فبدون توافر هذه

العناصر متحدة في توازن مناسب لا يحدث حريق . أو إذا فقد أحد هذه العناصر فإن ذلك يؤدي إلى عدم حدوث (الاشتعال) الحريق أي إيقافه .



مثلث الحريق

العناصر متحدة في توازن مناسب لا يحدث حريق . أو إذا فقد أحد هذه العناصر فإن ذلك يؤدي إلى عدم حدوث (الاشتعال) الحريق أي إيقافه .

❖ أنواع الحرائق وأنواع الطفائيات المستخدمة في إطفائها، يمكن تلخيصها في الجدول التالي:

أنواع الحرائق			نوع الطفاية
نوع C	نوع B	نوع A	
الحرائق في الأجهزة والمعدات الكهربائية.	السوائل القابلة للاشتعال : البنزين، الكيروسين، المذيبات العضوية، الزيوت، الشحوم	المواد الكربونية مثل الورق، الخشب، القماش، البلاستيك	
×	ممتاز	غير مستحسن	رغوة
ممتاز	ممتاز	غير مستحسن	CO ₂
ممتاز	ممتاز	ممتاز	البودرة
ممتاز	ممتاز	غير مستحسن	الهالون

❖ إضافة إلى الحرائق من نوع D : احتراق الفلزات القابلة للاشتعال ، مثل : الصوديوم والبيوتاسيوم والمغنسيوم والزركونيوم والتيتانيوم .

❖ تعليمات لوقاية المختبرات من الحرائق :

الإهمال البسيط عند إجراء التجارب أو عدم صيانة الأسلاك الكهربائية وأنابيب توصيل الغاز، أو التهوان في طريقة الوقاية من الحريق ، قد يؤدي إلى حدوث خسائر في الأرواح والممتلكات- لا سمح الله - ويمكن تفادي ذلك باتباع التعليمات الآتية :

١- العناية بتخزين المواد الخطرة ، والمواد القابلة للاشتعال ك(الأحماض، البنزين، الأسيتون، الأثير، الكحول) وغيرها .. مع مراعاة حفظ الصوديوم ، والبيوتاسيوم، والفسفور بعناية .

٢- الاستمرار في ملاحظة أنابيب الغاز والتأكد من عدم وجود أي تسرب للغاز ، كما يجب التأكد من غلق صنابير الغاز جيداً قبل مغادرة المختبر .

٣- عدم ترك أسلاك الكهرباء مكشوفة أو مدلاة أو عرضة للعبث ، كما يجب فحص جميع التوصيلات الكهربائية بالمختبرات من وقت لآخر للتأكد من سلامتها .

٤- اتخاذ الحيطة عند إجراء التجارب التي تتناول مواد قابلة للاشتعال أو الانفجار .

٥- يجب أن تحضر الغازات السامة والقابلة للاشتعال في خزانة الغازات .

٦- يجب وضع أسطوانات للإطفاء وأوعية مملوءة بالرمل في أماكن متعددة بالمدرسة، خصوصاً بالقرب من المختبرات، ولا بد من فحص الطفائيات بصفة دورية للتأكد من جاهزيتها للعمل .

٧- مراعاة عدم وضع المواد القابلة للاحتراق، مثل : الخشب والأوراق والصناديق الفارغة الخشبية أو الكرتونية في أماكن قريبة من المختبر ، وإنما توضع بعيداً في مكان غير مكشوف بجوار المبنى، أو يتم التخلص منها بعيداً عن المدرسة ، خوفاً من حدوث حريق فيها يهدد المدرسة .

٨- تجنب التدخين داخل المختبر .

٩- تجنب ترك زجاجات السوائل سريعة الاشتعال بجوار أي مصدر حرارة ، أو ترك الفلزات سريعة الاشتعال والتي تشتعل ذاتياً في الهواء ، أي معرضة للهواء الجوي .

❖ كيفية التصرف عند حدوث الحريق :

عند حدوث حريق - لا قدر الله - لأي سبب يجب اتباع الآتي :

١- شغل جرس الإنذار إن وجد .

٢- إخلى المكان مباشرة من الطلاب بسرعة ونظام وباستخدام جميع المنافذ الممكنة .

٣- إغلاق جميع مصادر الغاز أو المصدر الرئيسي له، وتبعد أسطوانات الغاز وجميع المواد القابلة

للاشتعال بعيداً عن مكان الحريق، ويفصل التيار الكهربائي عن المختبر ، ويتم كل هذا بأقصى سرعة ممكنة .



إجراءات إخلاء المبنى

- ٤- لا تحاول إطفاء الحريق مهما كان صغيراً بنفخه بالفم أو بطرف الثوب أو اليدين ، لما قد يترتب على ذلك من أخطار .
- ٥- استخدام طفاية الحريق، ويتم بنزع مسمار الأمان ، وعلى بعد مناسب من المواد المشتعلة ثم يوجه خرطوم المضخة إلى أسفل اللهب (أي إلى المواد المشتعلة نفسها، وليس إلى ألسنة اللهب)، وتفتح المضخة حتى يتم تغطية المواد المشتعلة تماماً بالبودرة .
- ٦- أستخدم الإطفاء إذا كان الحريق فوق إمكانات الطفايات المتوافرة في المختبر، أو لمجرد الظن بأن ذلك كائن . وفي مثل هذه الحالات يجب اتخاذ التدابير اللازمة لحين حضور سيارات الإطفاء، والعمل على محاصرة الحريق في أضيق حيز ممكن ، وبالحذر الكافي.
- ٧- استعمل الفوط المبللة بالماء- إن وجدت - في تغطية المواد الملهبة إذا كان حجمها صغيراً، ويمكن تغطيتها بالرمال الناعم ، والأفضل استخدام طفاية الحريق المتوافرة في المختبر .
- ٨- يجب إسعاف المصابين بالحريق أولاً بأول إذا كان هناك مصابون ، فمثلاً إذا نشب الحريق في ملابس أحد- لا قدر الله - يلف بسرعة ببطانية صوف لمنع وصول الأوكسجين الذي يساعد على الاشتعال، فإذا تم المنع فسيؤدي ذلك إلى وقف الحريق .

❖ الطرق الأساسية لإطفاء الحريق :

سبق أن عرفنا أن العوامل اللازمة لحدوث حريق واستمراره هي الوقود والأوكسجين والحرارة متحدة في توازن مناسب ، لهذا يقوم إطفاء الحريق على التخلص من أحد هذه العوامل ، ويكون هذا بطرق أساسية ، منها :

- ١- **التبريد** : ويكون هذا بسحب الحرارة من المادة المحترقة ، فتبرد تحت درجة الاشتعال وتنطفئ، ويتم هذا عادة بواسطة الماء لأنه يمتص حرارة أكثر من أي سائل آخر ، فضلاً عن توافره ، ويلقى الماء على قاع اللهب ليقوم بتبريد الأسطح المشتعلة نفسها .
- ٢- **خنق الحريق** : ويكون هذا بمنع الأوكسجين عن المادة المحترقة أو إفساد نسبة وجوده في محيط الاشتعال، فمعظم المواد القابلة للاشتعال تحتاج لجو يتوافر فيه الأوكسجين بنسبة لا تقل عن ١٥٪ حتى يستمر اشتعالها . وتستخدم لخنق الحريق مواد تكوّن طبقة تغطية، مثل: الرغوة الكيميائية، أو المسحوق الكيماوي (البودرة)، أو غاز ثاني أوكسيد الكربون، أو بطانية اسبستوس أو الرمل أو مسحوق الجرافيت، وتمنع هذه الأغشية وصول مزيد من الأوكسجين إلى المادة المحترقة فيتوقف احتراقها .
- ٣- **التجويع** : لكي يستمر الحريق يجب أن يزود باستمرار بمواد قابلة للاحتراق . ويمكن إطفاء حريق بإبعاد أي مادة قابلة للاحتراق عنه ، كأن يقفل صمام الغاز الرئيسي عن توصيلات غاز يشتعل فيها حريق ، وبذلك لا تجد النيران ما تشعله فتخبو وتنطفئ .
- ٤- **التدخل الكيماوي**: الوقود يتحد بالأوكسجين عند احتراقه، وأحياناً يمكن جعله يتحد بمادة

كيماوية يدخل في تركيبها هالوجين بدلاً من الأوكسجين فيتوقف الحريق في التو واللحظة.

٥- **عزل الحريق :** هناك نوع من الحرائق يستمد الأوكسجين اللازم له من المواد المحترقة نفسها، ولهذا يمكن أن تستمر في الاحتراق تحت الماء، ولإطفائها توضع طبقة عازلة عليها فتحرق النار نفسها حتى تنطفئ .

❖ طرق إطفاء الحرائق الصغيرة :

- ١- استخدم الرمل في إطفاء الحرائق الصغيرة الناجمة عن المواد الكيميائية بسكبه على :
 - المواد التي تحلل الماء بسرعة كالقلويات .
 - المواد الأقل كثافة من الماء ، كالشمع والزيوت وكثير من المواد العضوية .
- ٢- لا تستخدم الماء في إطفاء الحرائق الناتجة عن الكهرباء إلا بعد فصل التيار الكهربائي نهائياً من الفيوز الرئيسي .
- ٣- لا تستخدم الماء في إطفاء الحرائق الصغيرة المتسببة عن المواد الكيميائية ؛ لأن الماء يسبب انتشار هذه المواد ، ومن ثم انتشار الحريق .. وإذا كان اللهب ناتجاً عن فلزي الصوديوم أو البوتاسيوم فالماء يسبب انفجاراً عنيفاً .
- ٤- إذا حدث حريق في كأس زجاجي نتيجة وجود مواد قابلة للاشتعال فاحجب الهواء عنها بتغطية الكأس بلوح زجاجي أو بقطعة قماش سميكة .
- ٥- إذا شب الحريق في قارورة أو دورق مسخن بلهب بنزن مثلاً ، يتم غلق الغاز وإحاطة الدورق أو القارورة بقطعة من القماش السميك .
- ٦- يعتبر الأثير وثاني كبريتيد الكريون من أخطر السوائل في المختبر ، لهذا يجب الاحتراس الشديد عند استخدامهما .

خامساً : الإسعافات الأولية لحوادث المختبرات :

عندما تحدث حوادث في المختبرات ، يتطلب الأمر القيام بإسعافات أولية قد تكفي لشفاء المصاب، وفي حالات أخرى تكون ضرورية لتخفيف الألم، أو إبعاد الخطر العاجل حتى يحضر الطبيب أو يصل المصاب إلى المستشفى للعلاج .

وتنتج الحوادث في المختبرات بفعل عوامل ومسببات عديدة ، منها :

- ١- المواد الكيميائية : تتجم الإصابة عنها نتيجة انسكابها على الجلد ما يؤدي إلى حرقه .
- ٢- الأحماض والقلويات المركزة : تتجم الإصابة عنها نتيجة تطايرها أو انسكابها على الجلد أو تطايرها إلى العين .
- ٣- المواد الكيميائية السامة : تتجم الإصابة عنها نتيجة استنشاق أبخرتها أو غازاتها السامة، أو الابتلاع العارض لمحلول سام في أثناء عملية سحب المحلول بالماصة باستخدام طريق السحب بالفم، أو تناول غذاء أو شراب ملوث عن طريق اليد بعد التعامل مع مواد سامة بدون غسلها .
- ٤- الحرارة : تتجم الإصابة عنها نتيجة اللهب المفتوح كلهب موقد بنزن أو أحد الدوايق أو الأنابيب الساخنة .

- السوائل الساخنة كالماء الساخن أو الزيوت الساخنة .
- السوائل المشتعلة كالأثير المشتعل .
- الانفجارات التي قد تحدث نتيجة للتفاعلات .
- ٥- الزجاج المكسور والأشياء الحادة .
- ٦- الصدمة الكهربائية .

وكما نلاحظ أن مسببات الحوادث في المختبرات عديدة فإن هناك أيضاً طرق إسعاف مختلفة لكل حالة من حالات الإصابة وبما ينسجم مع المسبب .

(أ) الحروق :

- ١- في حالة الحروق الناتجة عن انسكاب حمض مركز على الجلد ، ويسعف بأن :
 - يغسل فوراً الجزء المصاب جيداً بكمية وافرة من الماء .
 - يغطى مكان الحرق جيداً بقطعة من القطن المغموس جيداً في محلول بيكربونات الصوديوم المائي بتركيز ٥ ٪ .
 - إذا كان الحرق شديداً يغسل مرة أخرى بالماء بعد غمس الجزء المصاب في محلول بيكربونات الصوديوم أو عن طريق وضع القطن المغموس في المحلول . ويغطى الحرق بمستحلب خاص للحرق ، ثم يتابع العلاج في المستشفى .
- ٢- في حالة الحروق الناتجة عن انسكاب قلوي على الجلد ، ويسعف بأن :
 - يغسل فوراً الجزء المصاب جيداً بكمية وافرة من الماء .
 - يغطى مكان الحرق جيداً بقطعة من القطن مغموسة جيداً في محلول حمض الخليك بتركيز ٥ ٪ ويلف بالشاش حتى لا يتعرض للهواء .
- ٣- في حالة الحروق الناتجة عن الصوديوم أو البوتاسيوم ، ويسعف بأن :
 - تزال قطع الصوديوم أو البوتاسيوم بالملقط .
 - يغسل الجزء المصاب بالماء وحمض البوريك بتركيز ١ ٪ .
 - يغطى بعد ذلك بالشاش الطبي أو الشاش المغموس بزيت الزيتون ، ويلف برباط طبي .
 - إذا كان الحرق شديداً يغطى بمستحلب خاص بالحرق ، ويتابع العلاج في المستشفى .
- ٤- في حالة الحروق الناتجة عن الفوسفور ، ويسعف بأن :
 - يغسل مكان الحرق جيداً بالماء بعد إزالة القطع العالقة .
 - يغسل أيضاً بمحلول كربونات الصوديوم بتركيز ٢ ٪ ثم بمحلول كبريتات النحاس بتركيز ١ ع (يحضر محلول كبريتات النحاس بإذابة ٢٥ جم. في ١٠٠ مل. ماء مقطر) .
 - أعد الغسل مرة ثانية بمحلول كربونات الصوديوم بتركيز ٢ ٪ .
 - إذا كانت الحروق شديدة يغسل مرة أخرى بالماء ، ثم يغطى بمستحلب خاص بالحرق ، ويتابع العلاج في المستشفى .
- ٥- في حالة الحروق الناتجة عن الفينول التي قد تكون مميتة ، لذا يجب الحذر عند التعامل معها ، ويسعف بغسل مكان الحرق جيداً بكمية كافية من الماء ومحلول الصابون ثم بالماء البارد ثم بالكحول الطبي ، ويتابع العلاج في المستشفى .
- ٦- في حالة الحروق الناتجة عن كبريتات الميثيل ، يسعف المصاب بغسل مكان الحرق بسرعة بمحلول النوشادر المركز ، ثم يمسح بقطعة مبللة بمحلول النوشادر ، ويربط برباط طبي ، ويتابع العلاج في المستشفى .
- ٧- في حالة الحروق (الجافة) الناتجة عن موقد بنزن أو السخان الكهربائي أو الزجاج الساخن أو ما شابه ذلك ، يسعف المصاب بأن :
 - يغسل مكان الحرق جيداً بالماء والصابون ، ثم بالماء البارد .
 - يغمر مكان الإصابة لمدة قصيرة بمحلول كربونات الصوديوم بتركيز ١ ٪ .
 - يغطى بالشاش الطبي المغموس في محلول كربونات الصوديوم بتركيز ١ ٪ ، ثم يلف برباط طبي ، ويتابع العلاج في المستشفى إذا كان الحرق شديداً .
- ٨- في حالة الحروق (السائلة) الناتجة عن الماء أو البخار أو الزيوت الساخنة أو ما شابه ذلك :
 - إذا كانت الإصابة بسيطة يسعف بغسل مكان الإصابة جيداً بالماء والصابون ثم بالماء البارد لبعض الوقت ، أو يغسل بمحلول بارد مشبع من بيكربونات الصوديوم ، ثم يغطى بمرهم

- أوكسيد الزنك أو الفازلين ويلف بشاش طبي جاف حتى لا يتعرض للهواء .
- إذا كانت الإصابة شديدة لا يغطى بمرهم بل يستخدم بسرعة أي مستحلب خاص بعلاج الحرق ، ثم يتابع العلاج في المستشفى، فهذا الإسعاف إلى حين استشارة الطبيب .

(ب) إصابة العين بالمواد الكيميائية :

- إذا كانت الإصابة ناتجة عن تطاير حمض يسعف فوراً بغسل العين جيداً بالماء ، ثم تقطير ٤ قطرات من محلول بيكربونات الصوديوم ٥ ٪ .
- إذا كانت الإصابة ناتجة عن تطاير قلوي يسعف فوراً بغسل العين جيداً بالماء ثم تقطير ٤ قطرات من محلول حمض البوريك ولعدة مرات .. وإذا كان الالتهاب شديداً يجرى الإسعاف فوراً ثم ينقل إلى طبيب مختص (في كلا الحالتين الإصابة بالحمض أو القلوي).

(ج) إصابات التيار الكهربائي :

- إذا تعرض الجسم للتيار الكهربائي فإما أن يسبب له حروقاً تختلف درجة شدتها (كحرق الحديد المحمى) أو يسبب له صدمة عصبية قد تكون شديدة فتؤدي إلى الموت .
- وفي حالة حدوث صدمة كهربائية ، يقطع التيار فوراً ، وتعالج الحروق كما سبق ، وتعالج الصدمة العصبية بالتنفس الاصطناعي الطويل ؛ لأن كثيراً من الحالات أثبتت إمكان عودة الحياة إلى المصعوق بعد مضي عدة ساعات .
- وينبغي في حالة الصدمة ألا تضيع الوقت . ابدأ في التنفس الاصطناعي فوراً لئلا يصاب الجهاز العصبي بخلل ويتوقف القلب عن النبض ، ويتم استدعاء الطبيب أيضاً في نفس الوقت.

❖ خطوات إجراء عملية التنفس الاصطناعي (بواسطة الفم) :

- ١- ضع المصاب على ظهره (كما في الشكل (١)) وأفحص أنفه وفمه للتأكد من خلوهما من العوائق التي تغلق المجرى التنفسي ، كارتداد اللسان إلى الخلف أو وجود طقم أسنان .
- ٢- احن رأس المصاب إلى الأعلى وإلى الخلف (كما في الشكل (٢)) ، وخذ نفساً عميقاً للسماح لأكبر كمية من الهواء بالدخول إلى رئتيك .
- ٣- افتح فم المصاب بإحدى يديك ، وأغلق أنفه بضمه بأصابع يدك الأخرى (كما في الشكل (٣)).
- ٤- ضع فمك على فم المصاب وانفخ فيه ، ثم ارفع رأسك (كما في الشكل (٤)).



- ٥- لاحظ حركة صدر المصاب بعد نفخ الهواء، وخذ نفساً عميقاً آخر استعداداً للنفخ مرة أخرى، وانفخ برفق بمعدل ٢٠ مرة في الدقيقة إذا كان المصاب طفلاً .
- ٦- إذا لم يسترجع المصاب نفسه الطبيعي ، لاحظ مرة أخرى خلو الأنف والفم من العوائق ، واحن الرأس أكثر ، ثم ابدأ عملية التنفس الاصطناعي بنفخ الهواء مرات متتالية ، ثم نظم العملية بمعدل ١٢-١٥ مرة في الدقيقة ، أو كلما لاحظت حاجة المصاب إلى ذلك .

(د) الإغماء :

- وأعراضه رعشة وقصر في التنفس ، ودوخة، وعرق كثير . وإلى أن يأتي الطبيب يوضع المصاب في هيئة النائم ويكون رأسه منخفضاً عن قدميه ، وتفتح الملابس الضيقة وينشق أبخرة الأمونيا من خلال قطعة مبللة بأحد محاليلها ، وتحرك أمام أنفه وتدفئته ببطانية .

١- التسمم من الغازات :

- ويظهر ذلك عندما يشكو تلميذ أو تلميذة من صداع أو دوخة في مختبر به غاز الكلور أو كبريتيد الهيدروجين أو أكاسيد النيتروجين أو ما شابهها .
- ينقل المصاب إلى الخارج لاستنشاق الهواء النقي، ويترك ليسترخ، ويمكن استنشاق بخار النشادر بواسطة قطعة قطن مبللة به تقرب من أنفه، أو الفرغرة بمحلول بيكربونات الصوديوم، أو شرب ماء النعناع الدافئ أو القرفة، وذلك لراحة الحلق والرئتين .
- كما يمكن إعطاء المصاب أسبرين ، ولا يسمح له بالتحرك إلا إذا اختفت الأعراض بسرعة، وإذا لم يحدث ذلك يستدعى الطبيب أو ينقل إلى أقرب مستشفى .
- وفي حالة وجود مصاب يجب إخلاء المختبر من باقي التلاميذ، ويتم تهويته بفتح النوافذ والأبواب .

٢- التسمم من المواد الكيميائية الصلبة والسائلة :

- أ - في حالة دخول مادة كيميائية الفم دون بلعها تبصق على الفور ، ويجرى التمضمض بالماء عدة مرات .
- ب - في حالة ابتلاع حمض من الأحماض بما فيها حمض الإيزاليك أو القلويات لا تعطى المقيئات للمصاب ؛ لأن لقلقات المعدة التي يحدثها القيء قد تسبب تمزق القرحة التي أحدثها السم الكاوي (حمض أو قلوي) ، وهذا التمزق يؤدي إلى النزف الداخلي وإلى التهاب، وما ينجم عنهما من شديد الأخطار ، ويتم الإسعاف كما يلي :
- ففي حالة ابتلاع قلوي يخفف بشرب الكثير من الماء، ويعطى المحاليل المخففة من الخل بتركيز ٥٪ (٥ مل . من الخل + ٩٥ ماء مقطر)، أو عصير الليمون (تؤخذ ملعقتان كبيرتان مذببتان في الماء)، ثم الحليب الممزوج (المضروب) بالبيض وزيت الزيتون أو البارافين ٢٠٠ مل .
 - أما في حالة ابتلاع حمض فيخفف بشرب الكثير من الماء، ويعطى المحاليل المخففة من المغنيزيا (هيدروكسيد ماغنسيوم) أو ماء الكلس (ملعقة كبيرة من المغنيزيا)، ثم يعطى للمصاب حليباً ممزوجاً (مضروباً) بالبيض، ثم يعطى مقدار ١٠٠ جم . من زيت الزيتون .
 - اغسل الشفتين واللسان بالماء جيداً إذا احترقت بالمحلول القلوي ، ثم غطها بقطعة من القطن المغموس جيداً بحمض الخليك بتركيز ٥٪ واتبع نفس ما سبق في حالة الحمض مع استبدال حمض الخليك بمحلول بيكربونات الصوديوم المائي بتركيز ٢ ٪ وانقل المصاب إلى أقرب مستشفى أو إلى طبيب مختص .
 - لتسكين ألم المغص في حالة ابتلاع حمض توضع له المسخنة فوق البطن ، ويغطى المصاب بالأغطية ، وينقل إلى أقرب مستشفى .
 - أما في حالة ابتلاع قلوي فتستعمل المسخنة (كمادات حارة/ قربة الماء الساخن)، فتوضع فوق البطن لتسكين ألم المغص ، ويدفأ المصاب بالبطانيات، ويرطب الهواء المحيط ببخار الماء لتسهيل التنفس .
 - في حالة بلع أملاح الفلزات الثقيلة : يعطى المصاب مقيئاً من محلول دافئ ملح الطعام، ثم يعطى الحليب أو بياض البيض (زلال البيض) ، وتوضع (مسخنة) قربة بها ماء ساخن فوق البطن ، ويدفأ المصاب بالبطانية .
 - عند بلع مركبات الزرنيخ والزرنيق : يعطى المصاب مقيئاً في الحال ثم البيض المضروب بالحليب ، أو حليباً فقط ، وتوضع مسخنة فوق المعدة ، ويدفأ المصاب مع استدعاء الطبيب أثناء القيام بالإسعاف .

- في حالة بلع سيانيد البوتاسيوم - لا سمح الله- فهي مادة سامة جداً وسريعة القتل، ولهذا يجب استخدامها بحذر شديد جداً .

و- الإصابات الناتجة عن الزجاج المكسور :

يتعامل الفنيون في مجال المختبرات المدرسية بشكل متكرر يومياً مع الزجاجيات ، ونتيجة هذا الاستخدام المتكرر ، يصادف أن تقع هذه الزجاجيات أو تتكسر لأسباب متعددة ، ومن المحتمل أن تكون هذه الزجاجيات نظيفة أو ملوثة ، ولكل منها معاملة خاصة أثناء عملية الإسعاف :

- إذا كان الزجاج نظيفاً فاتبع ما يلي في الإسعاف :

- أزل بقايا الزجاج .
- طهر الجلد مكان الإصابة بالكحول الطبي .
- غط مكان الإصابة بضمادة لاصقة .
- اعمل على إيقاف النزيف إذا وجد باستخدام ضماد ضاغط ، ثم انقل المصاب إلى المستشفى أو إلى الطبيب .

- إذا كان الزجاج ملوثاً (يحتوي على مواد جراثومية، كأطباق بترى المحتوية على مزارع جرثومية، أو

الأنابيب المحتوية على عينات بول أو ماء مستنقع أو ما شابه ذلك) فیتبع في الإسعاف التالي:

- تحقق من أن الجرح ينزف، وإذا لم يكن كذلك فيتم عصره بقوة لجعله ينزف لبضع ثوان.
- بلل منطقة الجرح بمادة مطهرة كالكحول الطبي .
- اغسل مكان الإصابة بالماء والصابون جيداً .
- بلل منطقة الجرح ثانية بمادة مطهرة، باستخدام قطنة مبللة بالكحول الطبي وأبقها عليها.
- انقل المصاب إلى الطبيب .

الفصل الرابع

أساسيات الصيانة للمختبر المدرسي

- ❖ تقديم .
- أولاً : الصيانة الدورية (الوقائية).
- ثانياً: الصيانة الطارئة (العلاجية).
- ❖ المبادئ العامة لتنفيذ عملية الصيانة.
- ❖ الخطوات والإجراءات العامة في تنفيذ عملية الصيانة.

أساسيات الصيانة

تقديم:

يتكون المختبر المدرسي بشكل عام من مجموعة من الأجهزة والأدوات والمواد المختلفة ، التي تستخدم في عملية التدريس وإجراء التجارب المخبرية؛ بهدف إيضاح المفاهيم العلمية المختلفة الواردة في موضوعات المناهج الدراسية.

ونجد أن معظم الأجهزة والأدوات المخبرية وخاصة في تجهيزات مختبر الفيزياء تتكون من :

أ- تجهيزات تعليمية صرفة ، مثل :

البكرات والنوابض ، أدوات توليد الكهرباء الساكنة، أنابيب تفريغ الأشعة المهبطية ، العدسات والمرايا ، الأدوات المغناطيسية، ... إلخ .

ب- تجهيزات مساعدة لإجراء التجارب مثل:

أجهزة القياس المختلفة (جهاز دراسة الموجات (الأسيلوسكوب)، جهاز قياس كهربائي متعدد الأغراض (multimeter) ، مقاييس الضغط و الحرارة و الطول ، ... إلخ) .

ج- تجهيزات مستخدمة لتسجيل ونسخ المادة العلمية ، مثل :

كاميرات التصوير(الفيديو والفوتوغرافي)، أجهزة تسجيل الصوت والصورة، أجهزة وآلات النسخ والطباعة كجهاز الحاسوب وآلة تصوير الوثائق مثلاً .

د - أجهزة العروض التعليمية ، مثل :

جهاز التلفزيون، جهاز الفيديو لعرض الصورة والصوت ، جهاز عرض الأجسام والصور المعتمدة (الفانوس السحري)، جهاز السينما المدرسية، جهاز عرض الشفافيات (OHP)، جهاز عرض الشرائح، وجهاز عرض البيانات الحاسوبية (Data show projector) .

إن التجهيزات المخبرية التعليمية السابقة وغيرها من مكونات المختبر المدرسي تحتاج إلى عناية خاصة ودراسة واسعة بآلية عملها وتشغيلها، حفاظاً على استمرارية عملها بشكل جيد وسليم لأطول فترة زمنية ممكنة، ولهذا فإنها تكون دائماً بحاجة إلى إصلاح وصيانة بشكل دوري ومستمر ولاسيما إعادة الضبط والمعايرة التي يجب عملها بشكل دوري قبل وبعد الاستخدام لهذه الأجهزة والأدوات، وذلك لأن هذه التجهيزات تكون بسيطة من حيث التركيب والتصنيع علاوة على تكرار استخدامها وتعدد مستخدميها أيضاً ما يجعلها بحاجة إلى الصيانة بشكل دوري حماية لها من حدوث الأعطال أو التلف. ولذلك يجب على اختصاصيي المختبر مراعاة دقة وحساسية تجهيزات المختبر المدرسي أثناء التعامل معها، وعمل الفحص والصيانة الدورية والأولية لها كلما أمكن ذلك ، سعياً لتحقيق عدد من الأهداف، أهمها :

- 1- زيادة العمر التشغيلي لتجهيزات المختبر المدرسي .
 - 2- الحرص على اكمال وسلامة مكونات المختبر المدرسي، وبالتالي رفع معدل الاستفادة منه .
 - 3- تعزيز المساعي الرامية إلى تفعيل دور المختبر المدرسي في تحسين مستوى ونوعية التعليم .
 - 4- رفع مستوى خبرة أخصائي المختبر بتجهيزات المختبر المدرسي والتعرف على مدى جودة ودرءة كل نوع منها ، وهذا ما يعزز العمل من تحسين جودة وكفاءة المختبرات .
- ويمكن إيراد تعريف عام ومبسط لعملية الصيانة بأنها : عملية مراقبة دقة وآلية عمل الجهاز وتنظيفه، وإصلاح الجزء العاطل أو التالف منه؛ لضمان ديمومة عمله والاستفادة منه لأطول فترة زمنية ممكنة . (أي أن عملية الصيانة هي السعي لزيادة العمر الافتراضي لعمل الجهاز) .
- ونجد أن تجهيزات المختبر المدرسي تختلف فيما بينها، من حيث : حجم ومستوى الصيانة المطلوبة لها بالإضافة إلى مستوى ومؤهل منفذ هذه الصيانة .

كما أن هناك مجالات تخصصية للصيانة حسب نوع الجهاز العلمي المراد صيانته ، كالأجهزة الميكانيكية، والكهربائية، والإلكترونية ، بالإضافة إلى الأجهزة والأدوات المخبرية الأخرى .
و يمكن تصنيف الصيانة من حيث النوع والمستوى إلى :

أولاً : الصيانة الدورية (الوقائية) :

ويقصد بها صيانة أجهزة وأدوات المختبر بشكل دوري سواءً كانت هذه التجهيزات عاطلة أو غير عاطلة، واتباع الطرق العلمية السليمة في التعامل مع هذه التجهيزات ، وذلك للحفاظ عليها ووقايتها من الأعطال والتلف قبل حدوثه .

ويندرج تحت هذا النوع من أعمال وإجراءات الصيانة ما يلي :

- المحافظة على نظافة أجهزة وأدوات المختبر بشكل دائم .
 - ضبط ومعايرة أجهزة وأدوات المختبر قبل وبعد كل استخدام لهذه الأجهزة والأدوات.
 - التأكد من ملائمة التيار الكهربائي المستخدم لتغذية الجهاز وعدم حدوث التغيرات المفاجئة فيه والتي غالباً ما تؤدي إلى الإضرار بالجهاز، وبالعناصر والدوائر الكهربائية المكونة له.
 - مراعاة طرق الاستخدام والتشغيل الآمن لأجهزة وأدوات المختبر، والتأكد من سلامة أجزاء وعناصر التهوية والتبريد فيها وعملها بشكل طبيعي ومألوف.
 - فحص وتنظيف المكونات الداخلية للأجهزة بشكل دوري .
 - عمل الفحص الأولي للأجهزة العاطلة وإصلاحها في حالة تعرضها للأعطال البسيطة .
- ويتم تنفيذ وعمل هذا النوع من الصيانة في المدرسة نفسها ، بواسطة أخصائي المختبر المسئول عن استخدام وتشغيل هذه التجهيزات ، أو من تتوافر لديه الخبرة من مدرسي العلوم بالمدرسة.

ثانياً : الصيانة الطارئة (العلاجية) :

ويقصد بها الصيانة المطلوبة عند حدوث العطل للجهاز أو الآلة ، ويمكن تنفيذها من قبل أخصائي المختبر (في حالة الأعطال البسيطة) أو بالاستعانة بفني الصيانة المتخصص (في حالة حدوث الأعطال البالغة) وخصوصاً حدوث عطل في أحد الأجهزة الهامة مثل :

- أجهزة العروض التعليمية المختلفة (كالتلفزيون ، الفيديو ، الحاسوب ، السينما ، ... إلخ).
- أجهزة القياس الكهربائي والإلكتروني في المختبر (كجهاز راسم الموجات ، جهاز قياس كهربائي متعدد الأغراض ، ... إلخ).
- وحدات التغذية الكهربائية ومحولات التيار الكهربائي (كجهاز التغذية الكهربائية ، جهاز مولد الذبذبات (الموجات) ... إلخ).
- الأجهزة والأدوات الزجاجية المحتاجة للمعالجات الحرارية (كأنابيب التفريغ الكهربائية ؛ المكثفات الزجاجية ، ... إلخ).

كما نجد أن لكل جهاز أو أداة من أجهزة وأدوات المختبر المدرسي خاصيته المميزة له في الصيانة تبعاً لنوعية وطبيعة عمل تلك الأجهزة ، ونوع وحجم الأعطال الحادثة فيها، ولذا تتباين الحاجة إلى صيانة تلك الأجهزة، والإجراءات اللازمة اتخاذها لتفادي تلفها وتعطيلها أو إصلاح العاقل منها، من مجرد مراعاة السبل العلمية السليمة أثناء استخدام وتشغيل هذه الأجهزة وتخزينها بشكل مناسب، وكذا إجراء عملية إعادة الضبط والمعايرة لها قبل وبعد الاستخدام إلى إصلاح أو استبدال بعض الأجزاء البسيطة العاطلة فيها (في حالة الأجهزة والأدوات البسيطة)، وهذه الإجراءات البسيطة هي ما نعتقد أن بإمكان أخصائي المختبر أو بعض مدرسي العلوم بالمدرسة عملها وتنفيذها في إطار المدرسة نفسها، كما قد يكون الاحتياج إلى إجراء وتنفيذ عملية إصلاح وصيانة شاملة للجهاز العاقل وتغيير أجزاء أو وحدات تكون عاطلة فيه (في حالة حدوث الأعطال البالغة في الأجهزة الكهربائية والإلكترونية المعقدة)، وفي هذه الحالة يلزم تدخل فني متخصص في عملية الصيانة والإصلاح.

المبادئ العامة لتنفيذ عملية الصيانة :

ينبغي لمنفذ عملية الصيانة (فني الصيانة أو أخصائي المختبر) أن يكون ملماً ببعض المبادئ العامة والمهمة والضرورية لصيانة المختبر المدرسي وتجهيزاته المختلفة ، ومدرراً لأساسيات العمل في الصيانة والطرق العلمية السليمة المتبعة فيه ، التي توفر الحماية للجهاز من تعرضه لمزيد من الأعطال أو التلف (الجزئي أو الكلي) ، وتضمن في الوقت نفسه سلامة منفذ عملية الصيانة من تعرضه للمخاطر التي قد تحدث له .

ومن أهم المبادئ والمتطلبات الأساسية اللازم توافرها ومراعاتها في تنفيذ عملية الصيانة ما يلي:

- ١- توافر المعرفة التامة بالجهاز المستخدم أو المطلوب صيانتة وطبيعة عمله ، وكيفية تشغيله واستخدامه بشكل سليم وآمن .
- ٢- توافر القدرة على استيعاب الإرشادات والتعليمات الواردة في الدليل المصاحب للجهاز والعمل بها عند استخدامه وتشغيله أو صيانتة .
- ٣- الإلمام الجيد بمكونات الجهاز وأجزائه الداخلية الرئيسية ، ومعرفة موقع وطبيعة عمل كل منها .
- ٤- توافر القدرة على فك الجهاز ، وتحديد الأماكن والأجزاء الآمنة والخطرة فيه ، وذلك حماية للجهاز ولمنفذ عملية الصيانة في نفس الوقت .
- ٥- توافر القدرة والخبرة اللازمة للبحث عن العطل ، وتحديد نوعه ومكانه وسبب حدوثه وكيفية إصلاحه .
- ٦- القدرة على إعادة تجميع وتركيب الجهاز كما كان ، سواء تم إصلاحه أو لم يتم .
- ٧- الإلمام باحتياطات الأمن والسلامة في تنفيذ عملية تشغيل وصيانة تجهيزات المختبر المدرسي ، وأهمها :

- قراءة واستيعاب الإرشادات الواردة في الدليل المصاحب للجهاز بشكل جيد ، والالتزام بها عند تشغيل الجهاز وصيانتة .

- التأكد من ملائمة جهد وتردد عمل الجهاز مع جهد وتردد مصدر التيار الكهربائي المتوافر لديك بالمدرسة .

- معرفة المواد أو الظروف ذات التأثير (السلبى أو الإيجابى) على الجهاز ، ومراعاة ذلك عند استخدام الجهاز وتشغيله أو صيانتة وتخزينه .

- التأكد من وضع الجهاز في مكان آمن ومناسب ، من حيث توافر الثبات والتهوية الجيدة للجهاز عند التشغيل ، وعدم تعرضه لأشعة الشمس المباشرة أو الأماكن الرطبة .

- التأكد من سلامة الكابلات الكهربائية وعدم تعرضها لاحتمال الكشط أو القطع .

- عدم تشغيل أو تخزين الجهاز بالقرب من المجالات المغناطيسية أو السوائل والمواد الكيميائية .

- مراعاة تخزين الجهاز في مكان مناسب وآمن ، وفصل البطاريات الكهربائية المستخدمة فيه عند تخزينه ، وعدم استخدامه لفترة طويلة .

٨- توافر لوازم ومتطلبات تنفيذ عملية الصيانة للمختبر المدرسي ، من حيث :

أ- توافر عدة وأدوات العمل اللازمة لتنفيذ عملية الصيانة :

والعدة المثلى اللازم توافرها لمنفذ عملية الصيانة يجب أن تشتمل على ما يلي :

١- أجهزة فحص وقياس كهربائية وإلكترونية مختلفة أو على الأقل توافر جهاز قياس متعدد الأغراض (multimeter) .

٢- مجموعة مفكات براغي (دساميس) مختلفة من حيث النوع والحجم .

٣- مجموعة مفاتيح صواميل (بانات) مختلفة من حيث النوع والحجم .

٤- مجموعة قطعة وكلاية وقشاعة أسلاك عازلة كهربائياً .

- ٥- مكواة لحام خارصين كهربائية مع اللحام .
- ٦- مجموعة أدوات (مقص ، ملقط ، ماسك أسلاك مختلفة) .
- ٧- مجموعة مبادر صغيرة مختلفة من حيث الشكل والحجم .
- ٨- عدسة تكبير ذات عنق مرن (حرارة الحركة) .
- ٩- منديل تنظيف أو قطعة قماش تنظيف ناعمة .
- ١٠- مصدر ضوء قوي (مصباح جيب) .
- ١١- لاصق عزل كهربائي (شليشان) .
- ١٢- مطرقة صغيرة .

ومعظم هذه المواد وأدوات العمل المختلفة تتوافر ضمن مواد وأدوات المختبر المورد للمدرسة ، ويمكن توفير بقية تلك المتطلبات من مصادر محلية أخرى .

ب- مواد وقطع غيار بسيطة :

- مجموعة مقاومات حرارية مختلفة القيم والنوعية (قيم شائعة) .
- مجموعة مكثفات مختلفة السعات والنوعية (سعات شائعة) .
- مجموعة ثنائيات (دايودات) مختلفة الأنواع .
- مجموعة فيوزات كهربائية مختلفة القيم والأحجام .
- مجموعة ترانزستورات إلكترونية مختلفة الأنواع .
- مجموعة أسلاك كهربائية مختلفة السماكة .
- مجموعة براغي معدنية وخشبية مختلفة الأنواع .
- مجموعة مسامير خشبية عادية مختلفة الأنواع .
- مواد وسوائل تنظيف مناسبة مختلفة .
- مواد لصق وغراء مختلفة الأنواع والقوة .

ويمكن توفير معظم هذه المواد وقطع الغيار البسيطة من مكونات المختبر المدرسي أيضاً أو من مصادر محلية مختلفة (محلات بيع هذه المواد ، الأجهزة والآلات التالفة والقديمة ، إلخ) .

❖ الخطوات والإجراءات العامة لتنفيذ عملية الصيانة :

تتنوع أساليب وطرق تنفيذ عملية الصيانة لتجهيزات المختبر المدرسي تبعاً لتنوع واختلاف أجهزة وأدوات المختبر نفسه وطبيعة ومادة تصنيع كل منها وكذا نوع ومدى حدوث العطل الحادث في الجهاز، ولكن هناك خطوات وإجراءات عامة ومشتركة يتم الالتزام بها وتنفيذها بطريقة متسلسلة ومتتابعة في كل عمليات الصيانة ، سواء كانت صيانة دورية أو صيانة علاجية وطارئة . وأهم هذه الخطوات والإجراءات ما يلي:

أولاً : في حالة صيانة الأجهزة والأدوات الكهربائية والإلكترونية :

تتكون الأجهزة الكهربائية والإلكترونية من عناصر ووحدات كهربائية وإلكترونية مثبتة على لوحات خاصة تكون هذه العناصر والوحدات الإلكترونية الدقيقة والحساسة معرضة بشكل كبير لحدوث العطل أو التلف خاصة عند استخدام الجهاز أو الأداة بعشوائية وارتجال دون مراعاة للطرق العلمية السليمة في استخدام الجهاز وتشغيله حتى أثناء صيانته ، لذا يجب الأخذ في الاعتبار عند تنفيذ عملية الصيانة اتباع خطوات إجرائية عامة يتم عملها بطريقة تسلسلية ومتتابعة ، وأهم هذه الخطوات ما يلي :

١- قراءة المعلومات والإرشادات الخاصة بتشغيل واستخدام الجهاز أو الآلة التي ترد دائماً في الدليل المصاحب له .

٢- بعد التأكد من استيفاء الأخذ بالإرشادات الواردة في الدليل حول تجهيز الجهاز للعمل

وملاءمة التغذية الكهربائية له ، يتم تشغيل الجهاز وفق الإرشادات الخاصة بالضبط والمعايرة اللازم عملها للجهاز .

٣- مراقبة عمل الجهاز وتحديد ما إذا كان يعمل بشكل طبيعي أو غير طبيعي ، وتحديد شكل وطبيعة العطل (إن وجد) .

٤- إيقاف عمل الجهاز وفصله بشكل كلي عن مصدر التيار الكهربائي .

٥- فك الجهاز وفق الطريقة والتسلسل الصحيح المحدد لذلك في دليل الصيانة للجهاز .

٦- البدء في تنظيف الأجزاء الداخلية للجهاز باستخدام منفاخ هواء أو فرشاة تنظيف ناعمة وجافة، مع الحرص على عدم ملامسة الأجزاء الداخلية والحساسية للجهاز أو تحريكها والضغط عليها بقوة ما يسبب فصل تلك الأجزاء وقطع الأسلاك والتمديدات الكهربائية داخل الجهاز.

٧- قم بتنفيذ الإجراءات المطلوبة بعد هذه المرحلة وفقاً للحالات التالية :

أ - في حالة صيانة جهاز غير عاطل :

-التأكد من وجود وثبات كل الأجزاء الداخلية للجهاز في مكانها الصحيح وأنها في حالة وشكل طبيعي وعادي كما كانت عليه قبل التنظيف .

-إعادة تركيب وتغطية الجهاز وفق تسلسل عكسي لعملية فكه .

-تنظيف الأجزاء الخارجية للجهاز باستخدام قطعة قماش ناعمة وجافة .

-وصل الجهاز بالتيار الكهربائي وتشغيله للتأكد من عمله بشكل طبيعي .

-إيقاف عمل الجهاز وفصل التيار الكهربائي عنه، وتخزينه في المكان المناسب لحين الاستخدام.

ب - في حالة صيانة جهاز عاطل :

-البحث عن سبب ومكان العطل من خلال الفحص الأولي ، والتأكد من وصول التيار الكهربائي إلى الجهاز ، وكذا ملاحظة الأجزاء والمكونات الداخلية للجهاز ، والتأكد من سلامة مظهرها وشكلها الخارجي وخلوها من الأعطال الظاهرية .

-إذا تم العثور على سبب ومكان العطل الظاهري خلال هذه المرحلة وذلك بملاحظة أجزاء تالفة أو محترقة أو متفخة وذات مظهر غير طبيعي أو مألوف أو فصل سلك توصيل كهربائي أو انقطاعه... إلخ . يتم إصلاح العطل واستبدال الجزء العاطل أو التالف في الجهاز بعد توفير قطع الغيار المناسبة (يجب تغيير القطعة العاطلة بقطعة من نفس النوع وتحمل نفس رقم وموديل القطعة أو الجزء التالف) .

-إذا لم يتم العثور على مكان وسبب العطل خلال عملية الفحص الأولى للجهاز فإن عطل الجهاز يكون من الأعطال غير الظاهرية التي تتطلب مزيداً من البحث والفحص والقياس لعناصر

الجهاز الداخلية يتطلب عملها توافر مستوى خبرة أعلى ، ولذا :

• في حالة عدم توافر الخبرة لدى منفذ عملية الصيانة :

- إعادة تركيب وتغطية الجهاز وفق الطريقة المحددة لذلك، ويتسلسل عكسي لعملية فكه.

- الاستعانة بفني صيانة متخصص لصيانة وإصلاح الجهاز .

• في حالة توافر الخبرة لدى منفذ عملية الصيانة :

- البدء في عملية الفحص بالقياس وباستخدام أجهزة قياس مناسبة ، على أن يتم البدء بفحص

وقياس أجزاء وعناصر وحدات التغذية الكهربائية للجهاز، والوحدات المشتبه بتعطيلها في

الجهاز، التي تكون معرضة لتيارات كهربائية مرتفعة القيمة ، وغالباً ما تكون في حالة قصر

(short) كهربائي (تعطي مقاومة صغيرة جداً أو تساوي الصفر) أو تعطي مقاومة أو معاوقة بقيم

لا نهائية (مع الانتباه إلى ضرورة كون الجهاز مفصلاً عن التيار الكهربائي في هذه المرحلة).

-في حالة عدم العثور على مكان وسبب العطل في الخطوة السابقة ، فيتم وصل الجهاز بالتيار

- الكهربائي ، والبدء بفحص الجهاز بشكل دقيق ، ومتابعة سريان التيار الكهربائي بدءاً من وحدة تغذية الجهاز وصولاً إلى الوحدات والأجزاء الداخلية للجهاز ، ومن خلال قياس فرق الجهد الكهربائي وقيمة التيار عند دخل وخرج كل عنصر من عناصر الجهاز ؛ لتبين العناصر العاملة والعناصر غير العاملة في الجهاز ، مع الحرص على عدم ملامسة الأجزاء الخطرة وغير الآمنة في الجهاز (الأجزاء التي تعمل بتيار كهربائي عال) أثناء ذلك .
- بعد العثور على مكان وسبب العطل يتم إصلاح العطل بعد توفير قطع الغيار المناسبة وإعادة تجميع وتركيب وتغطية الجهاز وفق الطريقة المحددة التي سبق شرحها .
- يتم وصل الجهاز بالتيار الكهربائي وتشغيله ؛ للتأكد من عملية إصلاح الجهاز وعمله بشكل طبيعي وسليم .
- يتم إيقاف عمل الجهاز وفصله عن مصدر التيار الكهربائي وتخزينه في المكان المناسب لحين الاستخدام .

ثانياً : في حالة صيانة الأجهزة والأدوات غير الكهربائية :

- نجد أن بعض هذه الأجهزة والأدوات مصنوعة من مادة وحيدة ، قد تكون معدنية مثل جهاز التمدد الطولي للمعادن ، أو زجاجية كالمكثفات الزجاجية بأنواعها ومقاييس الحرارة إلخ. أو قد تكون خشبية كالأنبوبة الأرغوانية والكاميرا ذات الثقب وغيرها .
- وقد تكون هذه الأجهزة مصنوعة من مواد مختلفة (معدنية، زجاجية، خشبية، بلاستيكية ،... إلخ) كأجهزة دراسة خواص المادة والضوء والميكانيكا إلخ.
- وغالباً ما تكون أعطال مثل هذه الأجهزة والأدوات ظاهرية وبسيطة (عدا حدوث الكسر للزجاجيات). ومثل هذه الأعطال تكون سهلة الإصلاح والصيانة بواسطة أخصائي المختبر في المدرسة إما من خلال إعادة الضبط والمعايرة للجهاز أو الأداة بالإصلاح والاستبدال باستخدام قطع غيار أو بدائل بسيطة ومتوفرة ضمن مكونات المختبر أو توافرها من البيئة المحلية .
- وأهم الخطوات اللازم اتباعها عند صيانة هذه الأجهزة والأدوات ما يلي :
- ١- قراءة الكاتلوج الخاص بالجهاز، أو الدليل الخاص بالمختبر المدرسي، والمطابقة بين أجزاء الجهاز وصورته على الواقع وأجزائه وصورته في الرسومات التوضيحية الواردة في الدليل أو الكاتلوج.
- ٢- فك الجهاز أو الأداة بتسلسل منطقي يتلاءم مع الخطوات الموجودة في الدليل أو التسلسل المتاح للفك .
- ٣- تنظيف الأجزاء الداخلية للجهاز بشكل جيد .
- ٤- إصلاح أو تغيير الأجزاء العاطلة في الجهاز إن وجدت .
- ٥- إعادة تجميع وتركيب الجهاز وتطبيق أجزائه وفق ترتيب معاكس لطريقة فكه .
- ٦- التأكد من اكتمال تركيب الجهاز ومطابقة شكله النهائي بعد التركيب مع الصورة الكاملة للجهاز قبل فكه ، ثم تشغيله للتأكد من طبيعة عمله إن استدعى الأمر ذلك .
- ٧- حفظ وتخزين الجهاز في المكان المناسب لحين الاستخدام .

جدول يبين كيفية إصلاح بعض الأجهزة والأدوات سريعة التلف

م	اسم الجهاز أو الأداة	نوع التلف	كيفية إصلاحه
١	الميزان الحساس .	<ul style="list-style-type: none"> - كسر أو فقد نقاط ومحاوير الارتكاز المنشورية أو مسامير الضبط المحوية . - تآكل أو كسر المسامير المثبت للمؤشر أو مساره . - تقوس المؤشر . - عدم إيزان كفتي الميزان . 	<ul style="list-style-type: none"> - تركيب قطع غيار بديلة . - استبدال المسامير بمسامير آخر سليم . - تعديل المؤشر وتقويمه . - محاولة إحداث الإيزان من خلال تسوية موضع الجهاز ومن ثم معايرته بواسطة الأوزان الخاصة بذلك .
٢	الميكروسكوب .	<ul style="list-style-type: none"> - تآكل الجريدة (الساق المسننة) والترس . 	<ul style="list-style-type: none"> - محاولة إصلاحها أو تستبدل بغيرها .
٣	ملف رومكورف .	<p>يحدث التلف عادة نتيجة قطع أو فصل الدائرة فيها أو تعرضها لتيارات كهربائية عالية تسبب انصهار وقطع أسلاك الملفات بها .</p>	<ul style="list-style-type: none"> - الكشف عن السلك المقطوع وتوصيله وعزله . - إعادة لف المحولات الكهربائية . - المعايرة والضبط . - إزالة الصدأ الذي قد يتكون بين أجزائه .
٤	المحولات .		
٥	المقاومات الكهربائية .		
٦	المغناطيس الكهربائي .		
٧	الأجراس الكهربائية .		
٨	الإبر والقضبان المغناطيسية .	<ul style="list-style-type: none"> ضعف أو فقدان المغنطة نتيجة الحرارة أو الطرق . 	<ul style="list-style-type: none"> تعاد المغنطة بوضعها داخل ملف كهربائي يمرر به تيار مستمر لفترة من الزمن .
٩	مفرغة الهواء .	<ul style="list-style-type: none"> تآكل وتلف جلدة (ربلة) المكبس . 	<ul style="list-style-type: none"> تستبدل الجلدة (الربلة) بغيره ويراعى وضع طبقة من الفازلين عليه من وقت لآخر حتى لا يجف ويتلف .
١٠	فان دي جراف .	<ul style="list-style-type: none"> - تآكل وقطع السير (الربل المطاطي) . - فصل الدائرة الكهربائية فيه . 	<ul style="list-style-type: none"> - استبداله أو محاولة توصيله بفراء قوي . - فحص وإصلاح الدائرة الكهربائية ومعايرة نقل التيار من الملف المتحرك وإليه .
١١	المولد والمحرك الكهربائي .		
١٢	موقد بنزن .	<ul style="list-style-type: none"> - إنسداد أو إتساع ثقب الصمام . - التصاق الأسطوانة المتحركة الخاصة بتنظيم اللهب . 	<ul style="list-style-type: none"> - يستبدل الصمام بآخر جديد . - إزالة الالتصاق مع الاستمرارية في التنظيف .

م	اسم الجهاز أو الأداة	نوع التلف	كيفية إصلاحه
١٣	بعض الأجهزة المعدنية أو الكهريائية الأخرى.	تتلف كثير من الأجهزة المعدنية غالباً نتيجة فك اللحام أو المسامير بين أجزائها .	<ul style="list-style-type: none"> - يعاد لحام الأجزاء المفككة . - إزالة الصدأ الذي قد يتكون في بعض الأجزاء المعدنية. - الفحص والمعايرة والضبط المستمر.

أما بقية الأجهزة فسيتم تناول كيفية حفظها وصيانتها عند التطرق لها تفصيلاً وذلك في الفصل الثالث من كل باب.

الباب الثاني

مختبر الفيزياء Physics Laboratory

- ❖ الفصل الأول : تجهيزات مختبر الفيزياء.
- ❖ الفصل الثاني : إرشادات الأمن والسلامة في مختبر الفيزياء .
- ❖ الفصل الثالث : أجهزة مختاره من مختبر الفيزياء.
- ❖ الفصل الرابع : معارف ومهارات وتجارب في مختبر الفيزياء.

الفصل الأول

تجهيزات

مختبر الفيزياء

- ❖ أولاً : مختبر الفيزياء .
- ❖ ثانياً : التجهيزات اللازمة لمختبر الفيزياء .
- ❖ ثالثاً : تصنيف وترتيب تجهيزات مختبر الفيزياء .

سنستعرض في هذا الفصل وبشكل سريع التجهيزات اللازمة لتوافرها في مختبر الفيزياء، مع إرفاقها بالصور التوضيحية لكل منها ؛ وذلك ليسهل على المختصين في المدارس- كفنيي المختبرات ومعلمي مادة العلوم- التعرف على هذه الأجهزة والأدوات واستخداماتها عن كثب.

وقد اعتمدنا في هذا الفصل توضيح هذه التجهيزات وترتيبها على إحدى الطرق المعتمدة في تصنيف الأجهزة والأدوات المخبرية، وهي طريقة تساعد أخصائيي المختبرات المدرسية على تصنيفها وترتيبها وفقاً لهذه الطريقة، من أجل الحصول على الجهاز أو الأداة المطلوبة بسرعة وسهولة ويسر. كما أننا حرصنا ما أمكن على إيراد اسم الجهاز أو الأداة باللغتين العربية والإنجليزية ، وكذا إيراد الشكل أو الصورة الشائعة له ومجال الاستخدام للجهاز أو الأداة، وذلك بعد التعرض لكيفية التصنيف الأولى للتجهيزات العامة والخاصة اللازمة لمختبر الفيزياء ، كما تم في آخر الفصل إيراد الطريقة المثلى لترتيب وتنظيم أجهزة وأدوات ومواد مختبر الفيزياء، وسبل حفظها وتخزينها داخل المختبر.

أولاً: مختبر الفيزياء

يعرف مختبر الفيزياء بأنه الحيز المستخدم لتحضير وتنفيذ الأنشطة والتجارب العملية الفيزيائية، وتخزين وحفظ التجهيزات المختلفة المستخدمة في تنفيذ تلك التجارب.

تجهيزات مختبر الفيزياء:

ويقصد بها الموجودات الضرورية التي يجب أن يحتويها المختبر حتى يتمكن الفني من القيام بواجباته المتعلقة بتحضير وإعداد الأجهزة والأدوات والمواد التعليمية اللازمة لتنفيذ التجارب العملية الفيزيائية بالإضافة إلى قيامه بضبط ومعايرة بعض الأدوات أو الأجهزة وعمل الإصلاحات الضرورية لها من أجل تحسين سير أداء التعليم في المختبر. أما بخصوص تجهيزات مختبر الفيزياء، فيمكن تبويبها إلى عناصر، ومواد، وأدوات، وأجهزة، وذلك حتى يسهل حفظها وتخزينها في الدواليب، والرجوع إليها من خلال السجلات، ولهذا على فني المختبر أن يركز على مفهوم العناصر أو الأدوات أو الأجهزة؛ ليتمكن من تصنيف كل منها في مختبر الفيزياء على الوجه المطلوب.

فالعناصر: تعرف بأنها المواد التي تتواجد في الطبيعة على شكل معين، وبطبيعة منفردة، ويمكن أن يشكلها الإنسان ولكنها لا تحتاج لأي تدخل أو جهد منه لتقوم بعملها، ومثل ذلك (لوح خشبي، خيط، مقاومة كهربائية، ملح الطعام، الماء... إلخ).

وتعرف الأدوات: بأنها تلك التي يتم تشكيلها وتصنيفها لتقوم بوظيفة معينة، ولا تعمل بنفسها بل على الإنسان القيام ببذل جهد معين كي تعمل، كالمقص، أو المشروط أو أدوات القياس،... إلخ.

كما تعرف الأجهزة: بأنها تلك التي تشتغل وتضبط وتعاير بواسطة مفاتيح خارجية وتتركب عادة من عدة عناصر وأدوات، وتقوم بأداء معين كمقياس الجهد والتيار الكهربائي والأسلوسكوب والجلفانومتر... إلخ.

وتنقسم احتياجات وتجهيزات مختبر الفيزياء بشكل عام إلى:

١- احتياجات وتجهيزات عامة:

وهي احتياجات عامة يلزم توفيرها أيضاً إضافة إلى التجهيزات الإنشائية المعتادة للغرف والمباني المدرسية ، وأهمها :

• حيز تنفيذ التجارب :

وأهم التجهيزات المطلوبة له ما يلي :

- بنشات ثابتة أو متحركة (Lab Bench Tables) .

- كراسي مختبر للطلبة (Lab Chair).
- طاولة وكُرسي للمعلم (Teacher's Desk With Chair).
- سبورة حائطية ثابتة أو متحركة (Wall Board).
- شاشة عرض بيضاء متحركة (Moving White Screen).
- أجهزة ومتحسسات إنذار حدوث الحرائق (Fire Alarm).
- خزانة طرد الغازات (Fume Hood).
- مصدر تيار كهربائي مع مقابس متعددة (Electric Power Supply With Outlets).
- مصدر إمداد المياه مع حنفيات متعددة (Water Sources Multi).
- مراوح شفط الهواء (Vacuum Fane).
- طفاية حريق (Fire Extinguisher).
- ساعة حائط (Wall Clock).

• حيز التحضير وحفظ التجهيزات :

- وهو غرفة جانبية أو أكثر، تكون داخل غرفة المختبر . وأهم التجهيزات المطلوبة له ما يلي:
- كرسي خشبي أو حديدي دائري متحرك لأخصائي المختبر مع الأدوات المكتبية اللازمة.
- دواليب مكتبية لحفظ الملفات.
- دواليب وخزانات وأرفف حفظ وتخزين تجهيزات ومكونات المختبر.
- مروحة شفط الهواء.
- ساعة حائطية.
- طاولات متحركة لحفظ أجهزة العروض المختلفة.
- حقيبة عدة الصيانة والتركيب.
- جهاز تقطير الماء.
- حقيبة إسعافات أولية (First Aid Kit).
- طفاية حريق.
- شاحن بطاريات (Battries Charger).
- بطارية حمضية (Acidic Battry).

٢- احتياجات وتجهيزات خاصة :

وهي الأدوات والأجهزة والعناصر المعملية المستخدمة في تنفيذ وإجراء التجارب العلمية المعملية المختلفة، ويمكن تصنيفها من حيث الاستخدام إلى نوعين رئيسين : أولها أجهزة تستخدم من قبل الفني (أخصائي المختبر) بشكل رئيسي، وثانيها أجهزة تستخدم من قبل المعلم والطلبة، عند إجراء وتنفيذ تجاربهم.

أ) تجهيزات للاستخدام من قبل أخصائي المختبر:

ومن أهم هذه التجهيزات:

الأدوات: كالعدة (مفكات، ومفاتيح، وزرديات، ومقصات، ومشارط، وملاقط ... إلخ)، وطفائيات الحريق، وخزانات حفظ وتخزين المواد، ومعدات إجراء الإسعافات الأولية، ... إلخ.

الأجهزة: المقاييس الكهربائية (كالأفوميتر، والأسيلوسكوب)، والمكواة الكهربائية للحام الخارصين وتوابعها، وقطارة المياه، وأجهزة العروض التعليمية، وكل ما يستخدم لأغراض الإعداد والتحضير لإجراء التجارب وضبط ومعايرة وصيانة مكونات المختبر، ... إلخ.

العناصر: محاليل مختلفة (ماء وكيميائيات.. إلخ) وأسلاك توصيل ومصابيح كهربائية، ولحام الخارصين، ... إلخ.

ب) تجهيزات للاستخدام من قبل المعلم أو الطلبة:

وهي التجهيزات الخاصة بتنفيذ التجارب العملية المعملية والتي يتم تخزينها في دواليب حفظ وتخزين مكونات المختبر، وتنفذ بها التجارب المعملية بواسطة المعلم أو بمشاركة الطلبة أنفسهم، وهي:

العناصر: وهي عديدة ومتنوعة تعتمد على طبيعة الأنشطة والتجارب المعملية لمادة الفيزياء. ونسوق الأمثلة التالية عليها :

كتل وأوزان مختلفة، لوح خشبي، خيط أسلاك توصيل، مقاومة كهربائية، مكثف ، زيت، مصدر مشع، خطاف أوزان، شريط لاصق... إلخ.

الأدوات: وهي عديدة ومتنوعة تعتمد أيضاً على طبيعة الأنشطة والتجارب المعملية لمادة الفيزياء. ونسوق الأمثلة التالية عليها :

مفك الفحص (TESTER) ، المقص، المسطرة، البكرات، وبعض أدوات القياس، الأجهزة المستخدمة في دراسة خواص المواد ، ... إلخ.

الأجهزة: وهي عديدة ومتنوعة تعتمد على طبيعة الأنشطة والتجارب المعملية لمادة الفيزياء. ونسوق الأمثلة التالية عليها : أجهزة القياس الكهربائية، أجهزة قياس الكتلة، ... إلخ.

ثانياً: الأجهزة والأدوات والعناصر الخاصة بمختبر الفيزياء

تختلف تجهيزات مختبر الفيزياء الخاصة وتنوع من حيث : النوعية ، والكم ، والكفاءة، إلخ، تبعاً لتنوع واختلاف عدد من العوامل التي تلعب دوراً أساسياً في تحديد حجم الاحتياج النوعي والكمي للتجهيزات المعملية اللازم توفيرها لمختبر الفيزياء . ومن أهم هذه العوامل ما يلي :

١- تباين نوعية ومستوى المحتوى العلمي المقدم في مناهج مادة الفيزياء وما يتطلبه من تجارب معملية مختلفة وتجهيزات لازمة لتنفيذها .

٢- اختلاف نوع ومستوى التعليم من هيئة تعليمية لأخرى (تعليم أساسي، تعليم ثانوي، تعليم عال، ... إلخ) بالإضافة إلى طبيعة التعليم نفسه (تعليم عام، تعليم تقني، تعليم مهني، ... إلخ) .

٣- تباين آليات ونظم التعليم من بلد لآخر، يجعل لكل بلد خصوصيته في استخدام الوسائل الإيضاحية والتجهيزات المعملية التي تتناسب مع الأساليب وطرق التدريس المتبعة فيه .

٤- تباين المستوى الاقتصادي للدول واختلاف حجم احتياجات التعليم من دولة لأخرى يؤثر بشكل كبير في حجم الإمكانيات المادية المتاحة لتوفير التجهيزات المعملية ، وكذا في تحديد الأولويات الملحة لما يتم توفيره منها .

٥- التغير المستمر فيما يعرض من هذه التجهيزات وما يتوافر منها في السوق المحلي والخارجي يؤثر بشكل دائم فيما يمكن توفيره من تجهيزات لمختبر الفيزياء .

ولهذا نجد أن عملية تحديد نوعية وكمية التجهيزات اللازمة لمختبر الفيزياء، تخضع لمعايير سياسة تحديد الأولويات الملحة في ضوء الإمكانيات المادية المتاحة لكل بلد، كما أن الإمكانيات المتاحة بدورها تتغير من جهة حكومية لأخرى ومن زمن لآخر، وهذا يجعل من الصعوبة بمكان أن نتطرق بشكل حصري لأنواع وأشكال التجهيزات المعملية المستخدمة لمختبر الفيزياء، نظراً لتعدد أنواعها وأصنافها واختلاف شكلها حتى على مستوى الصنف الواحد. ولذلك فإننا سنستعرض هنا أهم التجهيزات المعملية اللازمة لمختبر الفيزياء في مدارسنا التي تتناسب مع مناهجنا، وتلبي أهم احتياجاتها من الأنشطة المعملية المطلوبة عند تدريس تلك المناهج، في ضوء الإمكانيات المتاحة لبلادنا، مع الأخذ في الاعتبار أن أنواع هذه التجهيزات وأشكالها تتغير بشكل مستمر تبعاً لتغير المناهج الدراسية وتطويرها، بالإضافة إلى تغير ما يعرض ويتوافر من هذه التجهيزات في السوق المحلي والخارجي .

ومن هنا فأهم التجهيزات الخاصة (المعملية) المطلوبة لمختبر الفيزياء قد تم تصنيفها حسب فروع علم الفيزياء.

تجهيزات مختبر الفيزياء (أجهزة - أدوات - مواد)

أولاً	إجهزة وأدوات القياس المختلفة	
م	اسم الجهاز أو الاداة	الإستخدام
أ	أدوات قياس الطول :	
١	المسطرة Ruler :	هي أداة تستخدم لقياس الطول والمسافات والأبعاد. دقة القياس: بالمتر والسنتيمتر والملييمتر.
٢	المقياس المتري Metric Scale Tap :	هو أداة يستخدم لقياس الطول والمسافات والأبعاد. دقة القياس: بالمتر والسنتيمتر والملييمتر.
٣	مقياس التكور (الأسفيرومتر) Spherometer :	يستخدم لقياس مقدار التحذب والتقعير للعدسات أو المرايا الكرية ، كما يستخدم في قياس السماكة للوح أو صفيحة منتظمة الشكل . دقة القياس: جزء من مائة من الملييمتر (10^{-5} من المتر).
٤	مقياس منحنيات (أوبسيوميتر) Opisometer :	يستخدم لقياس طول المنحنى على الرسم أو في الخرائط ويسمى أحياناً بمقياس الخرائط.
٥	جهاز الميكرومتر Micrometer :	لقياس الأقطار الخارجية (السماكة) الصغيرة جداً (الدقيقة). دقة القياس: جزء من مائة من الملييمتر (10^{-5} من المتر).
٦	القدمة ذات الورنية Vernier Calliper :	تستخدم لقياس كل من السماكة ، أو القطر الخارجي أو الداخلي أو العمق. دقة القياس: جزء من عشرة من الملييمتر (10^{-4} من المتر).



(٣)



(٢)



(١)



(٦)

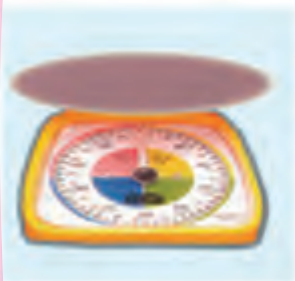


(٥)



(٤)

م	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
ب	أدوات قياس الكتل والموازين:	
٧	الميزان ذو الكفتين الهيدروستاتيكي Hydrostatic Balance	يستخدم لتعيين كتل الأجسام (مقدار ما يحتويه الجسم من مادة).
٨	الميزان الحساس Sensitive Balance	يستخدم لقياس مقدار الكتل الصغيرة جداً، مثل كتل المواد الكيميائية والمجوهرات .. إلخ . دقة القياس: جزء من مئة من الجرام (10^{-2} جرام).
٩	ميزان ضاغط بكفة Compression Balance	يستخدم لتعيين أوزان الأجسام (قوة جذب الأرض للجسم).
١٠	الميزان الزنبركي Spring Balance	يستخدم لتعيين أوزان الأجسام (قوة جذب الأرض للجسم).
١١	كتل صغيرة معلومة القيمة Slotted Masses	هي عناصر تستخدم مع مقياس الكتلة والوزن وكذلك مع جهاز هوك لمعرفة مقدار الاستطالة لطول سلك.



(٩)



(٨)



(٧)



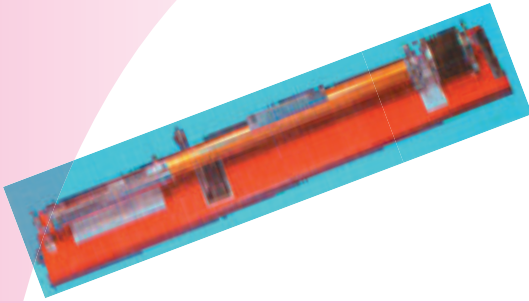
(١١)



(١٠)

ج- أجهزة قياس حالة الطقس الجوي :

م	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
١٢	البارومتر المعدني Aneroid Barometer :	يستخدم لقياس الضغط الجوي .
١٣	البارومتر الزئبقي Mercury Barometer :	يستخدم لقياس الضغط الجوي .
١٤	مقياس درجة حرارة الوسط (جاف ورطب) : (Wet & Dry) Hygrometer	يستخدم لقياس مقدار الرطوبة لأي وسط .
١٥	مقياس درجة الحرارة (العظمى والصغرى) (Max & Min) Thermometer	يستخدم لتعيين درجة حرارة الجو العظمى والصغرى خلال اليوم (٢٤ ساعة) .
١٦	مقياس درجة الحرارة بالدرجة (المئوية والفهرنهايتية) (C & F) Thermometer	- زئبقي Mercury . - كحولي Spirit . يستخدم لقياس درجة حرارة الجو بالدرجات (المئوية والفهرنهايتية) .
١٧	مقياس المطر Rain Gauge :	يستخدم لقياس شدة سقوط المطر .
١٨	جهاز قياس سرعة الرياح Anemometer :	يستخدم لقياس سرعة الرياح .
١٩	جهاز تحديد اتجاه الريح Wind Vane :	يستخدم في تحديد اتجاه الرياح .
٢٠	جهاز رسم منحنى الضغط الجوي (الباروغراف) : Barograph	يستخدم لقياس وتسجيل تغيرات الضغط الجوي (برسم هذه التغيرات على شكل منحنى) .



(١٣)



(١٢)



(١٧)



(١٦)



(١٥)



(١٤)



(٢٠)



(١٩)



(١٨)

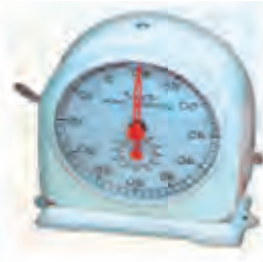
ثانياً أجهزة وأدوات تنفيذ تجارب الميكانيكا وخواص المادة :		
م	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
١	البندول البسيط والمركب Complete Pendulum :	تستخدم لتعيين الحركة الاهتزازية والتوافقية وعجلة الجاذبية الأرضية .
٢	ساعة إيقاف Stop Watch (Timer) :	تستخدم لحساب الزمن خلال فترة وجيزة كزمن حدوث تفاعل أو تجربة ... إلخ .
٣	ساعة إيقاف رقمية Digital Watch (Timer) :	تستخدم لحساب الزمن خلال فترة زمنية محدودة رقمياً .
٤	مجموعة المواد المرنة Elastic Materials Kit :	يستخدم في تنفيذ تجارب المرونة والعديد من تجارب الميكانيكا الخاصة بدراسة الإجهاد والانفعال والاستطالة
٥	مجموعة بكرات مع الخطاف Set of Pulley with Clamp :	تستخدم في تنفيذ تجارب الحركة والقوى .
٦	أ- نموذج رافعة بسيطة Lever Simple Form :	تستخدم لتوضيح أنواع الروافع وبيان الفائدة الآلية (الربح الميكانيكي) وفي تحقيق قاعدة الذراع (توزن عدة قوى متوازنة) .
	ب- حقيبة الروافع Lever Kit :	تستخدم لدراسة العلاقة بين القوى والروافع بأنواعها وتحديد مركز الثقل وفي تحقيق قاعدة الذراع (الاتزان)
٧	مجموعة المواد الصلبة Solid Material :	تستخدم لدراسة كل من الشكل والكثافة والحجم والصلابة للمعادن (خواص فيزيائية) .
٨	جهاز السقوط الحر Free Fall Apparatus :	يستخدم لإيضاح تأثير عجلة الجاذبية الأرضية على سقوط الأجسام .
٩	جهاز قانون هوك Hook's Law Apparatus :	يستخدم لإثبات قانون هوك الخاص باستطالة الأجسام الصلبة .
١٠	المستوى المائل Inclined Plane :	يستخدم لدراسة الحركة في مستوى مائل ، ولتعيين معامل الاحتكاك بين السطوح المختلفة .
١١	طاولة القوى Force Board Wall Type :	تستخدم في دراسة وتوضيح القوى، اتزان عدة قوى، عزم القوى، الازدواج، محصلة القوى .
١٢	مستوى الاحتكاك المائل Inclined Plane Traction Board :	تستخدم في تجارب دراسة قوى الاحتكاك ورد الفعل وتعيين معامل الاحتكاك .
١٣	مضخة دافعة Force Pump :	تستخدم في توضيح آلية سحب (السائل) واندفاعه عن طريق التغير الحاصل بين الضغط الجوي وضغط الهواء بداخله (تطبيقات على الضغط الجوي) .
١٤	مضخة رافعة Lift Pump :	تستخدم في توضيح آلية سحب (السائل) ثم رفعه إلى مكان مرتفع بسبب التغير في الضغط .
١٥	الأواني المستطرقة Liquid Level Apparatus :	تستخدم في توضيح ميل السائل في الأواني المتصلة إلى اتخاذ سطح أفقي واحد بالرغم من اختلاف شكل هذه الأواني (بسبب الضغط الجوي) .



(٤)



(٣)



(٢)



(١)



(٧)



ب - (٦)



ا - (٦)



(٥)



(١١)



(١٠)



(٩)



(٨)



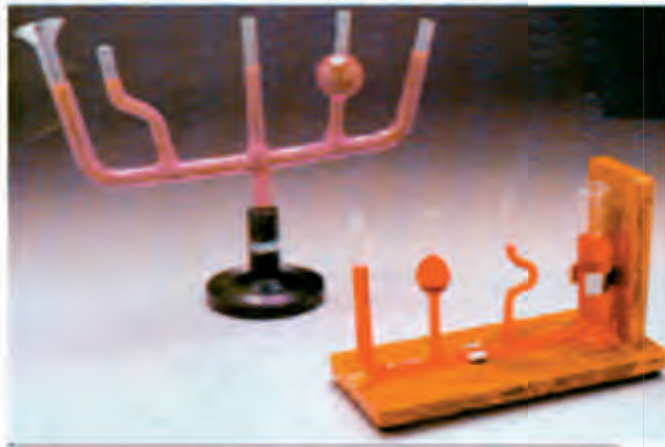
(١٤)



(١٣)

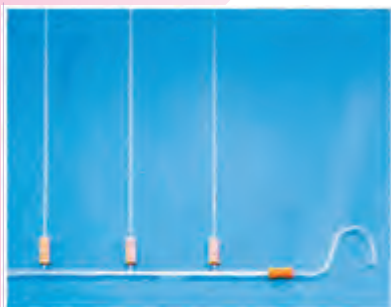


(١٢)



(١٥)

تابع	أجهزة وأدوات تنفيذ تجارب الميكانيكا وخواص المادة :	
م	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
١٦	مضخة الضغط المتساوي Equal Pressure of Liquids Apparatus	تستخدم لتوضيح أن الضغط الواقع على سائل محصور ينتقل إلى جميع الجهات بصورة متساوية .
١٧	جهاز ضغط الموائع Fluid Pressure Apparatus	تستخدم لتوضيح انتقال الضغط بالتساوي، وكذلك إمكانية زيادة الضغط زيادة كبيرة في الأواني المغلقة (قاعدة باسكال) .
١٨	أنبوبة برنولي Bernoulli Tube	تستخدم لإثبات العلاقة بين ضغط المائع والطاقة الحركية لوحدة الحجم من المائع المتحرك .
١٩	جهاز بويل Boyle's Apparatus	يستخدم لإثبات قانون بويل الذي ينص على "أن الضغط يتناسب مع الحجم تناسباً عكسياً عند ثبوت درجة الحرارة" .
٢٠	جهاز باسكال Pascal Apparatus	يستخدم لتوضيح أن الضغط يتوقف على ارتفاع السائل وليس على شكل الإناء الذي يحتويه .
٢١	جهاز أنابيب شعرية Capillary Tubes Apparatus	يستخدم لإيضاح تأثير قوى التلاصق والتوتر السطحي في السوائل على ارتفاع عمود السائل في الأنابيب الضيقة. بالإضافة إلى إيضاح العلاقة بين الضغط الجوي ومساحة مقطع السائل المعرض له .
٢٢	جهاز هارس Harreis Apparatus	يستخدم لتعيين كثافة السوائل المختلفة وبيان وزنها النوعي.
٢٣	هيدرومتر Hydrometer	يستخدم لتعيين الأوزان النوعية للسوائل وذلك تبعاً لكثافتها.
٢٤	نيكلسون هيدرومتر Nicholson Hydrometer	يستخدم لتعيين الأوزان النوعية للسوائل وذلك تبعاً لكثافتها.
٢٥	هيدرومتر للبطارية Battery Hydrometer	يستخدم في البطاريات وذلك لمعرفة كثافة الحمض عند الشحن .
٢٦	بيومس هيدرومتر (ثقيل وخفيف) Beaumes Hydrometer, For Light Dinsty For Heavy Dinsty	يستخدم لتعيين كثافة السوائل الثقيلة والخفيفة كل حسب نوعه .
٢٧	الأسطوانة والدلو Bucket and Cylinder	تستخدم لتحقيق قاعدة أرشميدس والاستفادة منها في قياس الوزن النوعي للسوائل التي لا تتفاعل مع مادة الإناء الذي يحتويه .
٢٨	أوعية إزاحة Displacement Vessel	تستخدم لتعيين حجوم الأجسام والمواد الصلبة غير المنتظمة الشكل الهندسي .
٢٩	مكبس هيدروليكي Hydraulic Press	يستخدم لتوضيح : أن انتقال الضغط في السوائل المحصورة ينتقل بالتساوي .
٣٠	كارترزن (الغواص) Cartesian Diver Glass	يستخدم كتطبيق لقاعدة باسكال (انتقال الضغط في السوائل) وفي قاعدة أرشميدس (الأجسام الطافية) .



(١٨)



(١٧)



(١٦)



(٢١)



(٢٠)



(١٩)



(٢٤)



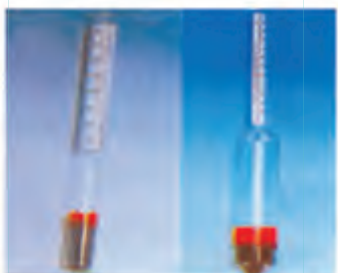
(٢٣)



(٢٢)



(٢٧)



(٢٦)



(٢٥)



(٣٠)



(٢٩)



(٢٨)

ثالثاً أجهزة وأدوات تنفيذ تجارب الحرارة :		
م	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
١	ترمومتر طبي Clinical Thermometer :	يستخدم لقياس درجة حرارة جسم الإنسان والحيوان.
٢	ترمومتر الأغراض العامة General Purpose Thermometer	يستخدم لقياس درجة حرارة المواد ومعرفة كمية الحرارة المكتسبة والمفقودة .
٣	جهاز انتقال الحرارة في الغازات Convection Apparatus	يستخدم في إيضاح كيفية انتقال الحرارة في الغازات (انتقال الحرارة بالحمل) .
٤	جهاز انتقال الحرارة في السوائل Convection Liquid App	يستخدم في إيضاح كيفية انتقال الحرارة في السوائل.
٥	الكرة والحلقة Ball & Ring القضيب والعارض Bar & Gauge	تستخدم لتوضيح التمدد الحجمي لجسم صلب بتأثير الحرارة .
٦	الصفائح المزدوجة Compound Bar :	تستخدم لتوضيح اختلاف مقدار تمدد المواد الصلبة طولياً .
٧	جهاز تشارلز Charle's Low Apparatus :	يستخدم لإيضاح العلاقة بين الضغط والحجم ودرجة الحرارة في الغازات والسوائل .
٨	جهاز هوب Hope's Low :	يستخدم لتعيين أعلى كثافة للماء (شذوذ الماء) وإيضاح العلاقة بين الكثافة ودرجة الحرارة .
٩	جهاز تمدد السوائل Expansion of Liquids Apparatus	يستخدم لقياس التمدد الحجمي للسوائل.
١٠	جهاز اختلاف التوصيل الحراري للمواد الصلبة Ingen-houses Apparatus	يستخدم لتوضيح اختلاف المعادن في توصيل الحرارة.
١١	كشاف حراري Crookes Radiometer :	يستخدم للكشف عن حرارة الإشعاع .
١٢	كشاف حراري Thermoscope ، ١- أثيرانتفاخي Ether Type (2 Balb) ٢- نوع الورقة Leaf Modle	يستخدم للدلالة على أن الجسم الأسود يمتص حرارة الإشعاع.
١٣	جهاز قياس معامل التمدد الطولي للمعادن Linear Expansion	يستخدم لإيضاح التمدد الطولي وإيجاد معامل التمدد الطولي للمعادن .
١٤	حقيبة إشعاع حراري Heat Radiation kit :	تستخدم لإيضاح انتقال الحرارة بالإشعاع.
١٥	جهاز قياس الحرارة الكامنة للبخار Latent Heat of Steam	يستخدم لقياس درجة الحرارة الكامنة للبخار .
١٦	نموذج منظم حراري Thermostat :	يستخدم لإيضاح كيفية التحكم وضبط درجة الحرارة في بعض الأجهزة الكهربائية ، كالثلاجة والسخان الكهربائي والمكواة.
١٧	غلاية بخار Steam Boiler :	تستخدم لتعيين نقطة غليان السوائل
١٨	مسعر حراري مع الترمومترات Calorimeter with Thermometers	يستخدم لقياس كمية الحرارة النوعية والحرارة الكامنة للأجسام .

ثالثاً	أجهزة وأدوات تنفيذ تجارب الحرارة :	الاستخدام
م	اسم الجهاز أو الأداة	
١٩	جهاز جول : Joule's Apparatus	يستخدم لدراسة السعة الحرارية وتحقيق قانون الضغوط عملياً .
٢٠	مجموعة أسطوانات معدنية متساوية الكتلة Specific Heat Cylinders Equal In Mass	تستخدم في تجارب إيجاد الحرارة النوعية للمعادن .
٢١	مجموعة أسطوانات معدنية متساوية في الحجم Specific Heat Cylinders Equal In Size	تستخدم في تجارب إيجاد الحرارة النوعية للمعادن .
٢٢	سخان حراري Heater	يستخدم لرفع درجة حرارة الجسم المراد تعيين حرارته النوعية .
٢٣	نموذج الآلة البخارية : Steam Engine Model	يساعد في دراسة علم الديناميكا الحرارية، ويستخدم كنموذج لتوضيح عمل المحرك البخاري .



(٤)



(٣)



(٢)



(١)



(٨)



(٧)



(٦)



(٥)



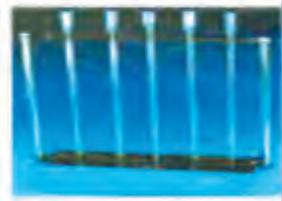
(١٢)



(١١)



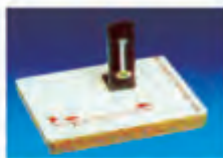
(١٠)



(٩)



(١٧)



(١٦)



(١٥)



(١٤)



(١٣)



(٢٣)



(٢٢)



(٢١)



(٢٠)



(١٩)



(١٨)

رابعاً أجهزة وأدوات تنفيذ تجارب الضوء:		
م	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
١	مطياف جيب Pocket Diffraction Spectroscope	يستخدم لتحليل ضوء الشمس إلى ألوان الطيف . أي رؤية الأطوال الموجية غير المرئية من ضوء الشمس
٢	مجموعة الكاميرا ذات الثقب Pinhole Camera Kit	تستخدم في توضيح عمل الكاميرا الفوتوغرافية وتركيبتها .
٣	الجسر الضوئي Optical Bench	يستخدم في تنفيذ تجارب الضوء مثل : تعيين البعد البؤري للمرايا والعدسات .
٤	قرص نيوتن Newton Disk	يستخدم لتجميع ألوان الطيف المرئي والحصول على اللون الأبيض . أي الحصول على اللون الأبيض من ألوان الطيف المرئي السبعة .
٥	السبورة المغناطيسية مع التتابع Magnetic Board	تستخدم في تنفيذ تجارب الضوء .
٦	العدسات الزجاجية Glass Lenses ومنها :	
	أ- عدسة محدبة الوجهين Biconvex lens	تستخدم في تنفيذ تجارب الضوء وتدخل في صناعة الأجهزة البصرية .
	ب- عدسة مقعرة الوجهين Bioconcave lens	تستخدم في تنفيذ تجارب الضوء، وتدخل في صناعة الأجهزة البصرية .
٧	المرايا الزجاجية أو المعدنية، Biconcave Mirror، ومنها :	
	أ- مرآة مستوية Plane-Concave	تستخدم في تنفيذ تجارب الضوء ، مثل : (الانعكاس ، وتكون الصور ، وتعدد الانعكاس، ...) .
	ب- مرآة مقعرة Mirror Concave	تستخدم في تنفيذ تجارب الضوء ، مثل : (الانعكاس ، وتكون الصور ، وتعدد الانعكاس، ...) .
	ج- مرآة اسطوانية محدبة Cylindrical semi-Circular Mirror	تستخدم في تنفيذ تجارب الضوء، مثل : تكون الصور في مجال أوسع .
٨	منشور زجاجي Prism Glass	يستخدم في تحليل الضوء (الطيف الشمسي) ، وكذلك في تجارب الضوء المنبعث من أجسام مضيئة .
٩	مستطيل زجاجي Rectangular Glass Block	يستخدم في تنفيذ تجارب الضوء مثل: تعيين معامل انكسار الضوء .
١٠	عدسة مكبرة بإضاءة (ميكروسكوب الجيب) Magnifier Lummi-nated Pocket	تستخدم في تكبير الأشياء الصغيرة .
١١	المطياف الضوئي Spectrometer	يستخدم في تحليل ضوء الشمس، إضافة إلى قياس زاوية رأس المنشور، إيجاد معامل انكسار مادة المنشور ، قياس زاوية الانحراف الصغرى .
١٢	نموذج عين الغواصة Periscope Model	يستخدم للمساعدة على رؤية الأجسام من خلف الحواجز المعتمة ، وهو عبارة عن منظار الغواصة .
١٣	جهاز هرتل الضوئي Hartley's Rota table Optical Disk	يستخدم في تنفيذ تجارب الضوء ، مثل : تحقيق قانوني الانعكاس ، وبيان البؤرة الأصلية في العدسات .



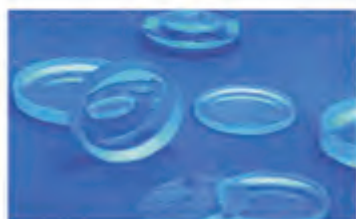
(٣)



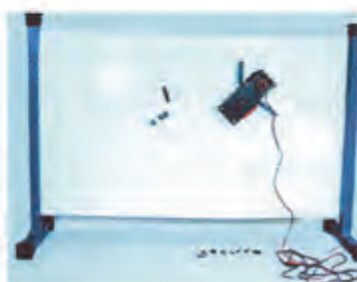
(٢)



(١)



١- (٦)



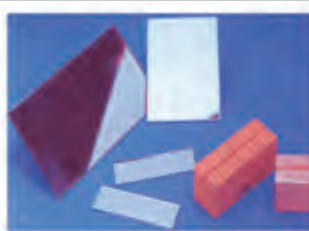
(٥)



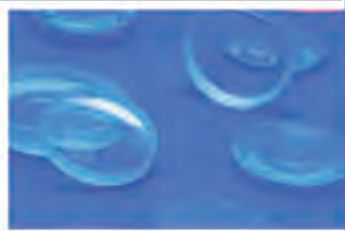
(٤)



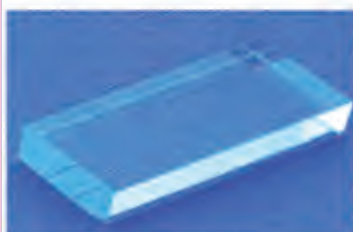
ب- (٧)



١- (٧)



ب- (٦)



(٩)



(٨)



چ- (٧)



(١٢)



(١١)



(١٣)



(١٠)

خامساً أجهزة وأدوات تنفيذ تجارب الصوت		
م	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
١	ناقوس تفريغ الهواء مع الجرس Vacuum Jar with Bell:	يستخدم لإثبات أن الصوت لا ينتقل في الفراغ .
٢	سماعة طبيب Stethoscope :	تستخدم لتضخيم ونقل الصوت .
٣	مجموعة الشوك الرنانة Set of Tuning Resonance :	تستخدم لإيضاح الاهتزازات الرنينية للهواء نتيجة اهتزازات الشوكة الرنانة.
٤	مخلخلة الهواء Air Pump :	تستخدم لتفريغ الهواء داخل الناقوس الزجاجي أو في أي أجسام مجوفة .
٥	أنبوبة أرغوانية Organ Pipe :	تستخدم لتوضيح طبقات الصوت من حيث الرقة والتضخيم.
٦	الصنومتر Sonometer Simple Pattern :	يستخدم لدراسة العلاقة بين تردد صوت الوتر المهتز (وطوله - قوة شده - كتلته) ، وأيضاً في تعيين تردد شوكة رنانة أو تعيين تردد مصدر لتيار متناوب (A.C).
٧	مجموعة الرنين الصوتي Resonance Apparatus:	تستخدم لتحليل نغمة مركبة إلى نغمات بسيطة ، وإظهار الرنين وتعيين سرعة الصوت في الهواء .
٨	جهاز كندتس Kundits Apparatus :	يستخدم لتعيين سرعة الصوت في الهواء .
٩	جهاز التموجات المائية مع التوابع Ripple Tank Apparatus	يستخدم لتوليد موجات مستقيمة ودائرية لدراسة خواص الحركة الموجية، ومعرفة سرعة الأمواج وطول الموجة وانعكاسها وانكسارها وظاهرتي الحيود والتداخل فيها.
١٠	جهاز الحركة الموجية Wave Form of Mechanism Apparatus	يوضح شكل وميكانيكية توليد الموجات المستعرضة والطولية .



(٣)



(٢)



(١)



(٦)



(٥)



(٤)



(٩)



(٨)



(٧)



(١٠)

سادساً أدوات وأجهزة تنفيذ التجارب المغناطيسية:		
م	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
١	مغناطيسات مختلفة : Magnetics على شكل : - حقية - متوازي مستطيلات - أسطوانية - حرف U - حدوة الفرس - حجر مغناطيسي - كهربائية شكل حرف (U) Electric Magnetic (U-Shape)	تستخدم في تنفيذ التجارب المغناطيسية والكهرومغناطيسية.
٢	برادة حديد : Iron Flings	تستخدم لإيضاح شكل وخطوط المجال المغناطيسي حول المغناطيس .
٣	إبرة مغناطيسية مع الحامل Magnetic Needle with Stand	تستخدم في تنفيذ تجارب المغناطيسية والكهرباء .
٤	بوصلات مغناطيسية مختلفة :Magnetic Compass	تستخدم لتحديد اتجاه القطب المغناطيسي الشمالي للأرض (جهة الشمال) وفي تنفيذ تجارب المغناطيسية
٥	بوصلة بحرية : Mariner's Compass	تستخدم لتحديد خط الزوال المغناطيسي والجغرافي ، وتحديد اتجاه السفن .
٦	إبرة ميل منصوبة على قاعدة Dip Needle simple Pattern	تستخدم لقياس زاوية الميل للمجال المغناطيسي للأرض.
٧	جهاز رسم خطوط المجال المغناطيسي App, For Drawing Lines of Magnetic Fields	يستخدم لرسم خطوط المجال المغناطيسي .
٨	جلفانوسكوب : Galvanoscope	يستخدم لتوضيح المجال المغناطيسي للتيار الكهربائي المار في سلك .
٩	جرس كهربائي : Electric Bell	يستخدم لإيضاح كيفية عمل المغناطيس الكهربائي وتركيبه، ويستخدم أيضاً في تجارب الصوت والمغناطيسية.
١٠	نموذج التلفون (مرسل- مستقبل) Telephone model :	يستخدم لإيضاح كيفية عمل وتركيب التلفون، ودور المغناطيس الكهربائي في دوائر التلفون .
١١	جهاز قانون أورستد :Eoerstad Low Apparatus	يستخدم لدراسة التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي .
١٢	ملفات الحث الكهرومغناطيسي Electromagnetic Coil	تستخدم لدراسة الحث الكهرومغناطيسي بين ملفين يمر في أحدهما تيار كهربائي.
١٣	جهاز قانون فاراداي Faraday Low Apparatus	يستخدم لإيضاح كيفية توليد التيار الكهربائي (عمل المولد الكهربائي) .
١٤	حقيبة التجارب الكهرومغناطيسية Westminister Electro Magnetic Kit	تستخدم في تنفيذ أو إجراء تجارب الكهرومغناطيسية .



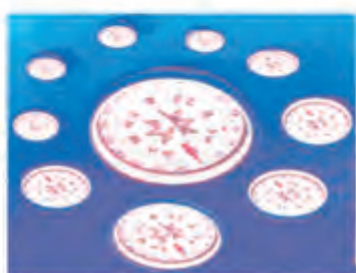
(٢)



(١)



(٥)



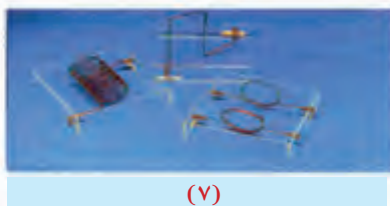
(٤)



(٣)



(٩)



(٧)



(٨)



(٦)



(١٢)



(١١)



(١٠)



(١٤)



(١٣)

سابعاً أدوات وأجهزة تنفيذ التجارب الكهروستاتيكية:		
٢	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
١	مجموعة أدوات الدلك Electrostatic :	- قماش (حرير- صوف) Cloth (Silk - Wool) - قضبان (زجاج- أبونيت- معدن) Rods (Glass-eponit-Metal) تستخدم في تجارب الكهرباء الساكنة وتوليد الشحنات الكهربائية الساكنة الموجبة والسالبة .
٢	جهاز الكشف الكهربائي Electroscope :	- ذو الورقة الذهبية Gold leaf - كرة نخاع البيلسان Pith ball يستخدم في فحص الموصل المشحون ، والكشف عن الشحنات الكهربائية الساكنة.
٣	مفرغ شحنات كهروستاتيكية Discharger :	يستخدم في تنفيذ تجارب الكهرباء الساكنة لنقل وتفريغ واختبار وجود الشحنات الكهروستاتيكية.
٤	مستوى اختبار الشحنات Proof Plane :	يستخدم في نقل الشحنات ومع مولد فان دي جراف.
٥	موصلات معدنية Conductors :	- كروي Spherical - مخروطي Conical - أسطواني Cylindrical تستخدم في تنفيذ تجارب الكهرباء الساكنة لنقل وتفريغ واختبار وجود الشحنات الكهروستاتيكية.
٦	شبكة فاراداي Butter Net Faraday :	تستخدم لإيضاح كيفية استقرار الشحنة الكهروستاتيكية على السطوح الخارجية للموصلات .
٧	جهاز فان دي جراف Van de Graff Generator :	يستخدم لتوليد شحنات كهروستاتيكية (كهرباء ساكنة) عالية القيمة، وإيضاح ظاهرة التفريغ الكهربائي وحدوث شرارة كهربائية نتيجة ذلك .



(٤)



(٣)



(٢)



(١)



(٧)



(٦)



(٥)

ثامناً	أدوات وأجهزة تنفيذ التجارب الكهربائية :	
م	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
١	خلية كهربائية بسيطة Simple cells Batteries :	تستخدم لإيضاح تركيب وعمل البطارية السائلة، وفي توليد التيار الكهربائي ، وفي طلاء المعادن بواسطة التحليل الكهربائي .
٢	محول كهربائي قابل للفك والتركيب Demountable Transformer	يستخدم لإيضاح تركيب وعمل المحول الكهربائي وكيفية رفع وخفض الجهد الكهربائي .
٣	جهاز قياس متعدد الأغراض (ملتيميتر) Digital Multimeter :	يستخدم في أخذ القياسات الكهربائية المختلفة وفحص القطع الكهربائية والإلكترونية عند التحضير والصيانة.
٤	جلفانومتر حساس : Galvanometer	يستخدم لإيضاح تركيب وعمل أجهزة القياس ذات الملف المتحرك، وأخذ القياسات المختلفة عند تنفيذ التجارب الكهربائية.
٥	الفولتامتر النحاسي : Brass Voltmeter	يستخدم لتوضيح التأثيرات الكهربائية الكيميائية للتيار الكهربائي، وطلاء المعادن بالتحليل الكهربائي .
٦	جهاز الأميتر Ameters as (DC&AC) Multi-range :	يستخدم في تنفيذ التجارب الكهربائية لأخذ قياسات شدة التيار الكهربائي (المستمر والمتناوب).
٧	جهاز الفولتميتر Voltmeter as (DC&AC) Multi-range :	يستخدم في تنفيذ التجارب الكهربائية لأخذ قياسات فرق الجهد (المستمر والمتناوب) .
٨	جهاز أميتر حساس (تدريج متعدد) Millimeter (DC) Multi-range	يستخدم في تنفيذ التجارب الكهربائية لأخذ القياسات الصغيرة للتيار الكهربائي المستمر فقط .
٩	جهاز فولتميتر حساس : Mill voltmeter (DC)	يستخدم في تنفيذ التجارب الكهربائية لأخذ القياسات الصغيرة لفرق الجهد الكهربائي المستمر فقط .
١٠	محول كهربائي متغير : Variable Transformer	يستخدم لرفع أو خفض الجهد الكهربائي المتردد إلى القيمة المطلوبة، وللحصول على فرق جهد كهربائي عالي القيمة.
١١	محرك كهربائي : Electric Motor	يستخدم لإيضاح كيفية تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية (طاقة حركية) .
١٢	مولد كهربائي (دينامو) Generator Model (Dynamo) :	يستخدم لإيضاح كيفية تحويل الطاقة الميكانيكية (الحركية) إلى طاقة كهربائية .
١٣	جهاز أميتر متعدد الأغراض مع اللوحات Multi-Purpose Ameter :	يستخدم لإيضاح كيفية تركيب أجهزة القياس ذات الملف المتحرك وأخذ القياسات الصغيرة المختلفة أثناء تنفيذ تجارب الكهرباء .
١٤	ملف رومكوف : Induction Coil (Ruhmkorff)	يستخدم لرفع فرق الجهد الكهربائي وإحداث شرارة التفريغ الكهربائية (إيضاح ظاهرة التفريغ الكهربائي في الهواء).
١٥	المقاومة المتغيرة (الريوستات) Variable Resistance (Rheostat)	تستخدم لإيضاح : - اختلاف المواد المعدنية في درجة توصيل التيار الكهربائي . - زيادة مقاومة السلك بزيادة طوله . كما تستخدم أيضا في تنفيذ التجارب الكهربائية للتحكم في شدة التيار الكهربائي عن طريق التغيير في سلك المقاومة .
١٦	مقاومات كهربائية ثابتة ومختلفة القيم Constant Resistance	تستخدم في تنفيذ التجارب الكهربائية.
١٧	أسلاك معدنية مختلفة المقاومة والأقطار (نحاس نيكل كروم، مانجين، كونستانتان ... إلخ) . Resistance Wire :	تستخدم لإيضاح اختلاف المواد المعدنية في مقاومتها لمرور التيار الكهربائي، وبيان العلاقة بين مقاومة السلك ومساحة مقطعه.



(٣)



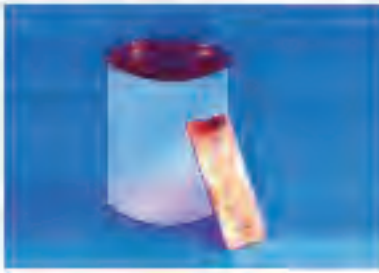
(٢)



(١)



(٦)



(٥)



(٤)



(٩)



(٨)



(٧)



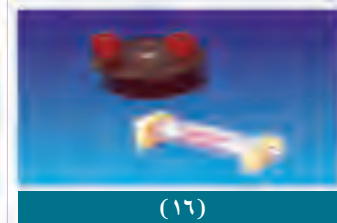
(١٢)



(١١)



(١٠)



(١٦)



(١٤)



(١٧)



(١٥)



(١٣)

ثامناً	أدوات وأجهزة تنفيذ التجارب الكهربائية :	م	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
١٨	مفاتيح توصيل كهربائية Plug Switch : تستخدم لإيضاح الأنواع المختلفة للمفاتيح الكهربائية، وتستخدم أيضاً لفتح وغلق الدوائر الكهربائية عند تنفيذ التجارب الكهربائية ومنها ما يلي :			
	أ- مفتاح توصيل أحادي القطب Contact Key Single			يستخدم في تنفيذ الدوائر الكهربائية ، وذلك لغلق وفتح الدوائر الكهربائية.
	ب- مفتاح توصيل ثنائي القطب Contact Key Double			يستخدم في تنفيذ الدوائر الكهربائية ، وذلك لغلق وفتح الدوائر الكهربائية.
	ج- مفتاح فيشة اتجاه واحد Plug Switch One-Way			يستخدم في تنفيذ الدوائر الكهربائية ، وذلك لغلق وفتح الدوائر الكهربائية.
	د- مفتاح فيشة اتجاهين Plug Switch Two-Way			يستخدم في تنفيذ الدوائر الكهربائية ، وذلك لغلق وفتح الدوائر الكهربائية.
	هـ- مفتاح مفصلي أحادي القطب Toggle Switch Single Pole			يستخدم في تنفيذ الدوائر الكهربائية ، وذلك لغلق وفتح الدوائر الكهربائية.
	و- مفتاح قطع أحادي القطب (قاطع سكين) Knife Switch Single Pole			يستخدم في تنفيذ الدوائر الكهربائية ، وذلك لغلق وفتح الدوائر الكهربائية.
	ز- مفتاح قاطع سكين ثنائي القطب Knife Switch Double Pole			يستخدم في تنفيذ الدوائر الكهربائية ، وذلك لغلق وفتح الدوائر الكهربائية.
١٩	حقيبة ورسستر Worcester Circuit Board :			تستخدم لتنفيذ تجارب الدوائر الكهربائية وتوصيل العناصر الكهربائية (المقاومات، المكثفات.. إلخ). على التوالي والتوازي .
٢٠	قوابس (طرفيات) كهربائية مختلفة Electric Plugs			تستخدم في تنفيذ التجارب الكهربائية
٢١	كابلات توصيل كهربائي مختلفة الأطوال والطرفيات Leads Flexible			تستخدم لتوصيل الدوائر الكهربائية.
٢٢	عجلة كابل توصيل نحاسي مزدوج Cooper Cable Roll			تستخدم في توصيل الدوائر الكهربائية.
٢٣	حافظة بطاريات Battery Holder :			تستخدم لثبيت البطاريات المستخدمة في تجارب الكهرباء كمصدر منخفض للتيار الكهربائي .
٢٤	مجموعة قواعد مصباح كهربائي صغير Lamp Holders			تستخدم في تنفيذ أو إجراء التجارب الكهربائية المختلفة .
٢٥	مصابيح كهربائية صغيرة Small Electric Lamp			تستخدم في تجارب الضوء .
٢٦	قنطرة هويتستون المترية Wheatstone Bridge			تستخدم في إيجاد قيمة مقاومة مجهولة.



(١٨ - د)



(١٨ - ج)



(١٨ - ب)



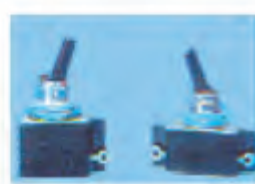
(١٨ - ا)



(١٨ - ز)



(١٨ - و)



(١٨ - هـ)



(٢١)



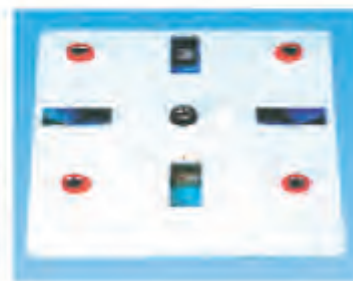
(٢٠)



(١٩)



(٢٤)



(٢٣)



(٢٢)



(٢٦)



(٢٥)

ثامناً	أدوات وأجهزة تنفيذ التجارب الكهربائية :
م	اسم الجهاز أو الأداة
الاستخدام	
٢٧	مجموعة مقاومات مختلفة القيم Set of Resistors
٢٨	مجموعة مكثفات مختلفة القيم Set of Capacitors
٢٩	مجموعة دايودات مختلفة الأنواع Set of Different Diodes
٣٠	مجموعة ترانزستورات مختلفة Transistor (PNP&NPN)
٣١	منبه (جرس) كهربائي صغير Electric Buzzer
٣٢	نموذج الوصلة الثنائية P-N Junction Model
٣٣	نموذج الوصلة الثلاثية P-N-P Junction Model
٣٤	نموذج الوصلة الثلاثية N-P-N Junction Model
٣٥	صمام ثنائي توضيحي Demonstration Diode Valve
٣٦	صمام ثلاثي توضيحي : Triode Valve
٣٧	نموذج خلية شمسية Solar Silicon Cell Model
٣٨	جهاز راسم الموجات : Oscilloscope
٣٩	مصدر تيار كهربائي (متناوب ومستمر) متغير القيمة. Low Voltage (DC&AC) Power supply
٤٠	الخلية الكهروضوئية : Photo-electric Cell



(٢٩)



(٢٨)



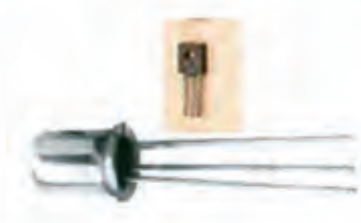
(٢٧)



(٣٢)



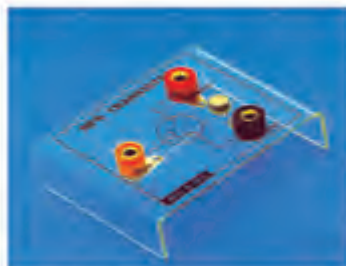
(٣١)



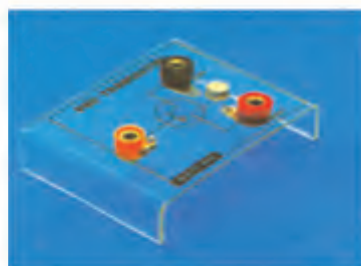
(٣٠)



(٣٥)



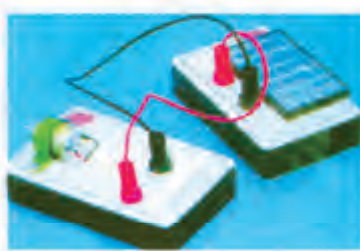
(٣٤)



(٣٣)



(٤٠)



(٣٧)



(٣٦)



(٣٩)



(٣٨)

تاسعاً	أدوات وأجهزة تنفيذ تجارب الفيزياء النووية :	
م	اسم الجهاز أو الأداة	الاستخدام
١	جهاز ميليكان Milliken Apparatus :	يستخدم لتنفيذ تجربة قطرة الزيت للميكان لتعيين شحنة الإلكترون .
٢	أنابيب التفريغ الكهربائي Discharge Tubes :	تستخدم لدراسة ظاهرة وخواص التفريغ الكهربائي للغازات تحت ضغوط مختلفة .
٣	أنبوبة التفريغ الكهربائي (صليب) Vacuum Tube Crass and Shadow	تستخدم لإثبات أن أشعة الكاثود تسير في خطوط مستقيمة .
٤	أنبوبة انحراف أشعة الكاثود Vacuum Tube with Vanes	تستخدم لدراسة الخواص الميكانيكية لأشعة الكاثود .
٥	أنبوبة أشعة المهبط (الأشعة السينية) X-Ray Roentgen Tubes	تستخدم لإيضاح كيفية الحصول على أشعة إكس ودراسة خواصها .
٦	عداد جيجر Geiger Scaler :	يستخدم للكشف عن الإشعاعات (ألفا - بيتا - جاما) والمواد المشعة ذرياً .
٧	مصدر قدرة كهربائية ذو جهد مرتفع High Tension power supply	يستخدم للحصول على جهد كهربائي عال (٥ كيلو فولت) لازم لتنفيذ تجارب التفريغ الكهربائي .



(٣)



(٢)



(١)



(٥)



(٤)



(٧)



(٦)

ثالثاً: تصنيف وترتيب وفهرسة الأجهزة والأدوات في مختبر الفيزياء

من أجل المحافظة على سلامة التجهيزات في مختبر الفيزياء، وضمان عملها وفعاليتها لأطول فترة زمنية ممكنة، لابد من اعتماد اتباع الطرق العلمية، والقواعد الصحيحة عند تصنيف وترتيب وفهرسة هذه التجهيزات والأدوات مع مراعاة الجوانب التالية:

- ١- سرعة وسهولة الوصول للجهاز أو الأداة عند الحاجة إليه أو إليها.
- ٢- عدم تكديس الأجهزة والأدوات فوق بعضها تفادياً لتلفها مع مرور الزمن.
- ٣- حفظ جميع مكونات الجهاز الواحد مع بعضها في مكان واحد.

❖ كيفية تصنيف وترتيب الأجهزة والأدوات:

(أ) (المختبر العام (غرفة مختبر واحدة لكل من مختبر : (الفيزياء- الأحياء- الكيمياء)) :

- بعد عملية فرز الأجهزة والأدوات الفيزيائية وترتيبها حسب تصنيفها الصحيح، ينبغي القيام الآن بـ:
- ١- تحديد دواليب أو خزانات خاصة لأجهزة وأدوات مختبر الفيزياء، بحيث تكون بعيدة بقدر الإمكان عن المواد الكيميائية التابعة لمختبر الكيمياء.
 - ٢- وضع كل مجموعة من الأجهزة والأدوات في الدواليب أو الخزانات أو الأرفف المخصصة لها، كل على حدة، وفقاً لفروعها العلمية.
 - ٣- يلصق على الدواليب أو على الرف بطاقة تعريفية توضح الفرع العلمي الذي تنتمي إليه الأدوات والتجهيزات الموجودة.
 - ٤- يلصق أو يوضع على كل دولاب كشف بالأجهزة والأدوات، بحيث يكون مرقماً بالتسلسل المعتمد في جرد المختبر.

كما يجب مراعاة ترتيب الأجهزة والأدوات الخاصة بكل فرع علمي، كما يلي:

- ١- الأدوات والأجهزة كبيرة الحجم توضع في الرفوف أو (الأرفف) السفلى من الدواليب .
- ٢- توضع الأدوات أو الأجهزة الزجاجية في رفوف خاصة.
- ٣- توضع الأدوات والأجهزة صغيرة الحجم في الرفوف العليا، كما توضع الأدوات والأجهزة ذات الاستخدام المتكرر في الأمام وخلفها الأدوات والأجهزة الأقل استخداماً.
- ٤- الأجهزة والأدوات الكبيرة الحجم نسبياً والتي لا يمكن وضعها وحفظها في الدواليب توضع في مكان ثابت بالمختبر ، وتغطى بغطاء بلاستيكي ؛ لحمايتها من الرطوبة والأتربة، وتوضع توابع هذه الأجهزة بالقرب منها ، ويكتب عليها تتبع جهاز (.....).

(ب) مختبر الفيزياء التخصصي (غرفة خاصة لمختبر الفيزياء):

وفي هذه الحالة تتبع طرق وأساليب خاصة بتصنيف الأجهزة والأدوات، تتناسب مع نوعية تلك الأجهزة والأدوات، وحجمها، ومساحة المختبر المدرسي، وكذلك مع عدد الدواليب المتوافرة فيه. ونقدم هنا إحدى الطرق المتبعة والمناسبة في ترتيب وتصنيف الأجهزة والأدوات ؛ لتسهيل العمل داخل المختبر المدرسي ، وهي كما يلي:

- ١- تحديد دواليب أو رفوف خاصة بالأدوات المتشابهة في طبيعة عملها حسب حجمها وكميتها.
- ٢- تحديد دواليب خاصة لأجهزة وأدوات كل فرع من فروع الفيزياء ، مع كتابة بطاقة تعريفية على كل دولاب توضح محتوياته من أجهزة وأدوات تلصق على أبواب الدواليب. ويمكن أن يتم ذلك من خلال اتباع التصنيف التالي:

- الأجهزة والأدوات المستخدمة في قياس المسافات والأطوال.
- الأجهزة والأدوات المستخدمة في الرصد الجوي والطقس.

- الأجهزة والأدوات المستخدمة في خواص المادة (الصلبة، السائلة، الغازية).
- الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الميكانيكا.
- الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الحرارة.
- الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الضوء.
- الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الصوت.
- الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الكهرباء الساكنة.
- الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الكهرومغناطيسية.
- الأجهزة والأدوات المستخدمة في تجارب الكهرباء.
- الأجهزة والأدوات المستخدمة في التجارب النووية.

الفصل الثاني

إرشادات الأمن والسلامة في مختبر الفيزياء

- ❖ أولاً : السلامة في تخزين وحفظ الأجهزة والأدوات الفيزيائية.
- ❖ ثانياً : السلامة في التعامل مع الكهرباء .
- ❖ ثالثاً : السلامة في التعامل مع الإشعاعات .
- ❖ رابعاً : السلامة في التعامل مع الزئبق ومركباته .

لا يخفى على أحد بأن العمل في المختبرات المدرسية يجري في وسط غير خال من المخاطر المتعددة الأنواع وتكمن الخطورة بسبب ما تحتويه تلك المختبرات ، وما تتصف به طبيعة العمل بها من أجهزة كهربائية وأدوات ومواد كيميائية وبيوكيميائية، ومنها حدوث الحرائق وحالات التسمم بالمواد الكيميائية، وتسرب الغازات السامة الناتجة عن التحضيرات العملية للتجارب العلمية التعليمية، والصدمات الكهربائية ، وخطر المواد الإشعاعية ، وغيرها من المخاطر . وللعلم في جو آمن وسليم وخال من تلك المخاطر أو غيرها، فلا بد من اتباع الطرق الصحيحة والإرشادات السليمة لسلامة أرواح مستخدمي تلك المختبرات أولاً والحفاظ على التجهيزات والمحتويات التعليمية التي تحتويها ثانياً .. ونظراً لتلك الخطورة يجب التعامل مع كافة محتويات المختبر المدرسي بكل مسؤولية وحرص وعناية وعدم استهتار . وسوف نورد في هذا الفصل كيفية التعامل مع أكثر المخاطر حدوثاً داخل مختبر الفيزياء، وإرشادات الأمن والسلامة في:

١- السلامة في حفظ وتخزين الأجهزة والأدوات.

٢- السلامة في التعامل مع الكهرباء.

٣- السلامة في التعامل مع الإشعاعات.

٤- السلامة في التعامل مع الزئبق ومركباته.

❖ أولاً: السلامة في تخزين وحفظ الأجهزة والأدوات الفيزيائية:

عند حفظ وتخزين الأجهزة والأدوات الخاصة بمختبر الفيزياء يجب اتباع الإرشادات التالية وذلك بهدف سلامة تلك التجهيزات وكذلك سلامة مستخدميها:

(١) حفظ المرايا والعدسات والمنشورات الزجاجية في صناديق أو علب خاصة ومنسقة بحيث لا تتلاصق أوجهها وبالتالي تتعرض للخدش أو الكسر، ولجعلها سليمة ونظيفة تحفظ في تلك الصناديق ، وتوضع على تلك الصناديق بطاقة تحمل أرقام المرايا والعدسات والمنشورات، وعدم استعمال الكحول نهائياً لتنظيف العدسات، ويفضل استخدام الماء المقطر في تنظيف عدسات المجهر ؛ لأنه يذيب مادة لصق العدسات المركبة معاً، ولذا يفضل استخدام الإيثر لإزالة البقع والزيت والبصمات.

(٢) حفظ القضبان المغناطيسية أزواجاً متعاكسة الأقطاب مع حوافها داخل صناديق خاصة بها، وفي حالة الإبر المغناطيسية فيمكن حفظها و تخزينها بوضعها على شكل معين بحيث تكون فيه الأقطاب المختلفة متجاورة.

(٣) عدم وضع البوصلات الصغيرة متراكمة فوق بعضها أو قريبة من المغناطيسيات بل يجب حفظها وتنظيمها على شكل دائرة في قرص من الورق المقوى من أجل أن تحتفظ بمغناطيسيتها .

(٤) حفظ الأدوات والأجهزة في مكان بعيد عن الرطوبة ومصادر المياه ؛ وذلك لمنع تشكل الصدأ عليها وبالتالي تلفها .

(٥) يفضل وضع مقدار من كلوريد الكالسيوم في الكشاف الكهربائي لامتناس بخار الماء من الهواء ؛ ليصبح الهواء جافاً .

(٦) تصقل جميع الأدوات النحاسية ماعدا كفتي الميزان من وقت لآخر بحيث تظل دائماً نظيفة .

(٧) وضع أنابيب المطاط في دولا ب مغلقة، وبجوارها حوض زجاجي مملوء بالماء ؛ لترطيبها أو ترش على تلك الأنابيب البودرة الجافة (بودرة الأطفال) .

(٨) تدهن الشوك الرنانة وآلات القياس بطبقة رقيقة من الفازلين أو الزيت وتلف (تغطى) بورق خفيف قبل حفظها، وتنظف جيداً عند إخراجها للاستعمال .

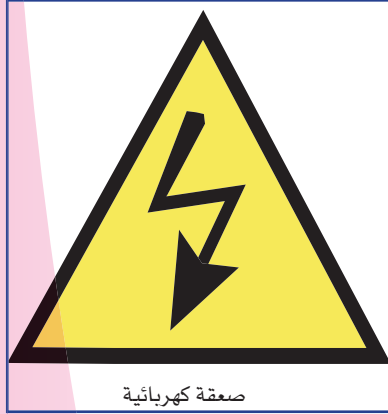
(٩) يجب التأكد عند استعمال آلات القياس الكهربائية/ السينما/ التلفزيون/ أجهزة عرض الأفلام الثابتة/ من أن التيار الكهربائي لا يزيد عن قوة استعمالها، ويمكن الاستعانة بمحول لرفع أو خفض التيار الكهربائي، أو تحريك جهاز ضبط التيار الموجود بالأجهزة، كما يراعى

- الحرص عند استعارة أو إعارة مثل هذه الأجهزة من أو إلى مدارس أخرى.
- (١٠) عند انتهاء العام الدراسي يجب تفريغ السوائل من الأعمدة الكهربائية، وكذلك المراكم الرصاصية إذا تركت مدة طويلة بدون استعمال ، وتنظيفها ، وتبقى كذلك إلى أن يحين استعمالها مرة أخرى لتملاً بسوائل جديدة. كما يجب تفريغ قوالب البطاريات من الأعمدة الكهربائية أو أي جهاز كهربائي يحملها حتى لا يتلف تلك الأجهزة.
- (١١) حفظ الأجهزة الكهربائية وكذلك الإلكترونيات بعيداً عن المواد الكيميائية بشكل عام. فتساعد الأبخرة من بعض المواد الكيميائية قد يتلف تلك الأجهزة.
- (١٢) إبعاد الأجهزة الكهربائية وكذلك الإلكترونيات عن مصادر الحرارة وأشعة الشمس ؛ لأن بعض الأجهزة تتأثر بدرجات الحرارة البسيطة ، كما أن بعض تلك الأجهزة يدخل البلاستيك في تركيبها وعند تعرضها لدرجات حرارة معينة قد يتلفها.
- (١٣) تجنب خزن الأجهزة الكهربائية (التي تعمل بالكهرباء) إلى جانب المواد الكيميائية القابلة للاشتعال.
- (١٤) عدم وضع الأجهزة خارج الدواليب حتى لا تتعرض للأتربة والرطوبة وأشعة الشمس.
- (١٥) عدم ترك الأجهزة والأدوات والصناديق على أرض المختبر بل يجب تنظيفها حال الانتهاء من إجراء التجربة وإعادتها إلى أماكنها.
- (١٦) عدم حفظ الأجهزة والأدوات تحت أحواض الغسيل.
- (١٧) التأكد من صلاحية الأجهزة وإصلاح الأعطال الممكنة ومعايرتها إن أمكن وإن دعت الحاجة لذلك.
- (١٨) عند ترتيب الأجهزة والأدوات يجب وضع الأجهزة الكبيرة الحجم خلف الأجهزة الصغيرة الحجم وهكذا.
- (١٩) عمل لوحات إرشادية صغيرة للتنبيه ووضعها في أماكن معينة وظاهرة.

❖ ثانياً: السلامة في التعامل مع الكهرباء:

الحذر عند التعامل مع التيارات الكهربائية باتباع ما يلي:

- (١) لا تحاول لمس خطوط الكهرباء أو مفاتيح التيار الكهربائي ويداك مبلولتان. كذا لا تلمس أي جهاز كهربائي إلا بعد اختباره بظاهرة اليد الجافة؛ للتأكد من عدم وجود دوائر كهربائية قصيره قد تؤدي إلى حدوث صدمة كهربائية.



صعقة كهربائية

- (٢) لا تحاول لمس الأجهزة الكهربائية بعد استخدامها مباشرة لتجنب أي حروق تنشأ عن سخونتها.
- (٣) تأكد من جفاف الأرضية التي تقف عليها من أي سوائل عند تعاملك مع الأجهزة الكهربائية.
- (٤) يجب التأكد من الدوائر الكهربائية قبل البدء بتجربة ما للتأكد من سلامتها.
- (٥) التأكد من أن جميع التوصيلات الكهربائية الخارجية مغطاة وليست مكشوفة بحيث لا تكون عرضة للمارة في المختبر.
- (٦) التأكد من أن جميع الأسلاك الكهربائية الموصولة بمصدر الطاقة الكهربائية العام معزولة بشكل جيد.
- (٧) لا تستعمل أي جهاز كهربائي سلكه مقطوع أو غير محكوم العزل وأيضاً أطفئ مفتاح تشغيل أي جهاز كهربائي قبل وصله بمصدر التيار الكهربائي. وعند الانتهاء من العمل بالجهاز الكهربائي أطفئ مفتاح التشغيل للجهاز ، وكذا لا تسحب كبس الجهاز الموصول بالمصدر الكهربائي بواسطة سلكه الكهربائي.
- (٨) لا تعمل على توصيل أي وسيلة كهربائية كانت من عمل المتعلمين، بالتيار الكهربائي

- إلا بعد إجراء الفحص عليها بشكل دقيق من قبل شخص مختص.
- (٩) افحص كافة التوصيلات الكهربائية في المختبر من وقت لآخر، واعمل على صيانة تلك التوصيلات وكذلك الأجهزة التي تحتاج إلى ذلك وإصلاحها.
- (١٠) لا تعمل على إهمال أو تجاهل الخط الأرضي (Earth) الخارج من الأجهزة الكهربائية للمحافظة على سلامتها وفعاليتها وكذلك سلامة الأشخاص، وفي حالة عدم وجوده، اعمل على توصيل ذلك الخط في مختبرك. ويفضل استخدام (كبس Plug) كهربائي ذي المداخل الثلاثية لجميع الأجهزة الكهربائية.
- (١١) احذر عند التعامل مع مصدر القدرة ذي الجهد المرتفع . فهو شديد الخطورة وقد يؤدي بحياتك وحياة الآخرين من بجانبك إذا لم تحسن استخدامه. ولتجنب ذلك الخطر الناتج عن استخدام مثل هذا الجهاز اعمل على توصيل الخط الأرضي للجهاز، مع مراعاة ابتعاد المتعلمين قدر الإمكان عن مكان العمل، من أجل السلامة للجميع.
- (١٢) تأكد من فولتية كل جهاز كهربائي قبل وصله بمصدر التيار الكهربائي ؛ لأن بعض الأجهزة يعمل على (110 فولت) والآخر يعمل على (220 فولت). ومراعاة ذلك يجنبك تعطيل الجهاز، وكذلك الخسائر الأخرى الكبيرة.
- (١٣) لا تستخدم المؤشرات المعدنية عند التعامل مع التيارات الكهربائية وكذلك مع ملف رومكورف.
- (١٤) افصل التيار الكهربائي عن الجهاز بسرعة إذا حدث ماس في الدائرة الكهربائية أو في أي مكان آخر في المختبر أو في المدرسة.
- (١٥) اعمل على فصل التيار الكهربائي عن كافة الأجهزة بعد الانتهاء مباشرة من العمل داخل المختبر وقبل مغادرتك المختبر.
- (١٦) افصل التيار الكهربائي كلياً عن المختبر المدرسي عند انتهاء اليوم الدراسي.
- (١٧) افصل التيار الكهربائي عن الجهاز عند صيانته حتى وإن كان متصلاً بمصدر قدرة ذي جهد منخفض، كما تتم الصيانة على سطح خشبي جاف.
- (١٨) عدم العبث بالتوصيلات الكهربائية.
- (١٩) تأكد من وجود دليل (كاتلوج) لكل جهاز ، يحتوي معلومات التشغيل والصيانة.
- (٢٠) احرص على توفير طفايات الحريق المناسبة في المختبر، ومعرفة كيفية استعمالها لمكافحة الحريق عند حدوثه والسيطرة عليه في أسرع وقت ، وكذلك جرس إنذار الحرائق.
- (٢١) استعمال طفاية الحريق المناسبة لإخماد أي حريق ناتج عن الكهرباء تجنبك الكثير من الخسائر البشرية وكذلك المادية، فيجب استعمال طفاية (B.C.F) بروموكلورودي فلور ميثان، وكذلك طفاية ثاني أكسيد الكربون لأن (CO₂) غير موصل للتيار الكهربائي ، وكذلك طفاية البودرة الكيميائية الجافة. وهذه الأخيرة هي الأكثر استخداماً في مختبرات مدارس الجمهورية اليمنية، وحرص على عدم استخدام الطفايات الأخرى مثل طفاية (الفوم الكيميائي) ؛ لأنها موصلة للتيار الكهربائي، وكذلك طفاية (الصودا أسيد) لأن مادة الإطفاء موصلة للتيار الكهربائي أيضاً، وكذلك (طفاية الماء).
- (٢٢) احذر من استخدام الماء في إطفاء الحرائق الناجمة عن الكهرباء إلا بعد فصل التيار الكهربائي نهائياً عن مصدره الرئيسي (العداد).
- (٢٣) لا تستخدم مواقد الكهرباء بدلاً عن مواقد الغاز في المختبرات.
- وأخيراً : لا تدع جسدك يصبح هو حلقة الاتصال بين نقطتين بينهما فرق شاسع في الجهد الكهربائي.

❖ ثالثاً: السلامة في التعامل مع الإشعاعات:

(أ) التعامل مع المواد المشعة (materials Nuclear Radiotion):

يندر وجود تلك المواد المشعة في مدارس الجمهورية اليمنية، وإن وجدت تلك المواد فإنها قليلة

الخطورة وذلك لقلّة كمية الإشعاع الصادر منها، ولكن هذا لا يمنع من توخي الحذر والحيلة عند التعامل مع تلك المواد باتّباع ما يلي:



خطر الإشعاع

١- الحذر والتركيز عند التعامل مع تلك المواد المشعة، ولا يتم إخراجها من الصندوق الخاص بحفظها، إلا إذا استدعى الأمر ذلك، وهو إجراء التجارب . وفي تلك الحالة يجب استخدام الملاقط الخاصة بذلك ، ولا تستخدم اليد في التقاطها وإخراجها من صندوق حفظها .

٢- اغسل يديك جيداً باستخدام المنظفات بعد كل تجربة تستخدم فيها المواد المشعة، ولا تتناول أي طعام أو تلمس عينيك قبل غسل يديك .

٣- لا تضع أي مواد غذائية بالقرب من تلك المواد الإشعاعية، ولا تتناول أي أطعمة أو مشروبات في المكان الذي توجد فيه تلك المواد الإشعاعية .

٤- لا تتعامل مع المواد المشعة أو نظائرها من خلال النظر بالعين أو الملامسة لاسيما بالفم أو الجروح المفتوحة في الجلد .

٥- لا تستخدم الفم عند سحب عينة من سائل قد يحتوي على مواد مشعة مذابة فيه .

٦- يجب عدم التدخين داخل المختبر ؛ لأن الدخان يسبب انتشار أو تشتت للأشعة .

٧- تخزن المواد المشعة بعيداً عن متناول الطلاب وفي خزانة خاصة بها بعيدة عن الحركة الدائمة للطلبة والمعلمين .



صندوق حفظ المواد المشعة



خطر أشعة الليزر

(ب) التعامل مع أشعة الليزر (Laser Rays):

عند التعامل مع أشعة الليزر توخي الحذر الشديد، واستخدم الواقيات (النظارات الواقية المرشحة) الملائمة لذلك، حسب النشرة المرفقة بالجهاز ؛ لأن أشعة الليزر وبخاصة إذا كانت عالية التركيز فإنها تسبب العمى في أقل من ثانية نتيجة حرقها لشبكية العين.

(ج) التعامل مع الأشعة تحت الحمراء (Infra Red):

هي أشعة كهرومغناطيسية تشبه في طبيعتها الأشعة الضوئية،

من حيث انتشارها في خطوط مستقيمة. ويجب التعامل مع هذه الأشعة بحذر أيضاً واستخدام النظارات الواقية للحماية، وتقليل فترة التعامل معها. فالتعرض الزائد لها يمكن أن يتلف عدسة العين.

ويتراوح طولها الموجي بين 15000\AA - 8000\AA ونحصل عليها من ضوء الشمس، ومن الأجسام المتوهجة إلى درجة الاحمرار ، مثل الدفايات الكهربائية.



كاشف أشعة ليزر





جهاز أشعة اكس التعليمية

(د) التعامل مع الأشعة السينية (X-Ray) :

هي موجات كهرومغناطيسية ذات طول موجي قصير جداً يقترب من 10^{-8} cm ولا يجب التعامل مع الأشعة السينية أو أحد أجهزتها إلا بعد دراية وخبرة واختصاص. أي لا يجب التعامل مع الأشعة السينية إلا عن طريق المختصين فقط نظراً لخطورتها، حيث تعمل على التسبب بحروق يصعب الشفاء منها وتدمر الأنسجة الأدمية عند التعرض المفرط لها.

(هـ) التعامل مع الأشعة فوق البنفسجية (Ultra-violet) :

في حالة التعامل مع هذه الأشعة يجب استخدام المرشحات المناسبة، وكذلك درع الوقاية لأنها أشعة ضارة.

(و) التعامل مع أشعة الميكروويف (Micro Wave) :

في حالة التعامل مع هذه الأشعة يجب التعامل بمنتهى الحذر واستخدام الأقفلة الواقية . ويجب عدم التعرض لها لفترات زمنية طويلة ؛ لأنها تكون ذات طاقة عالية ، وقد تسبب أضراراً للأجسام التي تعترضها .



مادة سامة

❖ رابعاً: السلامة في التعامل مع الزئبق ومركباته:

يعتبر الزئبق الفلز الوحيد الذي يوجد في الطبيعة بصورة سائلة. ويتبخر الزئبق في جميع درجات الحرارة، إلا أنه يغلي عند درجة 356.58 درجة مئوية معطياً أبخرة سامة عديمة اللون، كما يمكن أن يتجمد أو يتبلور بنظام السداسي عند درجة حرارة 38.87 درجة مئوية تحت الصفر ، ولذا فهو من الجوامد .

ورغم وجود بعض الموضوعات الدراسية التي تتطلب استخدام مادة الزئبق ، مثل : أجهزة وأدوات الطقس والرصد الجوي كالترموترات

ومقاييس الرطوبة، إلا أنه يجب الحذر من استخدامه في التجارب العلمية العملية واستبدال مادة أخرى به قدر الإمكان؛ لأن أبخرته ومعظم مركباته سامة جداً، بالإضافة إلى أن ملامسته للجلد تسبب أضراراً قد لا تظهر آثارها مباشرة وإنما بعد سنوات، وهي الحالة الأكثر خطورة.

ولهذا يجب التعامل بحذر ما أمكن في حالات الضرورة القصوى لاستخدام الزئبق، واتباع مايلي:

أ- عدم ترك عبوة حفظ مادة الزئبق بدون غطاء؛ لأنها تتطاير كما يحفظ في أوعية حديدية غالباً .

ب- عدم اللهو واللعب بهذه المادة ولمسها .

ج- في حالة تناثر الزئبق في أي مكان في المختبر لا تتهاون في سرعة تجميعه. ويجمع بواسطة ماسك في نهايته قطرات الزئبق لتتجمع حولها وتصب في الزجاج الحافظة لها، أو نثر مسحوق الكبريت ؛ لأن الكبريت يعقد أبخرة الزئبق، أو تبلل قطعة من القطن بحمض النيتريك المخفف لتجميع الزئبق، مع مراعاة استخدام الملقاط لمسك قطعة القطن.

د- في حالة بلع شخص ما أيّاً من مركبات الزئبق باشر بإعطاء الشخص ملعقة من ملح الطعام مذابة في كوب ماء، أو اجعله يتناول اللبن وبياض البيض ، وذلك لاحتوائهما على البروتين الذي يتحد مع الزئبق ويرسبه في المعدة.

هـ- استخدم أدوات الوقاية، مثل : ارتداء الأغذية الواقية : (بالطو، نظارة، كمامة، قفاز،.. إلخ).

الفصل الثالث

أجهزة مختارة من مختبر الفيزياء

- ١ - القدمة ذات الورنية.
- ٢ - الميكرومتر.
- ٣ - الأسفيرومتر.
- ٤ - مصدر القدرة.
- ٥ - الأفومتر (جهاز قياس متعدد الأغراض).
- ٦ - ملف رومكورف.
- ٧ - مولد فان دي جراف.
- ٨ - الأسيلوسكوب.
- ٩ - المطياف الضوئي.
- ١٠ - الخلية الكهروضوئية.
- ١١ - حوض الأمواج المائية.
- ١٢ - جهاز القصور الذاتي.
- ١٣ - جهاز قياس التمدد الطولي.
- ١٤ - البارومتر المعدني.
- ١٥ - جهاز الهيدرومتر.
- ١٦ - أجهزة قياس درجات الحرارة.
- ١٧ - جهاز الهيجرومتر (الرطب والجاف).
- ١٨ - ترمومتر النهاية العظمى والصغرى.
- ١٩ - جهاز الثرموسكوب.
- ٢٠ - كشاف جيجر.

في هذا الفصل من هذا الدليل سنتطرق إلى عدد من أجهزة الفيزياء المستخدمة على نطاق واسع في المختبر لمساعدة أمناء المختبرات في التعرف على هذه الأجهزة ، وذلك من حيث: التعريف بها، والغرض منها، ومجال استخدامها وتركيبها، ومبدأ عملها، بالإضافة إلى احتياطات الأمان والسلامة في التعامل معها والأعطال الممكن حدوثها.. وأخيراً تطبيقات عملية على تلك الأجهزة.

١- القدمة ذات الورنية (SLIDING VERNIER CALIPER):

الاستخدام:

تستخدم القدمة ذات الورنية لقياس:

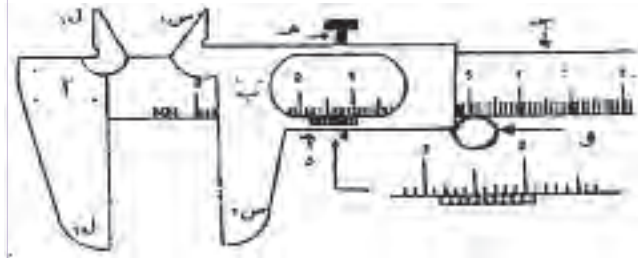
- ١- الأقطار الخارجية بواسطة الفك السفليين للأجسام الصغيرة مثل : قياس قطر القضيب.
- ٢- الأقطار الداخلية بواسطة الفك العلويين، مثل: قياس قطر ثقب أو فتحة أو حلقة.
- ٣- الأعماق، مثل قياس عمق ثقب مسدود أو عمق إناء.
- ٤- الأطوال الصغيرة جداً، للمدى من 10cm إلى 0.1mm.

التركيب:

تتركب القدمة ذات الورنية من الأجزاء التالية:



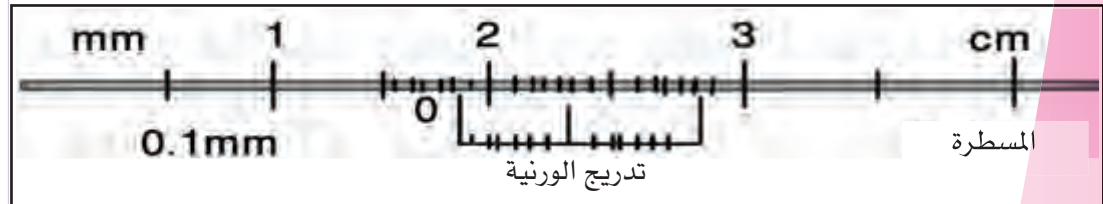
شكل «1» القدمة ذات الورنية



شكل «2» تركيب القدمة ذات الورنية

- ١- الفك الثابت: ينتهي هذا الفك بشعبيتي (ل1، ل2) تظهران في الشكل (٢).
- ٢- الفك المتحرك: وينتهي هو الآخر بشعبيتي (س1، س2).
- ٣- الساق: مسطرة مدرجة بالسنتيمترات والمليمتترات وتنتهي بالفك الثابت.
- ٤- الورنية: الجزء الذي ينزلق على الساق وتثبت به بواسطة المسامير المحوي، وتحمل هذه الورنية تدريجاً يتألف من تسعة أجزاء متساوية طولها الكلي (9) ملليمترات، وتنتهي هذه الورنية بالفك المتحرك.
- ٥- المسامير المحوي: وظيفته تثبيت الورنية جيداً بعد أخذ القياس حتى لا تتحرك.
- ٦- برغي التحريك: وظيفته تحريك الورنية بسهولة ويسر على الساق.
- ٧- وهناك جزء آخر يقع خلف الساق يتحرك مع حركة الورنية ويستخدم لحساب عمق ما.

طريقة الاستخدام:



شكل «3» يبين كيفية استخدام القدمة ذات الورنية

- ١- حرك الورنية عن طريق برغي التحريك إلى الأمام إلى أن ينطبق الفك المتحرك على الفك الثابت؛ عندها ستلاحظ انطباق صفر الورنية على صفر المسطرة (الساق). إذا لم ينطبق صفر الورنية على صفر المسطرة فاحسب الخطأ الصفري واجر التصحيح اللازم بعد أخذ القراءة.

٢- لقياس القطر الداخلي لأسطوانة مفرغة ادخل الفكين (س١، ل١) داخل الأسطوانة، ثم افتح الفكين عن بعضهما باستخدام برغي التحريك حتى ينطبق سطحا الفكين الخارجيين على جدار الأسطوانة الداخلي.

٣- ثبت الورنية جيداً باستخدام المسامير المحوي حتى لا تتحرك، ثم اخرج الجهاز واقرأ النتيجة كالآتي:

١- اقرأ السنتيمترات والمليمترات الكاملة باستخدام تدريج المسطرة.

٢- اقرأ أجزاء المليمترات العشرة باستخدام تدريج الورنية (وذلك بقراءة أول تدريج للورنية ينطبق على أي تدريج في المسطرة (الساق)).

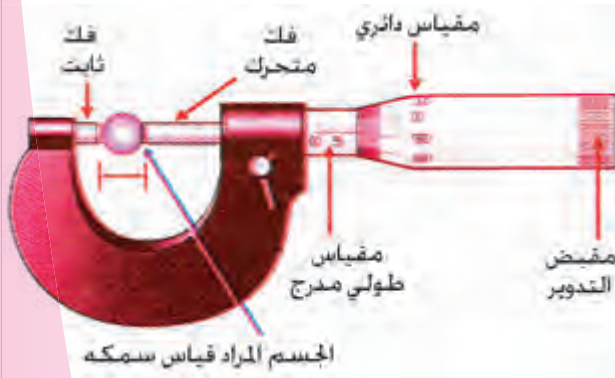
٤- كيفية القراءة: سجل الرقم الذي يسبق صفر الورنية إلى اليسار ويساوي ٨، ١ سم. كما يظهر في الشكل (٣) ثم سجل رقم أول تدريج في الورنية ينطبق على أي تدريج في المسطرة، على اعتبار أنه جزء من المليمتر، وكما يظهر في الشكل السابق كان التدريج الخامس من الورنية هو الذي انطبق على تدريج المسطرة فتكون النتيجة $1.805\text{cm} = 0.05\text{mm} + 8\text{mm} + 1\text{cm}$.

٥- إذا أردت استخدام القدمة ذات الورنية لقياس قطر خارجي فضعه بين الفكين (س٢، ل٢)، ولقياس عمق ما استخدم الجزء الرفيع الذي يقع خلف المسطرة ولقراءة النتائج استخدم الطريقة السابقة.

* إرشادات الاستخدام :

لاستخدام القدمة ذات الورنية استخداماً سليماً لابد من اتباع الارشادات التالية :

- ١- يتم التدوير دائماً عن طريق برغي التحريك .
- ٢- التأكد من انطباق صفر تدريج الورنية على صفر تدريج المسطرة الأساسية قبل القيام بعملية القياس.
- ٣- لمعرفة القياس الصحيح اقرأ أولاً التدريج الذي يدل عليه صفر الورنية ثم حدد الخط من تدريج الورنية الذي ينطبق على أحد خطوط تدريج المسطرة الأساسية .
- ٤- عند التصاق الفكين ينطبق صفر مقياس الورنية على صفر المقياس الرئيسي ، و إذا لم ينطبق صفر مقياس الورنية على صفر المقياس الرئيسي، فإن خطأ ما لابد من حسابه ويسمى بالخطأ الصفري، ويقاس بنفس طريقة قياس الورنية ، وذلك بطرح الخطأ الصفري إذا كان صفر الورنية يقع على يمين صفر المقياس الرئيسي ، وجمعه إذا كان صفر الورنية على يساره.
- ٥- في حالة ظهور أكثر من خط منطبق نأخذ أقرب خط لصفر الورنية .



شكل « 1 » الميكرومتر

٢- الميكرومتر (Microemeter) :

الاستخدام :

يستخدم الميكرومتر (اللولبي الحلزوني) لقياس الأبعاد الصغيرة جداً مثل: سمك ورقة أو صفيحة، قطر سلك، سمك غطاء شريحة، قطر كرة صغيرة، وتصل دقة القياس في هذا الجهاز إلى 0.01 من المليمتر انظر الشكل (١).

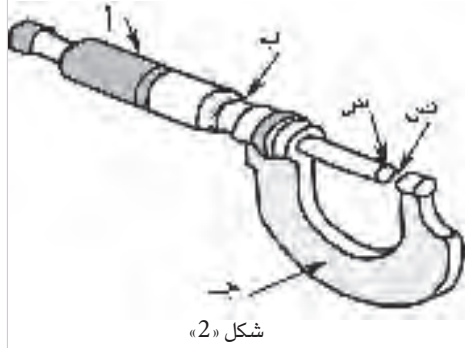
التركيب:

يتركب الميكرومتر من الأجزاء الرئيسية الآتية:

- ١- مقبض متحرك: ينتهي بطرف مخروطي الشكل، مدرج إلى 100 قسم، وقد يكون مدرجاً إلى 50 قسمًا متساوياً في التدريج الدائري.
- ٢- ساق ثابتة: يدور حولها المقبض المتحرك، ومدرجة إلى مليمترات وأنصاف المليمترات (التدريج الأفقي).

٣- جزء معدني على شكل حرف U: يمرر في مسنن من أحد طرفيه ، كما يظهر في الشكل (٢)، وتكون بعض هذه الأجهزة مزودة بمفتاح صغير على أحد طرفي هذا الجزء، وظيفته تثبيت القراءة بعد الانتهاء من عملية القياس.

طريقة الاستخدام :



- ١- حرك المقبض المتحرك باتجاه عقارب الساعة إلى أن تتطبق النقطة (س) على النقطة (ص) عندها ستطبق حافة الجزء المخروطي من المقبض المتحرك عند النقطة صفر على خط الصفر في تدريج الساق الثابتة.
- ٢- حرك المقبض المتحرك باتجاه عكس اتجاه عقارب

- الساعة، ثم ادخل الجسم المراد قياس سمكه بين الفكين (س،ص).
- ٣- حرك المقبض المتحرك باتجاه عقارب الساعة حتى ينطبق الفك (س،ص) على الجسم المراد قياس سمكه، وتسمع صوت (تكة) من الجهاز.
- ٤- ثبت القراءة التي حصلت عليها باستخدام مفتاح التثبيت ثم اقرأ القياس كالآتي:
 - اقرأ المليمترات من التدريج الأفقي.
 - اقرأ أجزاء المليمترات (بالمئة) من التدريج الدائري (بقراءة النقطة المنطبقة على الخط الأفقي للمحور الثابت).

مثال:

عند قياس سمك ورقة كانت القراءات كالآتي:

- التدريج الأفقي = 2.5 ملليمتر.
 - التدريج الدائري = 25 جزء.
 - سمك الورقة = $2.5 + (0.01 \times 25)$ حيث (0.01) دقة القياس.
- إذن: سمك الورقة = $2.5 + 0.25 = 2.75$ مم.

من الأخطاء : زيادة تحريك الميكروميتر (وخاصة في الأنواع غير المزودة بالجزء المنزلق الذي يصدر صوت «تكة») ، ما يسبب ضغط على الجسم المراد قياس سمكه أو قطره فيسبب تشوّهه ويكون قياس القراءة خاطئة .
ومن أساليب القياس الصحيحة: أخذ عدة قراءات لمناطق مختلفة للجسم المتجانس (ورقة ، سلك ،... إلخ).

* ملحوظة :

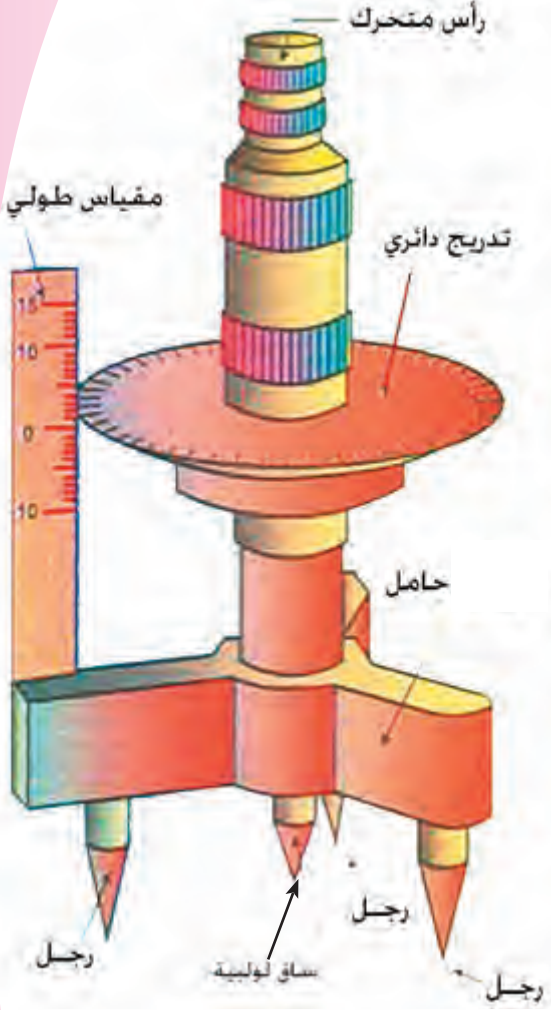
يمكن حساب الخطأ الصفري بإدارة الجزء المتحرك حتى يلامس الساق الثابت (دون ضغط) وعين القراءة كما سبق ، ويطرح الخطأ الصفري إذا كان رأس الجزء المتحرك (صفر التدريج الدائري) أعلى من صفر المقياس الرئيسي ، ويجمع إذا كان أسفل صفر المقياس الرئيسي.

٣- الأسفيروميتر (Spherometer) :

الاستخدام :

الأسفيروميتر جهاز يستخدم لقياس مقدار تحدب أو تقعر سطح ما، كتحدب العدسات والمرايا وغيرها، كما يستخدم في قياس السماكة للوح أو صفيح منتظم الشكل، وتصل دقة القياس في الأسفيروميتر إلى 0.01mm .

التركيب :



شكل «1» الأسفيروميتر

يتركب الأسفيروميتر كما في الشكل (١) من الأجزاء الرئيسية الآتية:

١- الأرجل الثلاث: وهي ثابتة لا تتحرك، وتستخدم لتثبيت الجهاز بشكل مناسب على الجسم المراد قياس تحدبه أو تقعره.

٢- القاعدة: وهي الجزء الذي تتركب عليه بقية أجزاء الجهاز.

٣- ساق لولبية: تنتهي إلى الأسفل بسن مدببة وتتحرك بحرية صعوداً وهبوطاً حسب مقدار تحدب السطح أو تقعره، ويتركب عليها من الأعلى قرص مدرج.

٤- القرص المتحرك: وهو مقسم إلى 100 قسم، كل قسم يساوي 0.01mm . ويتحرك القرص بحرية تامة حسب ارتفاع الساق اللولبية التي يرتكز عليها أو انخفاضها.

٥- المسطرة الراسية: وهي جزء ثابت من الجهاز مدرجة بالمليمترات، يقع الصفر في منتصفها، ويستخدم التدريج الواقع فوق الصفر لقياس

التحدب، أما التدريج الواقع أسفل الصفر فيستخدم لقياس التقعر ويحسب عادة بالسالب.

طريقة الاستخدام :

١- ضع الجهاز على سطح مستو (مثل لوح من الزجاج) وأدر القرص إلى أن ينطبق الطرف المدبب من الساق اللولبية على السطح العلوي للوح الزجاج؛ عندها ستلاحظ انطباق صفر القرص المتحرك على صفر التدريج الرأسي الثابت. وإذا لم ينطبق صفر القرص المتحرك على صفر التدريج الرأسي فاحسب الخطأ الصفري.

٢- أدر القرص إلى أن يرتفع الرأس المدبب للساق اللولبية إلى أعلى ارتفاع ممكن.

٣- ضع الأسفيروميتر على السطح المراد قياس تحدبه أو تقعره بحيث تنطبق الأرجل الثلاث على السطح بشكل جيد.

٤- أدر القرص باتجاه عقارب الساعة إلى أن يلامس الطرف المدبب للساق اللولبية السطح المراد قياس تحدبه أو تقعره مع المحافظة على الأرجل الثلاث في مكانها الأصلي.

٥- اقرأ النتيجة كالآتي :

١- اقرأ المليمترات من التدريج الرأسي الثابت.

٢- اقرأ اجزاء المليمترات بالمائة من تدريج القرص المتحرك وذلك بقراءة الرقم أو التدريج الذي ينطبق على المسطرة الراسية للأسفيروميتر.

٣- احسب النتيجة كالآتي: قراءة المليمترات من التدريج الرأسي + (قراءة تدريج القرص $\times 0.01$).

مثال :

أوجد بالقياس نصف قطر تقعر أو تكور عدسة مقعرة ؟

ملحوظة مهمة: لحساب نصف قطر تقعر أو تكور المرآة أو العدسة باستخدام الأسفيروميتر، يتم حساب (س) ، (ص) حيث (س) تقعر المرآة أو العدسة ، (ص) المسافة بين رجلي الجهاز .

التدريج الرأسي الثابت 3mm تحت الصفر

تدريج القرص المتحرك = 17 جزءاً .

تقعر المرآة $= (0.01 \times 17) + 3$

(س) $= 0.17 + 3 = 3.17\text{mm}$

وبما أن العدسة مقعرة ،

\therefore (س) $= -3.17\text{mm}$

استخدم العلاقة الآتية لإيجاد نصف القطر :

نق $= \left(\frac{2\text{ص} + 2\text{س}}{2} \right) \text{مم}$

٤- مصدر القدرة (Power Supply) :

أنواع مصادر القدرة واستخداماتها :

(١) مصدر قدرة للجهد المنخفض (Low Voltage Power Supply) :

يستخدم للحصول على جهد كهربائي (متناوب ومستمر) أقل من جهد تيار المصدر الرئيسي، وذلك لاستخدامه في العديد من التجارب والأجهزة المخبرية التي تحتاج إلى مثل هذا الجهد كما في الشكل (١).

(٢) مصدر القدرة للجهد العالي (High Tension Power Supply) :

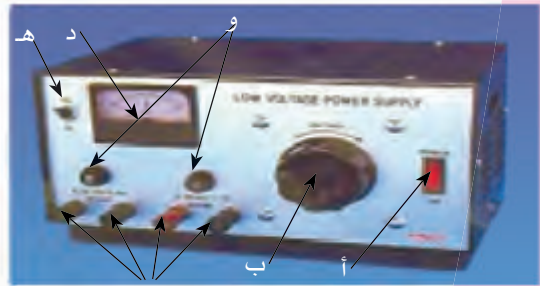
يستخدم هذا المصدر للحصول على جهد أعلى من جهد المصدر الرئيسي لاستخدامه في بعض الأجهزة المخبرية التي تحتاج إلى مثل هذا الجهد كجهاز مليكان وأنابيب الأشعة المهبطية كما في الشكل (٢).

التركيب :

تتشترك معظم مصادر القدرة، على اختلاف أنواعها في كثير من الأجزاء الرئيسية كما هي موضحة في الشكل (١) ، وأهمها :



شكل «٢» مصدر قدرة للجهد العالي



شكل «١» مصدر قدرة للجهد المنخفض

أ- مفتاح التشغيل (ON ، OFF) : يكون هذا المفتاح في بعض الأجهزة مزوداً بإضاءة تضيء عند تشغيل الجهاز، وفي بعضها تكون هذه الإضاءة منفصلة.

ب-مفتاح التحكم في الجهد : يكون هذا المفتاح غالباً على شكل قرص يحيط به تدريج يبين جهد التيار الممكن خروجه من الجهاز حسب ما هو مطلوب للاستخدام، وتزود بعض الأجهزة بنافذة ومؤشر بدلاً من التدريج، وبعضها الآخر بمفتاحي تحكم في الجهد، أحدهما (A.C) والآخر (D.C).

ج- مخارج الجهد : يزود مصدر القدرة غالباً بنوعين من المخارج : أحدهما يستخدم للتيار المتناوب (A.C) والآخر للتيار المستمر (D.C).

د- برغي تصفير الجهاز : يستخدم لإعادة المؤشر إلى الصفر في حال عدم ثبوته عليه عند تشغيل الجهاز.

هـ- مفتاح اختيار التيار : (A.C) و (D.C).

و- مفتاح إعادة التشغيل (RESET) : وظيفته فصل التيار عند زيادة الحمل على الجهاز أو في حال وجود خطأ في توصيل الدائرة الكهربائية أما الأجهزة التي لا تحتوي على هذا المفتاح فتكون مزودة في العادة بمنصهر (FUSE) واحد أو أكثر، توضع عند مدخل التيار ومخرجه وتتصهر في حال وجود خطأ في التوصيل أو زيادة الحمل، ويجب تغييرها بعد الكشف عن الخطأ أو العطل وتعديله.

طريقة استخدام الجهاز :

- ١) تأكد من أن جهد التيار الذي يعمل عليه الجهاز هو جهد التيار نفسه في المختبر.
- ٢) اغلق مفتاح التشغيل (ضعه على OFF) قبل وصل الجهاز بالتيار الكهربائي.
- ٣) أعد مفتاح التحكم في الجهد إلى صفر التدريج قبل تشغيل الجهاز بحيث يثبت المؤشر على الصفر، فإذا كان هناك خطأ فاعمل على تصحيحه بواسطة برغي التصفير ويتطلب تحريك برغي التصفير بحذر شديد حتى لا يتلف إلى أن يعود المؤشر إلى الصفر.
- ٤) تأكد عند وصل الدائرة الكهربائية أو الجهاز المراد تشغيله بمصدر القدرة بواسطة مخارج التيار- من جهد التيار اللازم ونوعه (A.C ، D.C) واختيار المخرج المناسب لوصل الجهاز.
- ٥) شغل مصدر القدرة بوضع مفتاح التشغيل على (ON) وابدأ بزيادة الجهد تدريجياً إلى أن تصل إلى قيمة الجهد اللازم ثم شغل الجهاز أو الدائرة الكهربائية باستخدام مفتاح التشغيل الخاص به.
- ٦) اغلق مصدر القدرة بعد الانتهاء من التجربة بوضع مفتاح التشغيل على (OFF) قبل فصل الجهاز عن مصدر القدرة أو فك الدائرة الكهربائية.
- ٧) اغلق مفتاح التشغيل قبل فصل مصدر القدرة على مصدر التيار الكهربائي.

كيفية المحافظة على الجهاز:

- ١) احفظ الجهاز في خزانة خاصة بعيداً عن الرطوبة وبخرة المواد الكيميائية.
- ٢) تأكد من فرق الجهد الذي يعمل عليه الجهاز قبل وصله بمصدر التيار الكهربائي.
- ٣) لا تهمل توصيل الخط الأرضي (Earth) الخاص بالجهاز.
- ٤) تفحص منصهرات الأمان في الجهاز بشكل دوري ولا تهمل استبدال المعطل منها فوراً.
- ٥) إذا تعطل منصهر الأمان فاستبدله بآخر مشابه له وله نفس شدة التيار.
- ٦) لا تغلق فتحات تهوية الجهاز.
- ٧) اغلق مفتاح التشغيل في الجهاز وافصله عن مصدر التيار الكهربائي مباشرة بعد الانتهاء من استخدامه.
- ٨) احذر عند التعامل مع مصدر القدرة ذي الجهد المرتفع واستخدام طريقة العرض عند إجراء أية تجربة تستدعي استخدامه لضمان سلامتك وسلامة الطلبة.

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها :

- (١) إذا كان مصدر القدرة لا يعمل :
 - أ - تأكد من وجود التيار الكهربائي في المختبر.
 - ب- تأكد من سلامة أسلاك التوصيل والفيش.
 - ج- تأكد من سلامة منصهرات حماية الجهاز واستبدال المعطل منها.
- (٢) إذا كان مصدر القدرة لا يخرج تياراً :
 - أ- تأكد من صحة التوصيلات وسلامتها.
 - ب- تأكد من سلامة منصهر الحماية الخاصة بمخرج التيار واستبدله إن كان معطلاً.
 - ج- تأكد من وضعية مفتاح اختيار نوع التيار (A.C ، D.C) على التيار المطلوب.
 - د- تأكد من وضع أسلاك التوصيل بالمخرج المناسب.
 - هـ- تأكد من جهد التيار اللازم ووضع مفتاح التحكم بالتيار.
 - و- إذا لم تتمكن من تشغيل الجهاز فاحذر فتحه والعبث بمحتوياته الداخلية وارسله إلى المختصين لإجراء الصيانة اللازمة له.

٥- جهاز القياس متعدد الأغراض (الافومتر) (A.V. O.) :

جهاز القياس متعدد الأغراض (A.V. O.) :

يعتبر جهاز القياس متعدد الأغراض أو ما يعرف بجهاز ال(A.V. O.) من أهم أجهزة القياس في المختبر، حيث يستخدم في كثير من الأعمال، ومن أهمها:
فحص الأجهزة المخبرية للتأكد من سلامتها، والكشف عن الأعطال التي تكون قد لحقت بها، وتحديد مكان العطل بالضبط.



شكل «2» جهاز ذو قياس رقمي



شكل «1» جهاز ذو مؤشر

أشكال الجهاز :

تتضمن أشكال الجهاز ضمن نوعين رئيسيين هما :

١. جهاز ذو مؤشر Range Multimeter :

تظهر النتيجة في هذا النوع من الأجهزة على لوحة بها تدرج عدة، وكل تدرج يخص قراءة معينة حسب حاجة الشخص الفاحص (كما في الشكل ١).

٢. جهاز ذو قياس رقمي Digital Multimeter :

تظهر النتيجة في هذا النوع من الأجهزة مباشرة على شاشة رقمية، وذلك بالاعتماد على ماتم تعيينه على لوحة الاختيارات الخاصة بالجهاز (كما في الشكل ٢).

الاستخدام :

لهذا الجهاز استخدامات عدة منها :

- قياس شدة التيار المستمر بالأمبير D.C. Current
- قياس شدة التيار المتناوب بالأمبير A.C. Current
- قياس فرق الجهد المستمر بالفولت D.C. Volt
- قياس فرق الجهد المتناوب بالفولت A.C. Volt
- قياس المقاومة بالأوم Ohm Meter
- فحص بعض العناصر الكهربائية مثل المكثف، الثنائي (الدايود)، الترانزيستور... إلخ).

استخدامات الأوم ميتر :

يستخدم جهاز الأوم ميتر أو الجزء الخاص بالمقاومة (Ω) من جهاز الأفوميتر للأغراض الآتية:

١. قياس مقاومة مجهولة.
٢. الكشف عن أية قطع في دائرة كهربائية.
٣. فحص صلاحية صناديق المقاومة والمقاومات المعلومة والمجهولة.
٤. فحص صلاحية الموصلات (أسلاك التوصيل) وأشباه الموصلات.

التركيب :

يتركب من جزئين رئيسيين (أنظر الشكل (٣)) وهما:

١. لوحة التدرّيج Scale Plate

٢. لوحة القياس (الفحص).

١. لوحة التدرّيج Scale Plate :

وتحتوي على :

I- المؤشر: يرتبط بملف متحرك داخل الجهاز، حيث يتحرك المؤشر كلما تحرك هذا الملف بفعل التيار الكهربائي المار به عند القياس.

II- التدرّيج:

وتقع جميعها تحت المؤشر مباشرة، ويمكن تقسيمها إلى:

- # تدرّيج خاص لقياس التيار و فرق الجهد المستمر (DC).
- ## تدرّيج خاص لقياس التيار و فرق الجهد المتناوب (AC).
- ### تدرّيج خاصة بالكيلو أوم ($K \Omega$).
- ٢. لوحة القياس :

وتحتوي على :

أ- برغي تصفير الجهاز Zero Adjustor :

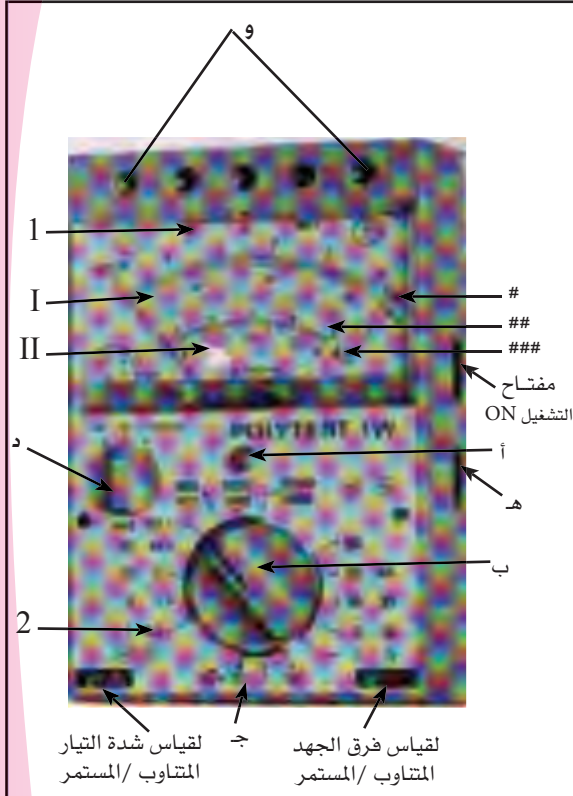
ويستخدم لإعادة المؤشر إلى نقطة الصفر.

ب- قرص (مفتاح) اختيار القياسات

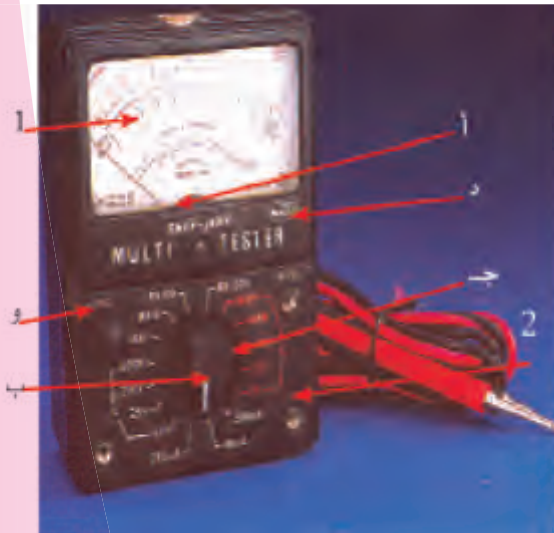
Range Selector Switch:

تظهر عليه إشارة تدل على موقعه،

ويمكن بواسطته اختيار القراءة



شكل «3» الأفوميتر



والاستخدام المطلوبين.

ج- لوحة اختيار القياسات وهي مقسمة إلى :

- جزء لقياس التيار المتناوب $\sim A$.
- جزء لقياس التيار المستمر $- A$.
- جزء لقياس فرق الجهد المستمر $- V$.
- جزء لقياس فرق الجهد المتناوب $\sim V$.
- جزء لقياس المقاومة Ω .

د- مفتاح اختيار نوع التيار D.C أو A.C .

هـ- مفتاح تصفير المقاومة Adjustor .

و- قطبي التوصيل: ويكون أحدهما (+) والآخر (-)، مع أسلاك توصيل خاصة بالجهاز (سلك أحمر+) (سلك أسود -).

طريقة استخدام الجهاز:

١. تأكد أن الجهاز يعمل، وذلك بوضع تشغيل الجهاز على ON. أو التأكد من وجود البطارية وصلاحياتها إذا لم يعمل.
٢. ضع قطبي الجهاز على بعضهما بحيث يتلامسان لتُشاهد عودة المؤشر إلى الصفر أو ظهور الصفر على شاشة الجهاز إذا كان الجهاز رقمياً. على أن يوضع قرص (مفتاح) اختيار القياسات على لوحة اختيار لقياس المقاومة.
٣. أعد المؤشر إلى الصفر، وذلك بالتحكم في برغي التصفير الموجود أسفل لوحة التدرج، على أن يتم ذلك باستخدام المفك المناسب برفق.
٤. حرك قرص الاختيار إلى الجزء الذي تريد استخدام الجهاز لقياسه، وذلك حسب التدرج (القياسات الموجودة في البند (ج٢))، مع مراعاة اختيار قيمة قراءة أعلى من القيمة التي ستقيسها، وإذا لم تكن تعلم قيمة القراءة التي ستقيسها فضع القرص على أعلى قراءة ممكنة حفاظاً على سلامة الجهاز.
٥. حرك مفتاح (D.C - A.C) حسب نوع التيار.
٦. ضع قرص القياس على جزء المقاومة (Ω) إذا أردت استخدام الجهاز لقياس مقاومة ما، ثم حرك قرص أو مفتاح تصفير المقاومة حتى يعود المؤشر إلى صفر المقاومة (0Ω) وعند ذلك يكون الجهاز معداً للاستخدام وفق ما يريده الشخص الفاحص.

ملحوظات:

- لقياس تيار متناوب مثل كهرباء المنازل ضع مفاتيح الجهاز على A.C.
- لقياس تيار مستمر مثل التيار الخارج من مصادر القدرة ضع مفاتيح الجهاز على D.C.
- لقياس جهد متناوب حرك قرص الجهاز إلى الوضعية A.C.
- لقياس جهد مستمر حرك قرص الجهاز إلى الوضعية D.C.

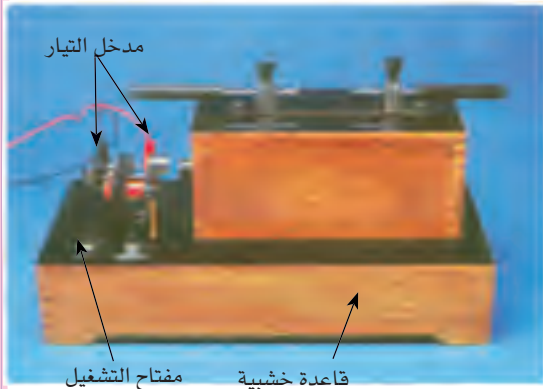
كيفية المحافظة على الجهاز:

١. اقرأ دائماً قبل استخدام الجهاز النشرة المرفقة به.
٢. احفظ الجهاز بعيداً عن أبخرة المواد الكيميائية والرطوبة، وضع الجهاز على سطح غير معدني عند استخدام الجهاز في عملية الفحص.
٣. احذر من أن تزود الدائرة بالتيار الكهربائي في حالة ما إذا كان قرص الاختيار على (الأوم) لأن ذلك يتلف الجهاز.
٤. ضع قرص الاختيار عند استخدام الجهاز لأي قياس على أعلى قيمة في الجزء المخصص لذلك القياس.
٥. تحقق من أن الجهاز مناسب للقياس، وأن مدى قياسه أكبر من المدى المراد قياسه.

السلامة في التعامل مع الجهاز:

١. اقرأ النشرة المرفقة بالجهاز قبل استخدامه.
٢. لا تقف على أرضية رطبة أو مبتلة أثناء عملية القياس، خصوصاً عند قياس جهد مرتفع.
٣. احذر عند تعاملك واستخدامك الجهاز لقياس تيار كهربائي عال، ولا تلمس الرؤوس المعدنية عند اتصالها بمخارج التيار.
٤. احذر من خطر الصعقة الكهربائية أثناء قياس تيار كهربائي يمر في الأدوات والأجهزة الإلكترونية والكهربائية.
٥. اقطع التيار الكهربائي عند استخدام الجهاز لقياس مقاومة دائرة كهربائية أو جهاز كهربائي، حتى وإن كان الجهاز المراد فحصه يعمل بالبطارية فيفضل إخراجها منه.

٦- ملف رومكورف «ملف حثي» (INDUCTION COIL) :



شكل «١» ملف رومكورف مخبري لتوليد الشرارة الكهربائية

التعريف :

هو جهاز كهربائي يُبنى عمله على الحث الكهرومغناطيسي.

الغرض منه :

الحصول على فرق جهد عال جداً قد يبلغ عشرات الآلاف من الفولتات باستخدام بطارية قوتها الدافعة صغيرة قد تبلغ بضع فولتات (6-8 فولت).

مجالات الاستخدام :

١- أحداث شرارات كهربائية لإشعال الوقود

في محركات السيارات والبطائرات.

٢- الحصول على أشعة إكس X.

٣- في أجهزة إرسال الإشارات اللاسلكية.

٤- في التفريغ الكهربائي خلال الغازات.

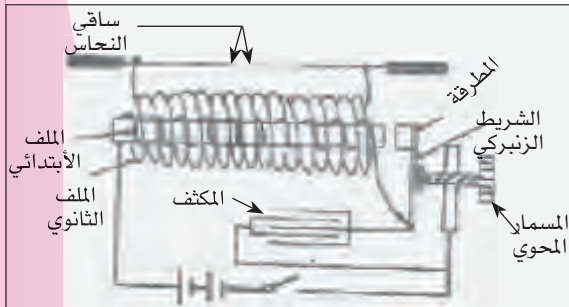
التركيب : يتركب ملف رومكورف كما في الشكل (١).

١- القاعدة: تصنع من الخشب وعليها يتم تثبيت جميع أجزاء الجهاز .

٢- مدخل التيار: قطبين أحدهما موجب والآخر سالب .

٣- مفتاح التشغيل: يكون غالباً بشكل مفتاح عاكس .

٤- الملف الابتدائي: يتكون من سلك نحاسي غليظ معزول ملفوف حول حزمة من سيقان رفيعة من الحديد المطاوع معزولة بعضها عن بعض (شكل (٢)).



شكل «٢» مخطط يبين تركيب ملف رومكورف

٥- ملف ثانوي: مكون من سلك نحاسي

دقيق معزول وملفوف حول الملف

الابتدائي ومعزول عنه تماماً، ويتصل

طرفا الملف الثانوي بساقين من النحاس

متقابلين ويمكن تقريبهما وإبعادهما

بواسطة مقبضين عازلين.

٦- مقطع التيار: كما في الشكل (٢) ويتركب من:

- أ- مطرقة من الحديد المطاوع مثبتة في الشريط الزنبركي من أعلى.
- ب- مسمار محوي من النحاس يلامس الشريط الزنبركي، من الخلف يمر من قائم معدني.
- ٧- المكثف: ثابت السعة ويتركب من مجموعتين متداخلتين من صفائح القصدير معزولتين عن بعضهما شكل (٢) .

طريقة استخدام الجهاز:

- ١- ركب ساقى النحاس (قطبي التفريغ) كما هو مبين في الشكل (٢).
- ٢- تأكد من جهد التيار الذي يعمل الجهاز عليه من (6-8 فولت) DC.
- ٣- صل الجهاز بمصدر الجهد عن طريق مدخل التيار، واحرص على توصيل الأقطاب على التوازي (سالب مع سالب وموجب مع موجب) .
- ٤- قم بتدوير المسمار إلى أن يلامس الشريط الزنبركي.
- ٥- شغل الجهاز باستخدام مفتاح التشغيل الخاص بالملف.
- ٦- حرك ساقى النحاس بواسطة المقبضين العازلين إلى أن تظهر شرارة بين ساقى النحاس (قطبي التفريغ).
- ٧- فرغ الشحنات بعد الانتهاء من استخدام الجهاز، وذلك بلامسة الأقطاب ببعضها أو باستخدام سلك معزول يصل بين الأقطاب دون أن يلامس يدك.

احتياطات الأمن والسلامة في التعامل مع الجهاز:

- ١- لا تلمس قطبي التفريغ والجهاز يعمل.
- ٢- لا تستخدم مؤشراً معدنياً أثناء عمل الملف.
- ٣- لا تلمس قطبي التفريغ قبل تفريغ الملف من الشحنات.
- ٤- ابعد الجهاز عن الرطوبة ومصادر المياه والغبار.
- ٥- تأكد من جهد التيار الذي يعمل عليه الجهاز قبل تشغيله (6-8 فولت) DC.
- ٦- فرغ الملف من الشحنات مباشرة بعد الانتهاء من استخدامه.
- ٧- لا ترتدي رباطات العنق أو السلاسل المعدنية، أثناء التعامل مع الجهاز، حتى لا تتدلى بين قطبي الجهاز.

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها:

١- إذا كان الجهاز لا يعمل:

- أ- تفقد مصدر القدرة المستخدم فقد يكون معطلاً.
- ب- تفقد أسلاك التوصيل المستخدمة من حيث وجود قطع فيها.
- ج- نظف مفتاح التشغيل من الصدا والغبار المتراكم باستخدام ورق (صنفرة).
- د- تأكد أن فرق الجهد الخارج من مصدر القدرة باتجاه الملف الابتدائي (8 فولت DC).

٢- إذا لم تظهر الشحنة بين قطبي التفريغ فاعمل على:

- أ- تنظيف نقطة الاتصال (المسمار بالشريط الزنبركي) باستخدام ورق صنفرة.
- ب- تقرب قطبي التفريغ من بعضهما .

عرض عملي :

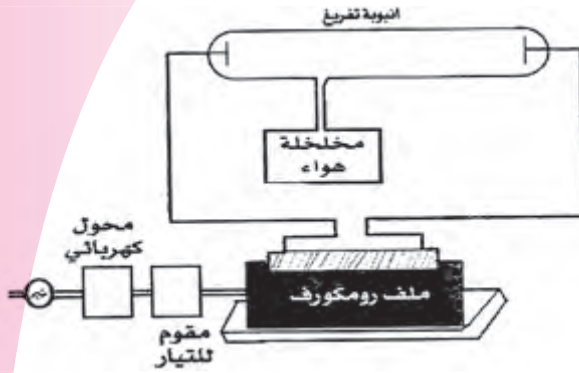
تشغيل أنابيب الأشعة المهبطية باستخدام ملف رومكورف:

- أنواع أنابيب الأشعة المهبطية:
- ١- أنبوب مخلخل الغاز به حاجز.
- ٢- أنبوب مخلخل الغاز به مروحة.
- ٣- أنبوب مخلخل الغاز بالقرب من أحد قطبية حاجز به شق أو ثقب.

طريقة العمل:

- ١- شغل ملف رومكورف كما مر سابقاً في طريقة الاستخدام .

٢- افضل التيار الكهربائي عن الملف ثم فرغ الشحنة من الجهاز بملامسة الأقطاب ببعضها، مع مراعاة عدم ملامسة الأقطاب ليديك، ثم ارفع الأقطاب من مواقعها أو اجعلها غير متقابلين.



شكل «٢» يبين كيفية استخدام ملف رومكورف في عملية التفريغ الكهربائي

٣- صل قطبي أنبوبة الأشعة بطرفي ملف رومكورف باستخدام أسلاك التوصيل (مكان وضع أقطاب التفريغ).

٤- صل الملف بمصدر القدرة ذي الجهد المنخفض على ألا يتعدى جهد التيار الواصل للملف (8 فولت DC).

٥- إذا لم تظهر الأشعة داخل الأنبوب:
أ- تفقد أسلاك التوصيل جيداً من حيث صلاحيتها وكيفية توصيلها.

ب- اعمل على معايرة ملف رومكورف باستخدام براغي المعايرة .

٧- مولد فان دي جراف (Van De Graaff Generator) :

التعريف:

هو أحد المولدات الكهروستاتيكية الغرض منه الحصول على شحنة كهربية كبيرة، وبالتالي جهد عال.

الاستخدام : يستخدم مولد فان دي جراف في :

١- تعجيل (تسريع) الدقائق الذرية المشحونة كي يمكن جعلها قذائف ذرية فعالة.

٢- توليد جهد عالي .

نظرية عمل الجهاز:

تبنى نظرية عمله على أساس الحصول على شحنة كهربائية تأثيرية كبيرة من شحنة كهربائية أصلية صغيرة ثم تجميع الشحنات في موصل واحد .

التركيب :

يتركب الجهاز كما في الشكل (٢) من الآتي :

١- كرة معدنية كبيرة مجوفة (مثبتة فوق دعامة أسطوانية عازلة، هي الموصل الذي تتجمع عليه الشحنات.

٢- حزام مصنوع من قماش قطني منسوج مغلف بالمطاط يمر حول بكرتين بلاستيكيتين (س، ص) إحداهما (س) توجد عند قاعدة الجهاز، والأخرى (ص) توجد داخل الكرة وتدار بكرة القاعدة بواسطة موتور كهربائي بحيث يتحرك الحزام بسرعة في الاتجاه المبين.

٣- موصلان معدنيان (أ، ب) لهما أطراف مدببة، يواجهان الحزام من جانب واحد (الأسفل) عند طرفية السفلي والعلوي.

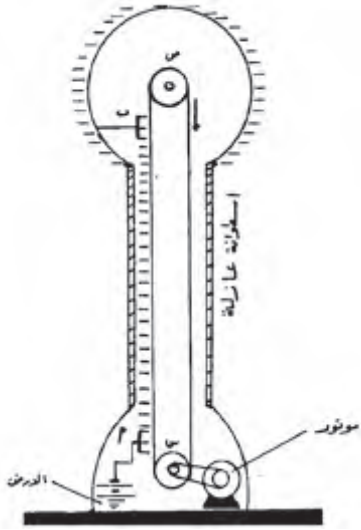
٤- ناقل الشحنة: هو جسم كروي يتصل بمقبض معزول وظيفته نقل الشحنة من مجمع الشحنات إلى الكشاف الكهربائي.

٥- مجموعة ملحقات مع الجهاز منها مروحة صغيرة، إبرة أو دبابيس أو راس مدبب، مجموعة كرات داخل علبة شفافة كرة صغيرة مع حامل، أسطوانة معدنية .



شكل «١» مولد فان دي جراف

طريقة استخدام الجهاز :



شكل «٢» رسم تخطيطي يبين تركيب مولد فان دي جراف

- ١- صل الجهاز بالتيار الكهربائي، بعد أن تتأكد من أنه يعمل على جهد التيار نفسه الموجود في المختبر.
- ٢- شغل الجهاز واتركه يعمل خمس دقائق على الأقل.
- ٣- استخدم ناقل الشحنة إذا أردت نقل الشحنة من الجهاز إلى الكشاف الكهربائي، وذلك بتقريبه من قبة الجهاز. وستلاحظ عند ذلك انتقال شرارة أو شرارات عدة من القبة إلى ناقل الشحنة ثم قرب الناقل من قرص الكشاف ستلاحظ انفراج ورقتي الكشاف.

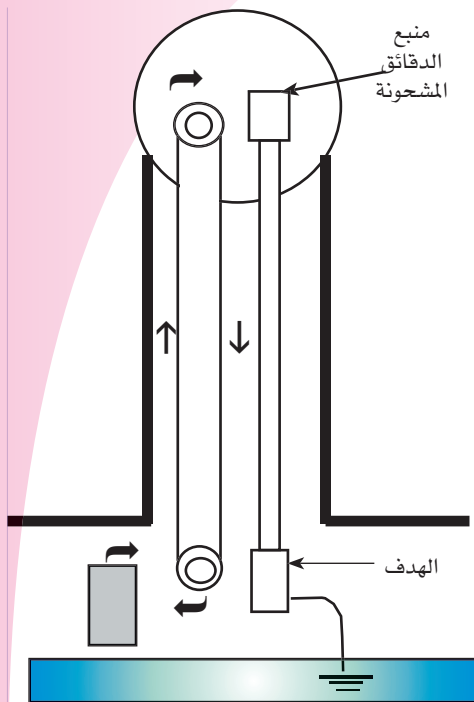
احتياطات الأمن والسلامة في التعامل مع الجهاز:

لضمان سلامتك، وسلامة الطلبة، أثناء استخدام الجهاز يفضل اتباع مايلي:

- ١- لا تلمس مفتاح التشغيل ويدك مبللة بالماء.
- ٢- افحص الجهاز بشكل دوري، وتفقد التوصيلات الكهربائية، واعمل على صيانتها، أو استبدالها إذا لاحظت وجود مناطق مكشوفة منها.
- ٣- لا تستخدم مؤشراً معدنياً عند التعامل مع الجهاز.
- ٤- لا تعبث بمحتويات الجهاز إذا كان بحاجة إلى صيانة داخلية واستعن بالمختصين لإجراء الصيانة اللازمة.
- ٥- احفظ الجهاز بعيداً عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة.
- ٦- ابعد الجهاز بعيداً عن أبخرة المواد الكيميائية.
- ٧- نظف قبة الجهاز باستمرار باستخدام ورق التنظيف مع قليل من الكحول وجففها جيداً قبل الاستعمال.

الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها:

- ١- إذا كان الجهاز يعمل دون أن يعطي إشارة، اعمل مايلي:
 - أ- افصل الجهاز عن التيار الكهربائي.
 - ب- تأكد أن الفرشاة المعدنية تلامس سطح الحزام الناقل بشكل جيد.
 - ج- نظف قبة الجهاز جيداً بورق تنظيف مبلل بقليل من الكحول وجففها جيداً.
 - د- اترك الجهاز دقائق عدة تحت أشعة الشمس للتخلص من الرطوبة.
 - هـ- اترك الجهاز يعمل دقائق عدة قبل إجراء التجربة.
- ٢- إذا كان المحرك يعمل في حين أن الحزام الناقل لا يتحرك، اعمل مايلي:
 - أ- افصل الجهاز عن التيار الكهربائي.
 - ب- تأكد أن الحزام الناقل مثبت بطريقة صحيحة، علماً أن أفضل تثبيت للحزام الناقل عندما يكون تذبذبه أقل مايمكن.
 - ج- شغل الجهاز وإذا لم يتحرك الحزام فاعمل على تحريكه حركة بسيطة بيدك.
- ٣- إذا كان المحرك لا يعمل اعمل مايلي:
 - أ- افصل الجهاز عن التيار الكهربائي، ثم تأكد من وصول التيار إلى المختبر.
 - ب- تأكد من صلاحية (فيش) الجهاز، ومنصهر الحماية الخاص بالجهاز.



شكل «٣» يبين كيفية استخدام مولد فان دي جراف في تعجيل الدقائق الذرية المشحونة

ج- تأكد من عدم وجود قطع في سلك التيار الكهربائي الخاص بالجهاز، وذلك باستخدام جهاز (الأفوميتر).

د- أعد توصيل الجهاز الكهربائي، وإذا لم يعمل على الرغم من سماع صوت المحرك فساعدته على الحركة لتحريك الحزام الناقل.

هـ- إذا لم يعمل الجهاز فاستعن بالمختصين لإجراء الصيانة اللازمة له.

تطبيقات عملية باستخدام مولد فان دي جراف:

- (١) تفسير عمل مانعة الصواعق:
عند وضع راس مدبب فوق قبة الجهاز، وتقريب ناقل الشحنة من القبة فانك تلاحظ عدم ظهور الإشارة بين الكرتين، حيث تقوم الأجسام المدببة بتفريغ الشحنات المتكونة مباشرة، ولا تسمح لها بالتجمع.
- (٢) الريح الكهربائية: إذا وضعت مروحة صغيرة فوق قبة الجهاز فانك تلاحظ دوران المروحة.
- (٣) إذا وضعت علبة الكرات الصغيرة فوق القبة، فستلاحظ تناثر الكرات عن بعضها.
- (٤) استخدام المولد في تعجيل (تسريع ACCELERATE) الدقائق الذرية المشحونة لجعلها قذائف ذرية فعالة: يستخدم لهذا الغرض أنبوبة طويلة مفرغة تصل بين الكرة المعدنية المشحونة و(الأرض) وتتحرر الدقائق الذرية من منبعها عند الطرف العلوي للأنبوبة ثم تسقط تحت تأثير فرق الجهد (هدف) متصل بالأرض عند الطرف السفلي للأنبوبة المفرغة، كما في الشكل(٣).

٨- كاشف الذبذبات (الأسيلوسكوب)

(Osilliscop Single Track)

التعريف:

هو جهاز يستخدم لمعرفة تردد جهد مجهول .

مجالات الاستخدام :

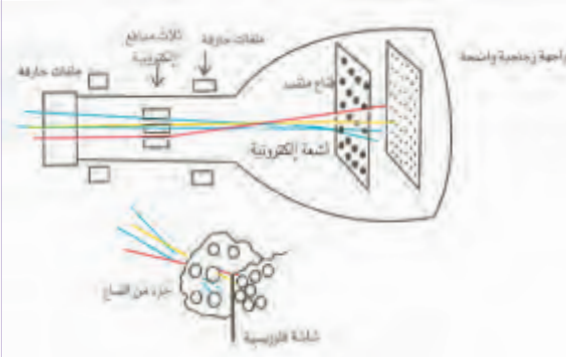
- ١ . دراسة الأمواج الكهرومغناطيسية الناجمة عن الضوء.
- ٢ . دراسة أشكال الأمواج الكهربائية الناجمة عن تفاعلات الدوائر الكهربائية من حيث قياس أطوال هذه الموجات وعدد ذبذباتها.
- ٣ . بيان أنواع التيار المتناوب (الرباعي- المثلاثي- سن المنشار- الجيبي)

التركيب :

يتركب جهاز كاشف الذبذبات كما في الشكل (٢) من الأجزاء الرئيسية التالية:
أولاً: قلب الجهاز :

وهو عبارة عن أنبوبة أشعة مهبطية ويتكون من الأجزاء التالية:

- ١ . الشاشة الفسفورية (Phosphor Screen)



شكل «٢» مخطط يوضح الأجزاء الرئيسية للأسيلوسكوب



شكل «١» الأسيلوسكوب

تشبه في تخطيطها تماما ورقة الرسم البياني وتمكننا من قياس الموجه الكهربائية المراد قياسها.

٢. بندقية الإلكترونات (Electron Gun)

تقوم بتزويد الشاشة الفوسفورية بالشعاع الإلكتروني وتتكون من خمسة أقسام هي:

- المهبط (الكاثود) : وهو عبارة عن قرص معدني على شكل أسطوانة مطلية بمادة (سلفات الباريوم)

- شبكة التحكم رقم (١) (G1) : وتكون محيطة بالمهبط (الكاثود) تسمح بمرور الإلكترونات عبر ثقب صغير جدا يقع مقابل المهبط.

- شبكة التحكم رقم (٢) (G2) تعطي الإلكترونات سرعة أولية وتكون مزودة بثقب صغير في الوجه الخلفي في حين أنها مفتوحة من الوجه الأمامي.

- شبكة رقم (٣) (G3) وتسمى قطب التركيز (Focusing Electrode) وهي حلقة معدنية عليها جهد سالب تعمل على تجميع الإلكترونات على شكل شعاع دقيق جدا.

- شبكه رقم (٤) (G4) وتسمى قطب التسارع النهائي (Accelerating Electrode) وتعمل على إعطاء الإلكترونات تسارع نهائي قبل دخولها إلى منطقة صفائح الانحراف .

٣. صفائح الانحراف (Deflection Plates)

تعمل على حرف الشعاع المنطلق من المهبط باتجاه الشاشة في جميع الاتجاهات وهي نوعان :

أ. صفائح الانحراف العمودية: وعددها اثنتان وهما الأقرب إلى المهبط وموصولتان بمفتاح التحكم العمودي Position (∇) ويستخدمان لتحريك الشعاع الساقط على الشاشة إلى الأعلى والأسفل.

ب. صفائح الانحراف الأفقية: وعددها اثنتان أيضاً وتقعان بعد الصفائح العمودية باتجاه الشاشة الفوسفورية وتتصلان بمفتاح التحكم الأفقي Position ($\triangleleft \triangleright$) ويستخدمان لتحريك الشعاع الساقط على الشاشة إلى اليمين وإلى اليسار.

ثانياً : الواجهة الأمامية للجهاز : وتتألف من الأقسام التالية شكل (١):

- ١- الشاشة: ويرتسم عليها الشعاع الساقط من المهبط .
- ٢- القناة رقم ١ وتوابعها .
- ٣- القناة رقم ٢ .
- ٤- توابع مشتركة للقناتين ١ ، ٢ .

ثالثاً : مفاتيح التحكم : وتنقسم إلى ثلاثة أجزاء هي :

١- جزء خاص بالقناة رقم ١، ويحتوي على :

أ- مدخل Input وتستخدم لربط الموجه المراد قياسها بالجهاز .

- ب- مفتاح التحكم في نوعية الموجة عند المدخل (AC, DC, GND) .
- ج- مفتاح التحكم بالشعاع (∇) .
- د- مفتاح متعدد الأقطاب يستخدم للتحكم بالجهد المناسب .
- ٢- جزء خاص بالقناة رقم ٢، ويحتوي على:
 - أ- مدخل Input وله نفس الاستخدام المذكور في القناة رقم ١ .
 - ب- مفتاح التحكم في نوعية الموجة عند المدخل (AC, DC, GND) .
 - ج- مفتاح التحكم بالشعاع (∇) .
 - د- مفتاح متعدد الأقطاب، ويستخدم أيضاً للتحكم في الجهد .
- ٣- جزء خاص بالتتابع المشتركة للقناتين :
 - أ- Display Mode يستخدم لاختيار القناة على النحو التالي :
 - ١- إذا أردت استخدام القناة ١ فضعه على (CH1) .
 - ٢- إذا أردت استخدام القناة ٢ فضعه على (CH2) .
 - ٣- إذا أردت رؤية القناتين معا بالشكل الأفقي فضعه على (Dual -H) .
 - ٤- إذا أردت رؤية القناتين معا بالشكل العمودي فضعه على (Dual -V) .
 - ب- Source : مفتاح تثبيت الموجة، ويستخدم كما يلي :
 - ١- إذا أردت تثبيت القناة ١ فضعه على (CH1) .
 - ٢- إذا أردت تثبيت القناة ٢ فضعه على (CH2) .
 - ٣- إذا أردت تثبيت القناتين معا فضعه على (Dual) .
 - ٤- إذا أردت تغذية خارجية للتثبيت فضعه على (EXT) .
 - ج- Position ($\leftarrow \rightarrow$) : مفتاح تحريك الموجة يمينا ويساراً .
 - د- Variable Sweep : مفتاح توسيع الموجة بشكل أفقي .
 - هـ- Time/DIV : يستخدم مع مفتاح بسط الأمواج لقياس تردد الموجة .
 - و- Power : مفتاح التشغيل (ON - OFF) .
 - ز- Intensity : مفتاح التحكم في كثافة الموجة .
 - ح- Focus : مفتاح تركيز الموجة .

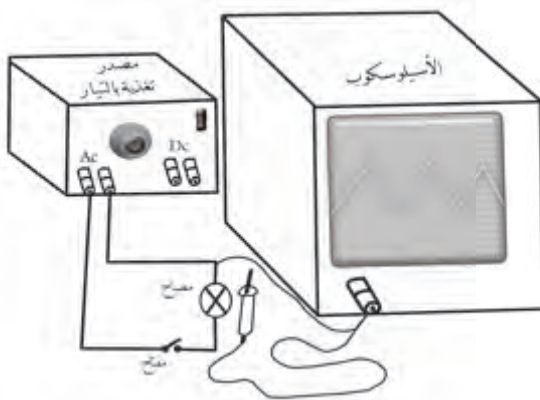
طريقة استخدام الجهاز:

١. صل توصيلة الجهاز بمصدر التيار بعد التأكد من أن الجهاز يعمل على مصدر الجهد (مزود القدرة) نفسه المتوفر في المختبر .
٢. شغل الجهاز بوضع مفتاح التشغيل (Power) على (ON) .
٣. انتظر فترة كافية بعد تشغيل الجهاز (عدة دقائق)، ثم اضبط كثافة الشعاع باستخدام مفتاح (Intensity) حتى ترى الشعاع بوضوح .
٤. اضبط تركيز الشعاع باستخدام مفتاح تركيز الشعاع (FOCUS) حتى تحصل على أدق شعاع ممكن .
٥. صل الموجه المراد دراستها بمدخل القناتين ١ أو ٢ .
٦. ضع مفتاح التحكم في نوعية الموجه الخاصة بالقناة المستخدم على (GND) .
٧. اضبط الشعاع على خط الوسط ثم ضع مفتاح التحكم في نوعية الموجه المذكورة في الخطوة (٦) أعلاه على (A ، C) حتى تظهر الموجه .
٨. اظهر الموجه تماما داخل الشاشة باستخدام المفتاح متعدد الأقطاب (Variable/ Volts/ DIV) الخاص بالقناة وذلك بتحريك المفتاح .

كيفية المحافظة على الجهاز:

١. اقرأ النشرة المرفقة مع الجهاز قبل تشغيله .
٢. تأكد من جهد تشغيل الجهاز قبل توصيل الجهاز بمصدر التيار الكهربائي.
٣. احفظ الجهاز بعيداً عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة وأبخرة المواد الكيميائية والغبار.
٤. اطفئ الجهاز وافصل الأقطاب عن مولد الأمواج بعد الاستخدام مباشرة.
٥. إذا تعطل الجهاز افحص أسلاك التوصيل بمصدر الجهد والمنصهر فقط ولا تحاول العبث بأجزاء الجهاز الداخلية أو مفاتيح التحكم واترك ذلك للمختصين.

تطبيق عملي على استخدام جهاز الأسيلوسكوب:



شكل «3» يبين كيفية استخدام الأسيلوسكوب

لإيضاح الفرق بين شكل الموجة

الكهربائية للجهد الكهربائي المتناوب والمستمر:

(١) كون دائرة كهربائية بسيطة كالموضحة بالشكل (٣). ثم صل الدائرة الكهربائية بمصدر التيار الكهربائي:

- أ- عند وصل الدائرة بمصدر التيار الكهربائي المتناوب (AC) :
- قم بقفل الدائرة الكهربائية بواسطة المفتاح المستخدم واختيار

فرق الجهد الكهربائي المناسب الذي يجعل المصباح يضيء.

- قم بتوصيل القطب السالب بمقبس جهاز الأسيلوسكوب (فم التمساح) بأحد أطراف تغذية الدائرة.
 - استخدم الطرف الآخر بمقبس جهاز الأسيلوسكوب (القابس) لفحص وجود الجهد الكهربائي في أي جزء من الدائرة، ماذا تلاحظ.
 - ب- عند توصيل الدائرة بمصدر التيار الكهربائي المستمر ووصل القطب السالب بمقبس جهاز الأسيلوسكوب بالدائرة.. ماذا تلاحظ ؟
- من خلال التجربة يمكنك :

١. ملاحظة أن شكل الموجة الكهربائية (موجة جيبية) في حالة التيار المتناوب كما يوضحها الشكل أعلاه، بينما يكون شكل الموجة الكهربائية في حالة التيار المستمر خطاً مستقيماً.
 ٢. معرفة مقدار الجهد الكهربائي في أي جزء من الدائرة.
 ٣. إيضاح شكل التيار الكهربائي إذا تم وصل جهاز الأسيلوسكوب على التوالي في الدائرة.
 ٤. تحديد التردد الموجي لفرق الجهد وشدة التيار الكهربائي المتردد .
- (٢) إذا قمت بإضافة بسيطة للدائرة وذلك بإدخال عنصر كهربائي (مقاومة أو مكثف أو ملف) إليها - وقمت بغلق الدائرة الكهربائية واختيار قيمة فرق الجهد الكهربائي الذي يجعل المصباح يضيء مع مراعاة استبدال المصباح الكهربائي بدايود ضوئي في حالة استخدام المكثف- فبإمكانك :

١. ملاحظة التغير في قيمة الجهد الكهربائي قبل وبعد كل عنصر من عناصر الدائرة.
٢. عمل تأثير كل من المقاومة والمكثف والملف في الدائرة.

٩- المطياف الضوئي (SPECTROMETER) :

التعريف:

هو جهاز يعمل على تحليل الضوء المنبعث من المصادر الضوئية أو المنبعث من العناصر الكيميائية.

مجالات الاستخدام :

- (١) قياس زاوية رأس المنشور.
- (٢) قياس زاوية الانحراف الصغرى .
- (٣) إيجاد معامل انكسار مادة المنشور.

التركيب:

يتركب المطياف الضوئي من الأجزاء الرئيسية التالية:

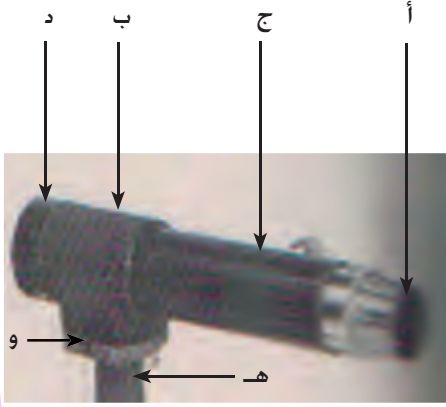
١- المقراب (TELESCOPE) : وظيفته مساعدة العين البشرية على رؤية الطيف المتكون بدقة

ووضوح ويتركب كما في الشكل (٢) من:

أ- العدسة العينية: وهي مزودة بخطين متعامدين.

ب- ضابط التلسكوب: يستخدم لتحريك أنبوب التلسكوب إلى الأمام وإلى الخلف.

ج- أنبوبة التلسكوب.



شكل «٢» المقراب

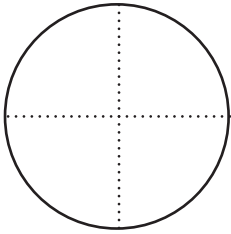


شكل «١» المطياف الضوئي

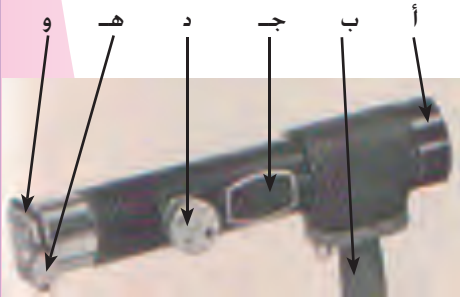
د- العدسة الشيئية للتلسكوب.

هـ- حامل أنبوبة التلسكوب: وهو قابل للدوران بحرية حول المقياس الدائري.

و- ضابط تحريك القرص الدائري الذي يحمل التلسكوب: وظيفته تحريك التلسكوب مسافات صغيرة جداً.



العدسة العينية



شكل «٣» المجمع

٢- المجمع (COLLMATOR) : وظيفته تكوين

خيط رفيع من الضوء على شكل حزمة من الأشعة المتوازية، ويتكون المجمع كما في الشكل (٣) من الأجزاء التالية:

أ- العدسة الشيئية للمجمع: وتقع في بداية أنبوبة المجمع.

ب- حامل أنبوبة المجمع: وهو جزء ثابت غير متحرك.

- ج- أنبوبة المجمع.
- د- ضابط المجمع: وظيفته تحريك أنبوبة المجمع إلى الأمام والخلف.
- هـ- ضابط فتحة المجمع: وظيفته التحكم في مقدار فتحة المجمع لتتمكن من إدخال خيط رفيع من الضوء على شكل حزمة من الأشعة المتوازية.
- و- فتحة المجمع: تسمح بدخول كمية الضوء المطلوبة.
- ٣- المنضدة (TURN TABLE) : تستخدم المنضدة لوضع المنشور أو محزوز الحيود عليها في وضع مناسب بين المجمع والمقرب، وتتحرك بحرية وبشكل دائري حول محور عمودي ومزودة بالأجزاء التالية كما في الشكل (٤) من :
- أ - محور عمودي: ويقع أسفل المنضدة.
- ب- ماسك: يستخدم لتثبيت المنشور أو محزوز الحيود بالشكل المناسب فوق المنضدة.
- ج- برغي التثبيت: يستخدم لتثبيت المنضدة في الوضع المناسب.
- د- براغي التسوية الثلاثة تستخدم لتسوية المنضدة في وضع أفقي.
- هـ- قرص دائري متحرك يقع أسفل المنضدة ، ويزود بنافذة أو اثنتين لقراءة الورنية.
- و - ضابط حركة القرص يستخدم لتحريك القرص الذي يحمل المنضدة حركة بسيطة حسب المطلوب.
- ٤- مقياس الزوايا الدائري: وهو مدرج إلى (360) درجة ومزود بورنية تصل دقتها إلى 0.1 من الدرجة، ويحيط هذا التدريج بمنضدة المطياف، ويستخدم لقياس زوايا الانحراف للأشعة المتحللة كما في الشكل (٥).



شكل «٥» مقياس الزوايا الدائري



شكل «٤» المنضدة

طريقة استخدام الجهاز:

- يجب تهيئة المطياف بشكل مناسب قبل إجراء التجربة حتى نحصل على قياسات صحيحة ودقيقة وتتم تهيئة الجهاز على النحو التالي:
- أ- ضبط الجهاز: يوضع الجهاز على سطح مستو يقابل جسماً واضحاً بشكل جيد على بعد معين (شجرة مثلاً).
- ب- ضبط المقرب: توجه العدسة الشيئية نحو الجسم البعيد، بحيث تتم رؤية هذا الجسم بوضوح من خلال العدسة العينية عند ضبطها بالشكل المناسب، وأفضل طريقة لضبط المقرب أن يكون أحد خطي التقاطع (+) في العدسة العينية منطبقاً تماماً على صورة الجسم، عندها يكون المقرب مهياً لاستقبال الأشعة المتوازية.
- ج- ضبط المجمع: يتم ضبط المجمع كما يأتي:
- ١- ضع مصدر الضوء خلف الشق مباشرة.

- ٢- حرك المقراب إلى أن يصبح على استقامة واحدة مع المجمع.
- ٣- انظر من خلال العدسة العينية للمقراب إلى صورة الشق ثم اضبط الشق باستخدام الضابط الخاص بالتحكم في فتحه الشق.
- ٤- حرك المجمع إلى الأمام وباستخدام ضابط المجمع حتى ترى الصورة من خلال المقراب.
- ٥- اضبط المقراب بشكل مناسب باستخدام ضابط المقراب حتى تظهر صورة الشق بوضوح تام.
- ٦- اضبط أحد خطي التقاطع في العدسة العينية للمقراب على صورة الشق المتكونة. وذلك بتحريك القرص الواقع أمام العدسة العينية حركة دائرية وبعدها يكون الجهاز مهيباً للاستخدام.

كيفية المحافظة على الجهاز:

- ١- احفظ الجهاز بعيداً عن الرطوبة ومصادر المياه وأشعة الشمس المباشر.
- ٢- ابعد الجهاز عن أبخرة المواد الكيميائية.
- ٣- نظف العدسات بورق التنظيف الخاص بالعدسات أو بقطعة قماش ناعمة.
- ٤- غط العدسات بغطائها الخاص بعد الانتهاء من استخدام الجهاز ثم غط الجهاز بغطائه البلاستيكي ثم ضعه في صندوقه الخاص.
- ٥- استخدم يديك اليمينيتين في حمل الجهاز.

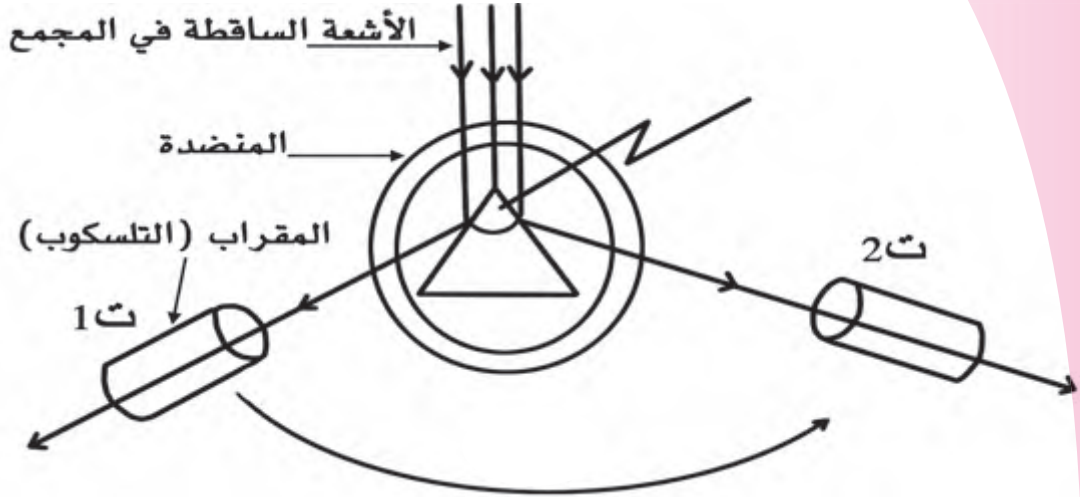
الأعطال الممكن حدوثها للجهاز وكيفية التعامل معها:

- ١- إذا كانت الرؤيا غير واضحة في المقراب افعل ما يلي :
 - أ- حرك ضابط التحكم في المقراب إلى الأمام والخلف، فقد تكون الصورة بحاجة إلى توضيح بشكل أفضل.
 - ب- نظف العدسات بورق التنظيف الخاص.
- ٢- إذا كانت الضوابط لا تعمل أو كانت تتحرك بشدة افعل ما يلي :
 - أ- نظف المسننات جيداً.
 - ب- ضع بعض قطرات الزيت على المسننات لتسهيل حركتها.
 - ج- إذا لم تصل إلى نتيجة، فك براغي الضبط وتفحص المسننات جيداً فقد تكون تالفة وتحتاج إلى استبدال.
- ٣- إذا كانت قراءة المقياس الدائري غير واضحة افعل ما يلي :
 - أ- نظف العدسة المكبرة جيداً.
 - ب- نظف التدريج الدائري من المواد العالقة باستخدام مادة التنظيف (الكحول).
- ٤- إذا كان حامل المقراب لا يتحرك ؛ تأكد من البراغي الموجودة في قاعدة الجهاز الخاص بتثبيت حركة دوران أنبوبة المقراب، واجر له التنظيف اللازم أو استبدله إن كان غير صالح.

تطبيقات عملية باستخدام المطياف الضوئي:

- تطبيق عملي (١) : كيفية إيجاد قياس زاوية رأس المنشور:
- أ- ثبت المنشور على منضدة الجهاز كما في الشكل (٦)، بحيث تكون زاوية رأس المنشور المراد قياسها متجهة نحو المجمع (عند سقوط الأشعة على رأس المنشور فإنها تنعكس عن سطحي المنشور المكونين لزاوية الرأس).
 - ب- حرك التلسكوب حول المنشور حتى تتمكن من مشاهدة صورة واضحة للأشعة منعكسة على أحد سطحي المنشور.
 - ج- أدر التلسكوب إلى السطح الآخر للمنشور (المشترك في تكوين زاوية الرأس للتأكد من تشكل صورة أخرى للشق منعكسة عن هذا السطح).
 - د- ثبت أحد خطي التقاطع في العدسة العينية على صورة الشق، وسجل قراءة الورنية لكل من موضعي الصورتين على سطحي المنشور (يمكنك استخدام القدمة ذات الورنية التي مر

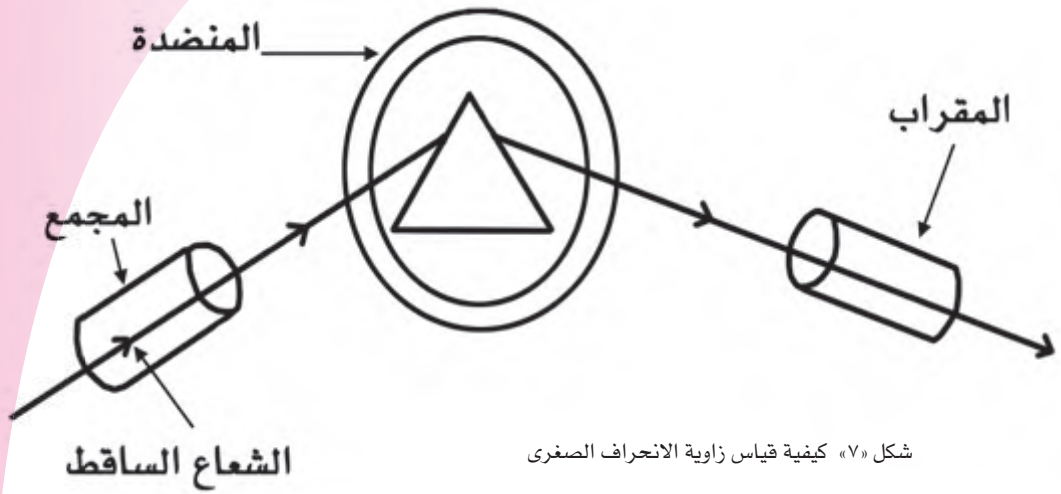
- ذكرها، للتدرب على كيفية قراءة الورنية).
- هـ- اوجد الفرق بين القراءتين حيث يمثل الناتج ضعف زاوية رأس المنشور.
- و- اقسّم الناتج على (٢) لتحصل على قياس زاوية رأس المنشور (ر).



شكل «٦» كيفية قياس زاوية رأس المنشور
١ ت : الموقع الأول للمقرب ٢ ت : الموقع الثاني للمقرب

تطبيق عملي (٢) : كيفية إيجاد قياس زاوية الانحراف الصغرى:

- أ- هيئ الجهاز كما مر سابقاً كما هو موضح في الشكل (٧).
- ب- ضع المجمع والمقرب على استقامة واحدة (كما مر سابقاً) ثم سجل القراءة التي تظهر من خلال نافذه مقياس الزوايا الدائري.
- ج- ضع المنشور على منضدة الجهاز، بحيث تضمن سقوط الشعاع المار من خلال أشعة المجمع على أحد وجهيه ونفاذه من الوجه المقابل له بعد انكساره داخل المنشور.
- د- أدر المقرب نحو الوجه الآخر للمنشور لاستقبال صورة الشق المنعكسه عن الوجه الأول للمنشور بشكل واضح حتى تنطبق صورة الشق على أحد خطي التقاطع في العدسة العينية ثم ثبت حركة المقرب باستخدام البراغي الخاصة بذلك .
- هـ- أدر القرص الذي يحمل المنضدة باستخدام ضابط التحريك الخاص به، مع متابعة صورة الشق من خلال عينية المقرب على أن تتم عملية الدوران بمنتهى الدقة والانتباه والبطء فتلاحظ أن صورة الشق تتحرك باتجاه معين.
- و- استمر في إدارة القرص والنظر من خلال المقرب إلى أن تلاحظ توقف صورة الشق عن الدوران في نقطة معينة، ثم يبدأ اتجاه حركتها بالانعكاس علماً بأن دوران القرص ظل في الاتجاه نفسه.
- ز- سجل الزاوية التي توقف عندها دوران الشق ثم اعكس اتجاه حركته.
- ح- طبق البند (هـ) مرات عدة مع تسجيل الزاوية في كل مرة لتحصل على أدق زاوية ممكنه.
- ط- احسب زاوية الانحراف الصغرى بإيجاد الفرق بين القراءتين في كل مرة من البند (ب، و).



شكل «٧» كيفية قياس زاوية الانحراف الصغرى

تطبيق عملي (٣): اختلاف زاوية انحراف أي لون من ألوان الطيف باختلاف طول موجته: الأدوات: منشور زجاجي، مصدر للضوء الأبيض، جهاز المطياف.

خطوات التجربة:

- (١) ضع المنشور على المنضدة في المكان المخصص له في المطياف بين المجمع والمقرب.
 - (٢) سلط أشعة المصدر الضوئي على المنشور من جهة المجمع والتحكم بكمية الضوء المطلوبة عن طريق ضابط فتحة المجمع وإدخال شعاع دقيق من الضوء (حزمة من الأشعة الضوئية).
 - (٣) حرك المنظار يميناً أو يساراً إلى أن تشاهد ألوان الطيف.
 - (٤) حرك المنظار تدريجياً بدرجات صغيرة.. ماذا تلاحظ ؟
- لا بد أنك لاحظت من خلال المنظار وجود ألوان الطيف السبعة، كما لاحظت أنه كلما غيرنا الزاوية اختلف لون من الألوان وظهر آخر .

الاستنتاج :

تستنتج من التجربة ما يلي:

- (١) إن الضوء الأبيض ليس ضوءاً بسيطاً بل هو ضوء مركب من سبعة ألوان مرئية.
- (٢) إن زاوية انحراف أي لون من ألوان الطيف تختلف عن زاوية انحراف الألوان الأخرى وسبب ذلك هو اختلاف طول الموجه من لون إلى آخر.
- (٣) انكسار كل لون بزاوية تختلف عن زاوية انكسار الألوان الأخرى .

١٠- الخلية الكهروضوئية (PHOTOELECTRIC CELL) :

التعريف:

هي جهاز يقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية .

التركيب :

تتركب من انتفاخ زجاجي مفرغ من الهواء، وبداخل الانتفاخ كاثود (C) معدني مقعر ومغطى بطبقة رقيقة من السيزيوم وأمام الكاثود يوجد الأنود (A) وهو قضيب معدني رفيع يوضع عند مركز تكور الكاثود وينتهي كل من الكاثود والأنود بمسمار توصيل من الخارج كما في الشكل (٢).

الاستخدام :

يستخدم الجهاز لدراسة الظاهرة الكهروضوئية والعوامل التي يتوقف عليها شدة تيار الخلية: دراسة العوامل التي يتوقف عليها شدة التيار المار في الخلية الكهروضوئية:

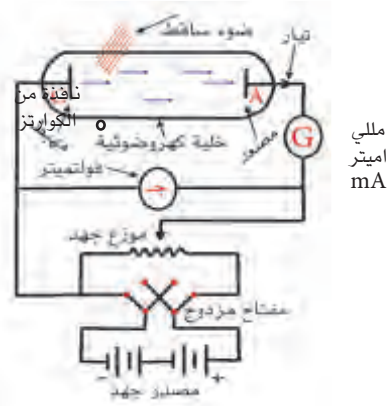
أولاً : العلاقة بين شدة الضوء وشدة التيار المار في الخلية الكهروضوئية:



شكل « ١ » الخلية الكهروضوئية

- أ- ركب دائرة كما في شكل (٣) مع مراعاة أن يتصل مصعد الخلية الكهروضوئية بالطرف الموجب لموزع الجهد، ويتصل مهبط الخلية بالطرف السالب له.
- ب- اغلق الدائرة الكهربائية، وحرك زالق موزع الجهد حتى يصبح فرق الجهد بين المصعد والمهبط مقداراً ثابتاً، ونسجل قراءة الفولتميتر.
- ج- اسقط ضوءاً أحادي اللون على مهبط الخلية (من مصباح بخار الزئبق) يقع على بعد 40cm من المهبط وسجل قراءة المulli أميتر التي تدل على شدة التيار المار في الخلية مع عدم تغيير فرق الجهد بين مصعد الخلية ومهبطها.

- د- كرر الخطوة السابقة عدة مرات مع تغيير بعد المصباح عن مهبط الخلية مع ثبات فرق الجهد بين مصعد الخلية ومهبطها، وسجل في الجدول (١) في كل حالة قراءة المulli أميتر التي تدل على شدة التيار المار في الخلية.



شكل « ٢ » مخطط يوضح تركيب الخلية الكهروضوئية

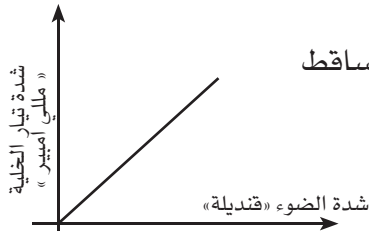


شكل « ٣ » مخطط يوضح تركيب الخلية الكهروضوئية

جدول (١)

10cm	20cm	30cm	40cm .	المسافة بين المصباح ومهبط الخلية ” في حالة ثبات فرق الجهد بين مصعد ومهبط الخلية “
				شدة التيار بالمulli أمبير

- هـ- من الجدول يمكن رسم العلاقة بين شدة تيار الخلية وشدة الضوء الساقط ومن خلال رسم العلاقة كما هو مبين في شكل (٤).



شكل « ٤ » العلاقة بين شدة الضوء الساقط وشدة تيار الخلية

- نجد أن شدة تيار الخلية يتناسب طردياً مع شدة الضوء الساقط عليها عند ثبات فرق الجهد بين مصعد الخلية ومهبطها .
- أي أن شدة الإشعاع تتناسب عكسياً مع مربع المسافة عن مصدر الإشعاع .

$$I \propto \frac{1}{r^2} \quad (\text{شدة الاشعاع})$$

ثانياً: العلاقة بين شدة تيار الخلية وفرق الجهد بين المهبط والمصعد (رسم المنحنى

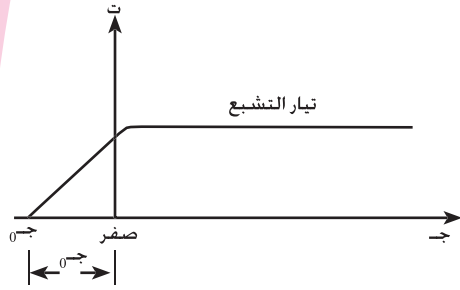
المميز للخلية الكهروضوئية) :

١- ركب دائرة كما في الشكل السابق (شكل ٣) مع مراعاة أن يتصل الأنود بالطرف الموجب لموزع الجهد، ويتصل الكاثود بالطرف السالب له.

ملحوظة: في هذه التجربة نثبت العوامل: تردد الضوء باستخدام مرشح معين. وشدة الضوء الساقط بوضع المصباح على بعد ثابت.

٢- اغلق الدائرة الكهربائية وحرك زالق موزع الجهد حتى يصبح فرق الجهد بين المصعد والمهبط صفراً، (يستدل على ذلك من انعدام انحراف مؤشر المulli أميتر).

٣- ضع مصباح بخار الزئبق على بعد ثابت من مهبط الخلية، وضع في طريقه مرشحاً ضوئياً



شكل «٥» المنحنى المميز للخلية الكهروضوئية

يسمح بنفاذ خط طيف اللون الأصفر (5770\AA) ولاحظ مقدار انحراف مؤشر المulli أميتر، بالرغم من انعدام فرق الجهد بين مصعد ومهبط الخلية.

٤- اجعل فرق الجهد بين المصعد والمهبط ١ فولت وسجل قراءة المulli أميتر مع عدم تغيير بعد المصدر الضوئي عن مهبط الخلية.

٥- كرر الخطوة السابقة عدة مرات مع زيادة فرق

الجهد بين المصعد والمهبط بمقدار (١ فولت) في كل مرة وسجل النتائج في جدول (٢) .

٦- بنفس الدائرة السابقة مع مراعاة أن يتصل مهبط الخلية بالطرف الموجب لموزع الجهد ومصعد الخلية بالطرف السالب له ، اقفل الدائرة الكهربائية وحرك الزالق حتى يصبح فرق الجهد بين المصعد والمهبط صفراً.

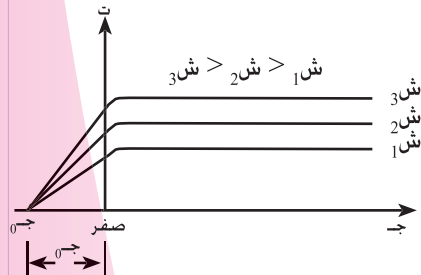
٧- حرك الزالق على موزع الجهد لزيادة سالبية المصعد حتى يصبح (١ فولت) وسجل قراءة المulli أميتر، مع عدم تغيير بعد المصدر الضوئي.

٨- كرر الخطوة السابقة عدة مرات مع زيادة سالبية المصعد بمقدار (١ فولت) في كل مرة، حتى ينعدم تماماً مرور التيار، وعندئذ سجل فرق الجهد بين المصعد والمهبط بواسطة الفولتميتر ويطلق عليه جهد الإيقاف (ج٠).

٩- ارسم علاقة بيانية من خلال تمثيل الجهد بالمحور الأفقي وشدة التيار بالمحور الرأسي لتحصل على العلاقة المبينة في الشكل (٥).

ثالثاً: العلاقة بين جهد الإيقاف وشدة الضوء الساقط على الخلية :

١- كرر الخطوات السابقة (١-٩) ولكن باستخدام نفس الضوء وبثلاث شدات مختلفة (ثلاث مسافات مختلفة) ويمكنك الاستعانة بالمحق رقم ٢٠/٢ .



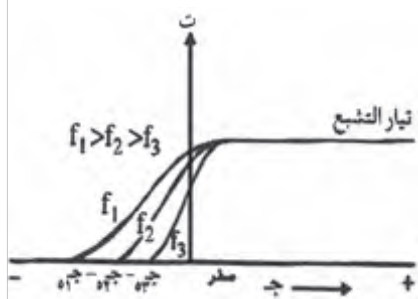
شكل «٦» العلاقة بين جهد الإيقاف وشدة الضوء الساقط على الخلية

٢- سجل النتائج في جدول (٢) .

٣- ثم ارسم علاقة بيانية بين شدة التيار على المحور الرأسي وجهد المصعد على المحور الأفقي في كل حالة كما في الشكل (٦) .

رابعاً : علاقة جهد الإيقاف بتردد (الضوء الساقط) :

١- استبدل المرشح الضوئي السابق بمرشح ضوئي آخر يسمح بنفاذ الضوء الأخضر وطول موجته النافذ (5461\AA)



شكل «٧» العلاقة بين جهد الإيقاف وتردد الضوء الساقط

وكرر التجربة السابقة بجميع خطواتها (١-٩). مع تعيين جهد الإيقاف في هذه الحالة ومن نتائج التجربة ارسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد وشدة التيار.

٢- كرر العمل السابق أيضاً مع استخدام مرشح ثالث يسمح بنباض اللون البنفسجي (طول موجته النافذ " 4358Å ") مع تعيين جهد الإيقاف في هذه الحالة ومن نتائج التجربة ارسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد وشدة التيار كما في الشكل (٧) .

٣- سجل نتائج التجربة في الجدول الآتي:

النتائج :

جدول (٢)

م	طريقة التوصيل	فرق الجهد بين المهبط والمصعد	شدة التيار (MA)		
			في حالة 5770Å	في حالة 5461Å	في حالة 4358Å
1	عندما يكون مصعد الخلية متصلاً بالطرف الموجب لموزع الجهد ومهبط الخلية بالطرف السالب له .	10			
		9			
		8			
		7			
		6			
		5			
		4			
		3			
		2			
		1			
2	عندما يكون مصعد الخلية متصلاً بالطرف السالب لموزع الجهد .	صفر			
		-1			
		-2			
		-3			
		-4			
		جهد الايقاف			

الاستنتاج :

- من الرسوم البيانية حاول الإجابة على الأسئلة الآتية:
- هل العلاقة البيانية التي حصلت عليها يمثلها خط مستقيم أو يمثلها منحنى في كل حالة من الحالات السابقة ؟
- هل يستمر تغير شدة التيار مع زيادة فرق الجهد أو أن التغير يستمر أول الأمر حتى تصل شدة التيار إلى قيمة معينة أو تظل ثابتة برغم الاستمرار في زيادة فرق الجهد صف العلاقة بينهما ؟
- في الحالة الرابعة هل يزداد أو ينقص جهد الإيقاف مع تناقص الطول الموجي للضوء الساقط ؟
- كيف يمكن تفسير ما توصلت إليه من نتائج لكل حالة من الحالات السابقة ؟

كيفية المحافظة على الجهاز :

- عدم تعرض الجهاز لأشعة الشمس .
- فتح الجهاز وإزالة الأتربة والغبار من أقطاب الخلية .

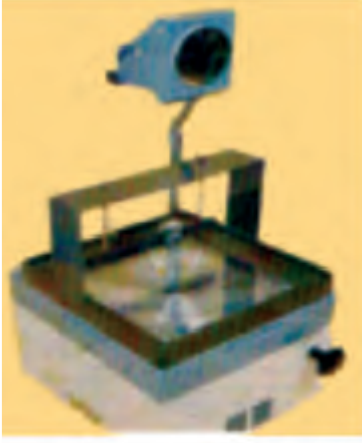
١١- حوض الأمواج المائية (RIPPLE TANK) :

مبدأ عمل حوض الأمواج :

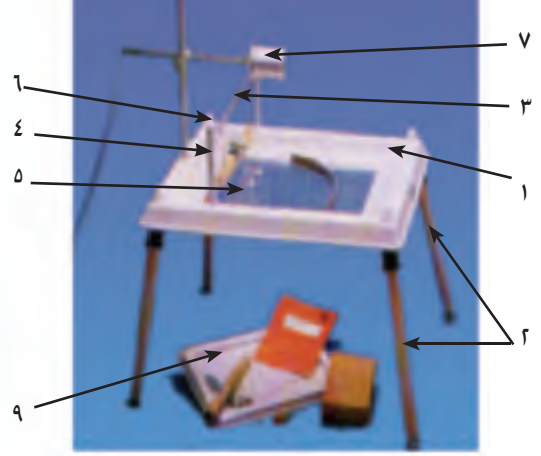
يتلخص مبدأ عمل حوض الأمواج على إحداث أمواج مستقيمة ودائرية يتم إسقاط صورتها على لوحة أو ساتر (لوح) أبيض يوضع أسفل الحوض، وبمساعدة مصدر إضاءة يوضع أعلى الحوض أو باستخدام جهاز الإسقاط الرأسي، تتشكل صور الأمواج على ساتر (لوح) رأسي.



شكل «٢» مصباح



شكل «٤» حوض الأمواج
فوق جهاز (عرض فوق الرأس)



شكل «١» حوض الأمواج

الاستخدام :

١. توليد الأمواج المستقيمة والدائرية.
٢. التأكد من معرفة سرعة الأمواج وطول الموجة، وانعكاسها وانكسارها، والتداخل والحيود.
٣. دراسة بعض خواص الحركة الموجية.

التركيب :

١. يتركب حوض الأمواج من الأجزاء الرئيسية الآتية شكل (١) :
١. حوض مربع الشكل :
يوضع فيه الماء. وتكون قاعدته شفافة وحافته من المعدن أو البلاستيك.
٢. حوامل الحوض :
وهي أربع أرجل سهلة الفك والتركيب. بما يسمح بوضع الحوض على جهاز الإسقاط الرأسي (جهاز العارض فوق الرأس) عند الحاجة لتشكيل صورة الأمواج على ساتر (لوح) رأسي.
٣. حامل لوح التذبذب :
يستخدم لتثبيت اللوح المتذبذب الذي يتركب عليه المحرك والنوابض.

٤. اللوح المتذبذب:
يستخدم عادة لحمل المحرك، ويمكن استخدامه أيضاً لتوليد الأمواج المستقيمة بعد فصل النوابض عنه.
٥. النوابض (مولدات الأمواج) :
وعددها اثنان، تركيب على اللوح المتذبذب، وتستخدم لتوليد الأمواج الدائرية، وهي في العادة سهلة الفك والتركيب.
٦. المحرك:
يعمل على جهد يتراوح من (1.5 - 2 فولت)، ووظيفته توليد حركة تؤدي إلى اهتزاز اللوح الخشبي والنوابض المثبتة عليه.
٧. المصباح:
يثبت فوق الحوض لتشكيل صورة للأمواج على الستار الموضوع أسفل الحوض. تعمل بعض هذه المصابيح على جهد (220 فولت)، وبعضها الآخر يعمل على جهد يتراوح بين (8 - 12 فولت)، لذلك يجب التأكد من جهد التيار الذي يعمل عليه المصباح قبل تشغيله شكل (٣).
٨. مزود القوة Power Supply:
يعمل الجهاز بمصدر جهد (220 - 240) فولت، ويعطي جهداً مستمراً (12 فولت)، وجهداً متناوباً يتراوح بين (0 - 4 فولت) .
٩. ملحقات الجهاز:
قطع خشبية مستقيمة، لوح زجاجي على شكل متوازي مستطيلات، سطح عاكس معدني (حواجز)، شبكة سلكية، أربطة مرنة (مطاط).

طريقة استخدام الجهاز:

- قم بتركيب الجهاز كما هو موضح في الشكل، مع مراعاة ما يأتي :
- احرص على أن تكون قاعدة الحوض الزجاجية نظيفة.
- اجعل الحوض مستوياً باستخدام ميزان مائي.
- ضع كمية مناسبة من الماء في الحوض على أن يكون مستواه أدنى من مستوى حافة الحوض.
- احرص على أن تكون شدة الإضاءة مناسبة.
- ضع شبكة سلكية عند حافات الحوض من الداخل لمنع ارتداد الأمواج.

كيفية العمل:

١. لتوليد الأمواج المستقيمة:
انزع النوابض من اللوح الخشبي المتذبذب، وخفض مستوى اللوح إلى أن يلامس سطحه السفلي سطح الماء.
٢. لتوليد موجة دائرية واحدة: ركب نابض على اللوح الخشبي واجعل سطحه يلامس سطح الماء.
٣. لتوليد أمواج متداخلة: ركب نابضين على اللوح الخشبي واجعل السطح السفلي لهما يلامس سطح الماء.
٤. لتكوين صورة للأمواج على ساتر (لوح) أبيض تحت الحوض: استخدم مصباح الإضاءة العلوي، وضعه بالشكل المناسب فوق الحوض إلى أن تظهر صورة واضحة للأمواج على الساتر (اللوح).
٥. لتكوين صورة للأمواج على ساتر (لوح) رأسي : ضع حوض الأمواج، بعد رفع الأرجل الأربع، على جهاز عرض علوي، ولا تستخدم مصباح الإضاءة العلوي في هذه الحالة، وشغل جهاز الإسقاط، وتحكم في رفع المراة العاكسة إلى أن تظهر صورة واضحة للأمواج على الساتر (اللوح) الرأسي.
٦. لمشاهدة انعكاس الأمواج :
ضع حاجزاً مستقيماً في الحوض، وشغل المحرك لإحداث أمواج دائرية أو مستقيمة، حيث

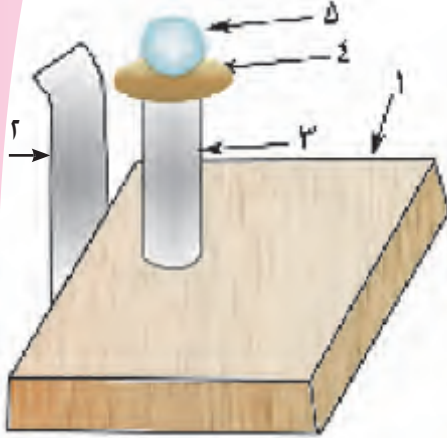
ستلاحظ انعكاس الأمواج عن الحاجز المستقيم .

٧. لمشاهدة انكسار الأمواج :

ضع لوحاً زجاجياً على شكل متوازي مستطيلات في الحوض، واحرص على أن يكون مستوى الماء أعلى من مستوى السطح العلوي للوح الزجاجي، ثم شغل المحرك لإحداث الأمواج.

كيفية المحافظة على الجهاز:

١. صل المصباح الضوئي والمحرك بتيار كهربائي ذي جهد مناسب للجهد الذي يعمل عليه كل منهما.
٢. فرغ الحوض من الماء مباشرة بعد الانتهاء من استخدامه، وجففه جيداً، واحفظه بعيداً عن الرطوبة.
٣. احرص على ألا يصل الماء إلى المحرك لأن ذلك يتلفه.
٤. احذر من وصل المحرك بالتيار الكهربائي مباشرة، فهو يعمل على جهد لا يتعدى (2.5 فولت).



١٢- جهاز القصور الذاتي (INERTIA) :

الغرض من الجهاز:

إثبات قانون نيوتن الأول الذي ينص على:
(يستمر كل جسم في حالته من السكون أو الحركة المنتظمة في خط مستقيم ما لم يجبر على تغيير هذه الحالة بواسطة القوى المؤثرة عليه) .

التركيب:

يتركب جهاز القصور الذاتي المبين في الشكل

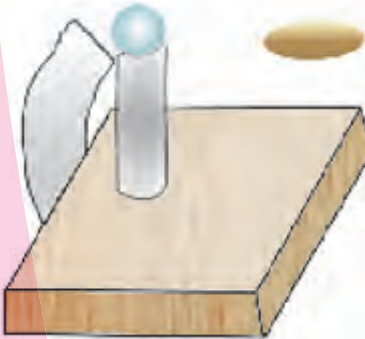
(١) من الأجزاء التالية:

١. قاعدة خشبية، تثبت عليها أجزاء الجهاز.
٢. شريط فولاذي: يثبت على إحدى حافات القاعدة الخشبية قريباً من القائم الخشبي، ويكون مرناً.
٣. القائم الخشبي: يثبت بالقرب من الشريط الفولاذي وهو مجوف من الأعلى.
٤. قرص من الخشب المصقول (فورمايكا): يوضع فوق القائم الخشبي.
٥. الكرة الزجاجية توضع فوق القرص المصقول .

طريقة استخدام الجهاز :

من خلال الشكل (٢) اتبع ما يلي :

١. ضع الجهاز على سطح مستوٍ (منضدة مثلاً) والقرص فوق القائم، ثم ضع الكرة الزجاجية فوق القرص.



٢. ثبت القاعدة الخشبية بإحدى يديك وباليدي الأخرى اسحب الشريط الفولاذي إلى الخلف ثم اتركه ليصطدم بالقرص.
٣. لاحظ انطلاق القرص من تحت الكرة الزجاجية واستقرار الكرة في تجويف القائم الخشبي.

كيفية المحافظة على الجهاز :

١. احفظ الجهاز بعيداً عن الرطوبة ومصادر المياه.
٢. احفظ الجهاز بعيداً عن أبخرة المواد الكيميائية.

شكل «٢» يوضح كيفية استخدام جهاز القصور الذاتي

٣. لا تسحب الشريط الفولاذي للخلف مسافة كبيرة فقد يؤدي ذلك إلى انحنائه .
٤. بعد الانتهاء من استخدام الجهاز احفظه في المكان المخصص له.

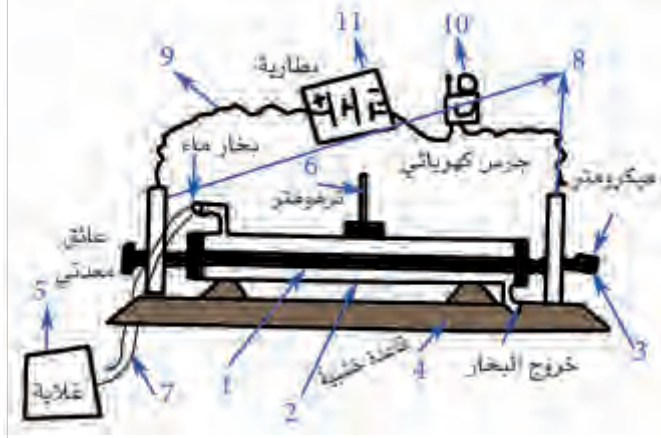
١٣- جهاز قياس معامل التمدد الطولي للأجسام الصلبة

(LINEAR EXPANSION APPARATUS)

التعريف :

هو جهاز يستخدم لقياس معامل التمدد الطولي للأجسام الصلبة مثل (ساق من الألمنيوم) باستخدام جهاز جنتر.

التركيب :



شكل «١» جهاز جنتر لقياس معامل التمدد الطولي لجسم صلب

يتركب الجهاز كما في الشكل من:

١. ساق معدنية .
٢. أنبوبة زجاجية أو معدنية أسطوانية الشكل بها فتحتان عند طرفيها لإمرار تيار من بخار الماء لتسخين الساق المعدنية، وفتحة ثالثة في منتصفها يوضع بها ترمومتر لقياس درجة حرارة الساق المعدنية.

٣. ميكرومتر لقياس مقدار التمدد الحادث للساق قبل وبعد التسخين.
٤. قاعدة خشبية.

ملحقات الجهاز :

٥. غلاية لإنتاج بخار الماء.
٦. ترمومتر لقياس درجة حرارة الساق (قياس 100°C).
٧. أنبوبة مطاطية لتوصيل بخار الماء من الغلاية إلى الأنبوبة الزجاجية.
٨. مسماران محويان .
٩. أسلاك توصيل كهربائي .
١٠. جرس كهربائي أو مصباح كهربائي.
١١. بطارية كهربائية.

خطوات العمل :

١. قس طول ساق الألمنيوم وليكن (ل) وعين درجة حرارته الابتدائية ولتكن (T_1) (درجة حرارة الغرفة) ثم ادخله في الأنبوبة الزجاجية وثبته بأحد المسمارين المحويين ، لاحظ أن الطرف الآخر للساق يكون حرًا ليتمد .
٢. تأكد من مكونات الجهاز ووجود كل مكون في مكانه المناسب.
٣. كون الدائرة الكهربائية كما في الشكل السابق .
٤. أدر الميكرومتر حتى يلامس طرف ساق الألمنيوم (وللتأكد من بداية حدوث الملامسة يتم ملاحظة إضاءة المصباح أو سماع رنين الجرس الكهربائي نتيجة لغلق الدائرة الكهربائية وعين (l_1)).
٥. أدر الميكرومتر في الاتجاه المعاكس حتى يبتعد المسمار عن ملامسة الساق .
٦. مرر بخار الماء لمدة معينة ولتكن (١٠) دقائق مثلاً حتى تثبت درجة الحرارة في الترمومتر ولتكن (T_2) .
٧. أدر الميكرومتر حتى يلامس طرف ساق الألمنيوم ثم عين (l_2) .
٨. عين مقدار التمدد الطولي وهو الفرق بين قراءتي الميكرومتر ($\Delta l = l_2 - l_1$) .
٩. سجل النتائج في الجدول التالي :

النتائج :

م	الكمية	الرمز	القيمة
١	طول ساق الألمنيوم .	L	..... سم
٢	درجة الحرارة الابتدائية لساق الألمنيوم .	T1	..... °م
٣	درجة الحرارة النهائية لساق الألمنيوم .	T2	..... °م
٤	الارتفاع في درجة الحرارة (T1 - T2) .	ΔT	..... °م
٥	القراءة الأولى للميكرومتر (طول ساق الألمنيوم قبل التسخين) .	L ₁	..... سم
٦	القراءة الثانية للميكرومتر (طول ساق الألمنيوم بعد التسخين) .	L ₂	..... سم
٧	الزيادة في طول ساق الألمنيوم (L ₂ - L ₁) .	ΔL	..... سم

١٠. عوض عن قيم الكميات التي حصلت عليها من التجربة في العلاقة الآتية :

$$\text{معامل التمدد الطولي (م ط) لساق الألمنيوم} = \frac{L \Delta}{L \times T \Delta}$$

كرر التجربة باستخدام سيقان من مواد أخرى وعين معامل التمدد الطولي (م ط) لكل مادة :
انظر الملحق ١٠/٢ .

الاستنتاج :

يتوقف التمدد الطولي لجسم صلب على الطول الأصلي للجسم ومقدار الارتفاع في درجة الحرارة ونوع مادة الجسم .

فاذا كان لدينا قضيب معدني طوله (L) وقد حدث تغيير في طوله قدره (ΔL) نتيجة تغير في درجة حرارته بمقدار (ΔT) فقد وجد أن :

$$(١) \quad \Delta L \propto L$$

$$(٢) \quad \Delta L \propto \Delta T$$

من المعادلة (١) ، نجد أن :

$$\Delta L \propto L \Delta T$$

$$\Delta L = K L \Delta T$$

ومنها نجد أن K = (م ط) وهي مقدار ثابت يعتمد على نوع مادة الجسم الصلب ويسمى بمعامل التمدد الطولي للجسم الصلب .

الاحتياطات الواجب توفرها عند إجراء التجربة :

١- يجب أن يحاط الترمومتر بأكمله ببخار الماء الذي يغلي حتى لا تكون قراءته أقل من القراءة الفعلية أو الحقيقية .

٢- يجب أن لا يظهر جزء كبير من الساق خارج الأنبوبة الأسطوانية لأن درجة حرارة هذا الجزء تكون أقل من درجة حرارة الأجزاء الداخلية .

٣- عند قراءة المقياس (الميكرومتر) أولاً يجب التأكد من تلامس طرف الساق مع طرف المقياس وذلك بوضع الدائرة الكهربائية .

٤- عند قراءة المقياس (الميكرومتر) ثانياً يجب أن تؤخذ القراءة أكثر من مرة ، وعلى فترات حتى تثبت قراءة الميكرومتر للتأكد من انتهاء تمدد الساق .

١٤- البارومتر (مقياس الضغط) (Barometer) :

الاستخدام :

يستخدم جهاز البارومتر لحساب الضغط الجوي في مكان ما .

● ويعرف الضغط الجوي : على أنه هو وزن عمود الهواء الواقع على وحدة المساحة .
ويساوي الضغط الجوي في الظروف العادية وعند مستوى سطح البحر (76 سم زئبقي)، أي ما يعادل (1013 مللي بار) تقريباً .

أنواع مقاييس الضغط الجوي:

تختلف مقاييس الضغط الجوي باختلاف نوعها والغرض منها، ويبين الشكل (٢) بعض هذه المقاييس .

١. مقياس الضغط الزئبقي :

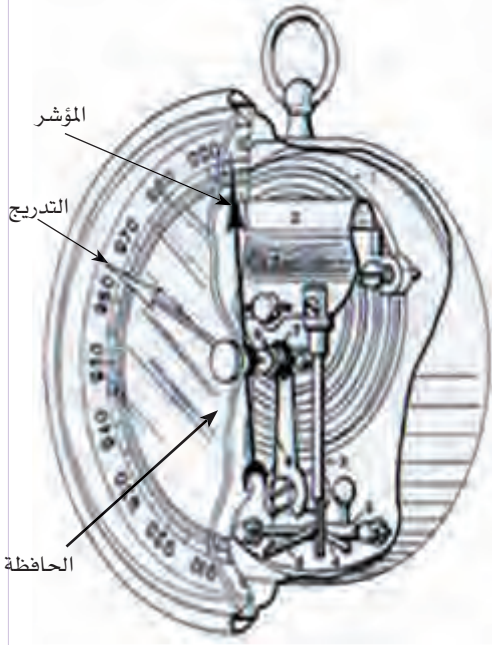
أ- مقياس ضغط كيو الزئبقي (Barometer Kew).

ب- مقياس ضغط فورتين الزئبقي (Barometer Fortin).

٢. مقياس الضغط المعدني (بارومتر أنرويد (Aneeroid).

٣. مسجل الضغط الجوي (الباروغراف) أو مسجل الضغط الجوي المعدني (الباروغراف (Barograph).

٤. مقياس الارتفاع (الاليتومتر Altimeter) وهو عبارة عن بارومتر معدني درج لقياس الارتفاع بدلاً عن قياس الضغط، يستخدمه الطيارون لتحديد ارتفاع طائراتهم عن سطح البحر، ومتسلقوا الجبال لمعرفة ارتفاعهم وفكرة عمله بنيت على أساس أن الضغط الجوي يقل بمقدار واحد سم زئبق لكل ارتفاع قدره 110 متر تقريباً عن سطح البحر، ولذا فهو يدرج بالأمتار .



شكل «١» مخطط تفصيلي لمقياس الضغط المعدني (البارومتر) وآلية عمله



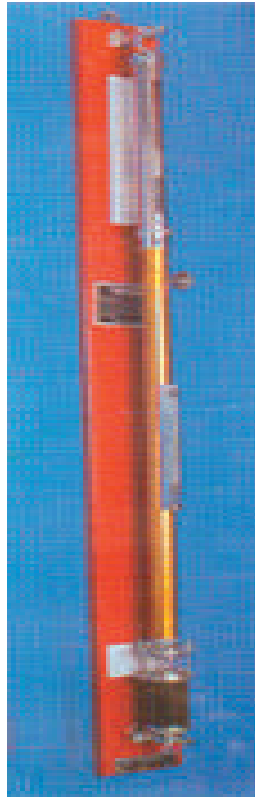
البارومتر المعدني



مقياس ضغط (كيو) الزئبقي

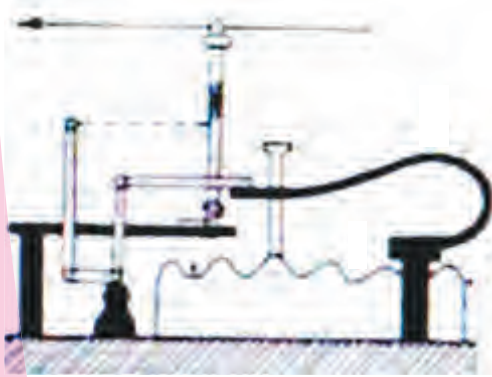


مقياس ضغط (فورتين)
الزئبقي



مسجل الضغط (الباروغراف)

شكل «٢» اشكال بعض مقاييس الضغط الجوي



شكل «٣» مخطط مبسط لمقياس الضغط المعدني

● البارومتر المعدني:

البارومتر المعدني (بارومتر انرويد) :

صمم هذا الجهاز ليحل محل البارومتر الزئبقي لصعوبة حمله ونقله.

التركيب :

يتألف مقياس الضغط الجوي المعدني من علبة معدنية قابلة للتمدد، ومفرغة تماماً من الهواء (انظر شكل ١ ، ٣)، تتأثر جوانبها

بالضغط الجوي فتتمدد نحو الداخل أو نحو الخارج تبعاً لارتفاع الضغط أو انخفاضه فيتحرك من جراء ذلك ذراع معدني يدور أمام قرص مقسم تقرأ عليه قيمة الضغط الجوي.

ويمكن تفصيل مكونات الجهاز إلى:

(أ) **الحافظة:** وجهها الأمامي من الزجاج .

(ب) **التدريج:** يقيس الضغط الجوي بالمللي بار .

(ج) **المؤشر:** يتصل في نهايته بعدد من الأذرع التي تتصل بالتجويف،

وعند زيادة الضغط الجوي أو نقصانه يؤثر ذلك في سطح التجويف

فيحرك المؤشر حسب الضغط الجوي في المكان.

والضغط الذي يقع على العلبة المعدنية يقعرها، وقد يمزقها لولا وجود مجموعة نوابض قوية

بداخل العلبة تعدل من تأثير الضغط الجوي على العلبة بعمل معاكس يؤديه ساق يتحرك حول المحور فيبقى العلبة في وضع طبيعي.



شكل «٤» المنفاخ المطاطي

(د) منفاخ مطاطي: يستخدم في زيادة الضغط الواقع على سطح التجويف عن طريق دفع الهواء لإظهار كيفية تغيير الضغط. وتزود الأجهزة التعليمية عادة بمثل هذا المنفاخ حيث يتصل بالجهاز عن طريق أنبوب بلاستيكي كما في الشكل «٤» .

كيفية عمل جهاز البارومتر المعدني :

إذا ارتفع الضغط الجوي زاد تقعر العلبة التي تنتقل حركتها إلى المحور وإلى حامل الإبرة التي تتحرك أمام قرص (تدرج) مشيرة إلى ارتفاع الضغط الجوي. أما إذا انخفض الضغط الجوي تمددت العلبة المعدنية لتحرك الإبرة باتجاه معاكس للاتجاه السابق.

كيفية استخدام البارومتر المعدني :

يتم قراءة الضغط الجوي باستخدام البارومتر المعدني مباشرة بالنظر إلى الرقم الذي يثبت عنده المؤشر، حيث يعطي القراءة بالملي بار (علماً بأن قيمة الضغط الجوي القياسي عند مستوى سطح البحر = 1013.2 ملي بار).

عند بداية استعمال البارومتر المعدني يجب معايرته بدقة قبل استخدامه، وذلك باستعمال بارومتر معدني آخر، أو باستخدام البارومتر الزئبقي لمعرفة الضغط الجوي في المختبر. وضبط الجهاز الجديد بالشكل الصحيح باستخدام ضابط خاص تزود به بعض الأجهزة الحديثة علماً بأن الأجهزة المستوردة للمختبرات تكون معايرة وليس من الضروري معايرتها .

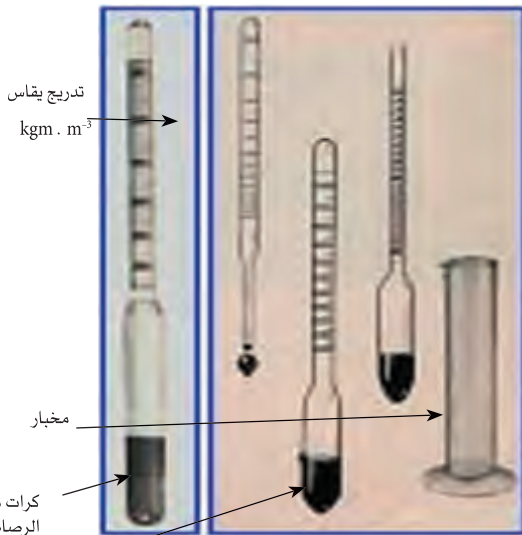
كيفية صيانة الجهاز :

١. يجب عدم الضغط على العلبة المعدنية لأنها مفرغة من الهواء فإن أي ضغط عليها يغير التدرج.
٢. وضع الجهاز في مكان آمن حتى لا يتعرض لدرجات الحرارة المباشرة من أي لهب.
٣. الابتعاد عن أماكن الأحماض حتى لا تسقط أحماض فتعمل على تآكل العلبة المعدنية.

١٥- جهاز الهيدرومتر (مقياس كثافة السوائل) (Hydrometer) :

الاستخدام: يستخدم جهاز الهيدرومتر لقياس كثافة السوائل الخفيفة والثقيلة بطريقة مباشرة.

التركيب :



شكل «١» أنواع الهيدرومترات

يتركب الهيدرومتر كما في شكل (١) من أنبوبة زجاجية طويلة ضيقة ومسدودة من الأعلى، وتنتهي من الأسفل بانتفاخ به كرات رصاص أو (زئبق) بكميات معينة تعتمد على نوع السائل الذي سيتم قياس كثافته، ولجعل الهيدرومتر يطفو راسياً في السوائل التي يوضع فيها. وفي الجزء العلوي من الأنبوبة الزجاجية أرقام تدل مباشرة على كثافة السائل الذي يوضع فيه الهيدرومتر، ويبدأ التدرج من أعلى إلى أسفل.

أنواع الهيدرومترات :

- النوع الأول: هيدرومتر يعين كثافة سوائل

أقل من كثافة الماء، ويدرج عادة من $600 \text{kgm} \cdot \text{m}^{-3}$ إلى $1000 \text{kgm} \cdot \text{m}^{-3}$.
($0.6 \text{gm} \cdot \text{cm}^{-3}$ إلى $1 \text{gm} \cdot \text{cm}^{-3}$).

● النوع الثاني:

هيدرومتر يعين كثافة سوائل أكبر من كثافة الماء، ويدرج عادة من $1000 \text{kgm} \cdot \text{m}^{-3}$ إلى $2000 \text{kgm} \cdot \text{m}^{-3}$.
($1 \text{gm} \cdot \text{cm}^{-3}$ إلى $2 \text{gm} \cdot \text{cm}^{-3}$).

● النوع الثالث:

يعتبر من النوع المزدوج يعين كثافة سوائل أقل وأكبر من كثافة الماء. ويدرج عادة من $600 \text{kgm} \cdot \text{m}^{-3}$ إلى $2000 \text{kgm} \cdot \text{m}^{-3}$ ،
($0.6 \text{gm} \cdot \text{cm}^{-3}$ إلى $2 \text{gm} \cdot \text{cm}^{-3}$).

وهناك اختلاف بين أنواع الهيدرومترات ، هيدرومتر ذو انتفاخ (مستودع) مليء بكرات من الرصاص، وهيدرومتر ذو انتفاخ مليء بالزئبق.

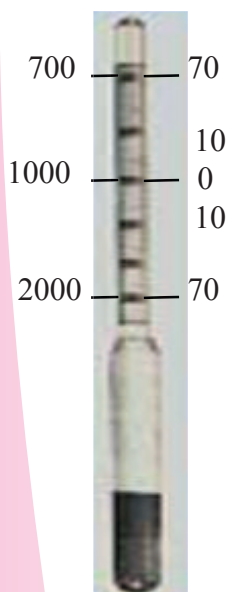
● وحدة قياس الهيدرومتر :

- كيلو جرام / متر³ ($\text{kgm} \cdot \text{m}^{-3}$) .

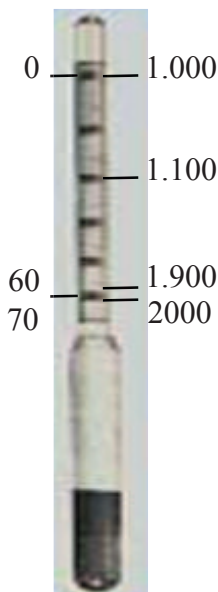
- جرام / سم³ ($\text{gm} \cdot \text{cm}^{-3}$) .

حيث أن الكثافة الكتلية = الكتلة / الحجم.

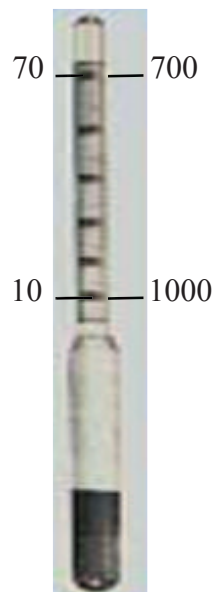
20C°



هيدرومتر لقياس كثافة
السوائل الخفيفة والثقيلة



هيدرومتر لقياس كثافة
السوائل الثقيلة



هيدرومتر لقياس كثافة
السوائل الخفيفة

شكل «٢» أنواع الهيدرومترات حسب التدرج

جدول (١) يبين كثافة بعض المواد (انظر ملحق رقم ٨/٢)

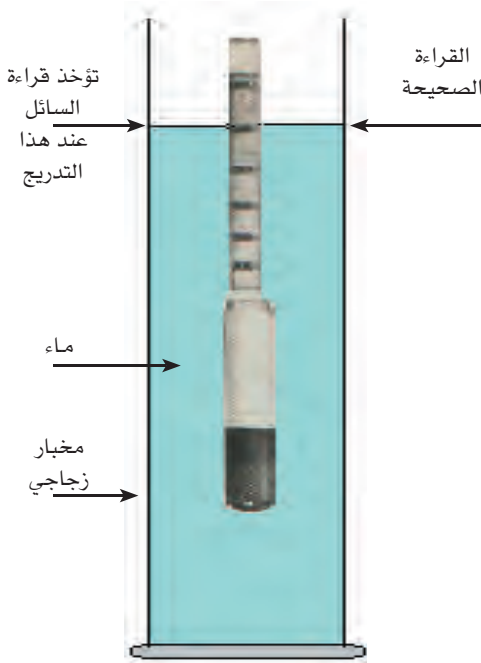
المادة	درجة الحرارة °C	الكثافة d. $\text{kgm} \cdot \text{m}^{-3}$	D ld/ft^3
الهواء (عند الضغط المعتاد).	0.0	1.29	0.805
البنزين.	20.0	879	56.1
الماء.	20.0	998	62.3
الماء.	3.98	1.000	62.4
العظم.	20.0	1.800	106-125
الألمنيوم.	20.0	2.700	168
الحديد.	20.0	7.860	491
النحاس.	20.0	8.920	557
الرصاص.	20.0	11.340	708
الزئبق.	0.0	13.600	849

تؤخذ هذه البيانات باعتبار أن :

وحدة الكثافة بالنظام الدولي للقياس هي $(\text{kgm} \cdot \text{m}^{-3})$ أو $(\text{gm} \cdot \text{cm}^{-3})$.

طريقة استعمال الهيدرومتر:

- يوضع السائل المراد قياس كثافته كما هو موضح في شكل (٣) في مخبر زجاجي طويل (مثال: تعيين كثافة الماء " العذب ").
- يغمر الهيدرومتر في الماء، ليطفو الهيدرومتر راسياً في السائل.
- يقرأ التدرج المحاذي لسطح السائل فيدل على كثافة السائل مباشرة.
- نلاحظ أن مقدار الكثافة يعاين عند تدرج $1000\text{kgm} \cdot \text{m}^{-3}$



شكل «٢» يبين كيفية استخدام الهيدرومتر

المحاذي لسطح السائل (الماء)، والذي يعتبر ثابت كثافة الماء.

ملحوظة:

- يوضع السائل المراد تعيين كثافته في مخبر طويل حتى يطفو الهيدرومتر.
- يجب أخذ القراءة على مستو أفقي.

تطبيقات الاستخدام :

- قياس كثافة محاليل السكر لصناعة المشروبات.
- اختبار غش اللبن (كثافة اللبن $1.03\text{kgm} \cdot \text{m}^{-3}$).
- قياس كثافة حمض الكبريتيك في المراكم (بطاريات السيارات).
- قياس كثافة محلول الصودا الكاوية المستخدم لصناعة الصابون.

كيفية صيانة الجهاز:

١. يحفظ داخل العلبة الخاصة به بعد كل استخدام.
٢. يجب أن تكون كمية السائل المراد تعيين كثافته مناسبة لحجم المخبر، حتى نجعل الجهاز يطفو في السائل.
٣. يجب عدم استخدام حمض الهيدروفلوريك لأنه يعمل على التفاعل مع الزجاج.
٤. يجب أن يستخدم الجهاز في السائل المناسب حتى يطفو، ولا يغوص فيتعرض للكسر.

١٦- أجهزة قياس درجات الحرارة (المحاريير) (Thermometers) :

الحرارة أو كمية الحرارة :

هي كمية الطاقة التي يفقدها أو يكتسبها جسم ما عند انتقال الحرارة منه أو إليه. والوحدة التي تقدر بها كمية الحرارة هي الجول. ولكن العلماء استبدلوها بوحدة أخرى تعرف باسم (السعر).

السعر:

هو كمية الحرارة التي تلزم رفع درجة حرارة جرام واحد من الماء المقطر درجة واحدة مئوية بين 14.5°C و 15.5°C .

مفهوم درجة الحرارة:

إن الارتفاع في درجة حرارة جسم أو انخفاضها يكون مصحوباً بزيادة أو نقص طاقة الحركة لجزيئاته على الترتيب، ويمكن أخذ متوسط طاقة الحركة لجزيئات جسم ما ممثلاً لدرجة حرارته. وهذا هو المفهوم الفيزيائي لدرجة الحرارة.

وتستخدم لتعيين درجة الحرارة أنواع مختلفة من التداريج ، كما هو مبين في الشكل (٤).

١. التدرج المئوي (سلسيوس) :

سمي هذا التدرج نسبة إلى العالم السويدي أندريه سلسيوس الذي وضعه عام 1737م، ويعد أكثر استخداماً وشيوعاً ، ومنذ العام 1948م اعتبر التدرج العالمي ، بني على اعتبار أن نقطة تجمد الماء النقي عند صفر درجة سلسيوزية (مئوية)م، ونقطة غليان الماء عند 100 درجة سلسيوزية (مئوية) م والمسافة بين النقطتين مقسمة إلى 100 قسم متساوي، وكل قسم هو درجة مئوية.

٢. التدرج الفهرنهايتي:

وضعه فهرنهايت عام 1721 - 1724م، بني على اعتبار أن نقطة تجمد الماء النقي عند درجة 32°F (فهرنهايتية) ، ونقطة غليان الماء عند درجة 212°F ، والمسافة بين النقطتين مقسمة إلى 180 قسم متساوي، عرف كل قسم بدرجة فهرنهايت.

٣. التدرج المطلق (كلفن) :

بني على اعتبار أن نقطة تجمد الماء النقي عند درجة 273.2 درجة كلفن، ونقطة غليان الماء عند درجة 373.2 درجة كلفن ، والفرق بين نقطتي التجمد والغليان 100 قسم (درجة) مثل التدرج المئوي.

٤. تدرج رانكين : سمي هذا التدرج نسبة إلى العالم (رانكين) صاحب بعض النظريات في علم الديناميكا الحرارية ، وقد بني على اعتبار أن نقطة تجمد الماء النقي عند درجة 492 درجة رانكين، ونقطة غليان الماء عند درجة 672 درجة رانكين ، والفرق بين نقطتي التجمد والغليان 180 قسم (درجة) مثل تدرج المقياس الفهرنهايتي.

٥. تدرج رئومر (Reaumer) : وضعه عام 1730م عندما استعمل ميزان حرارة كحولي ، ولاحظ بأن حجم 1000 وحدة عند نقطة التجمد تصبح 1080 وحدة عند درجة حرارة الماء المغلي ، وعليه فقد أخذ الصفر نقطة التجمد والرقم 80 نقطة الغليان في هذا السلم .

أنواع الترمومترات:

١. الترمومتر الزئبقي المئوي.
٢. الترمومتر الكحولي المئوي.
٣. الترمومتر الطبي.

أولاً: الترمومتر الزئبقي المئوي:

يستخدم لقياس درجة غليان الماء أو السائل ، يتألف من أنبوبة زجاجية دقيقة مقسم إلى درجات وأجزاء الدرجات (درجات مئوية وفهرنيتية معاً)، وتنتهي الأنبوبة بمستودع (خزان) مليء بالزئبق ذي شكل دائري أو أسطواني. عندما ترتفع درجة الحرارة يتمدد الزئبق ويرتفع في الأنبوبة وعندما تنخفض درجة الحرارة ينكمش الزئبق في الأنبوبة منحسراً إلى المستودع. وتقرأ درجة الحرارة أمام أعلى مستوى للنقطة التي وصل إليها الزئبق.

ثانياً: الترمومتر الكحولي:

يستخدم لقياس درجات الحرارة المنخفضة ، لأن درجة تجمد الكحول (-130°C) ودرجة غليان الكحول (78°C)، ولهذا لا يصلح لقياس درجات الحرارة التي تزيد على (60°C) ، ويحتوي على الكحول الملون.

ثالثاً: الترمومتر الطبي:

يستخدم لقياس درجة حرارة الإنسان ويدرج من 35°C إلى 42°C ، حيث درجة حرارة جسم الإنسان (37.5°C) .

تحويل درجة الحرارة حسب نوع التدرج :

١- العلاقة بين درجة الحرارة المئوية ودرجة الحرارة المطلقة:

$$k^{\circ} = C^{\circ} + 273 \implies C^{\circ} = K^{\circ} - 273$$

٢- العلاقة بين درجة الحرارة المئوية ودرجة الحرارة بالفهرنهايت:

$$(F^{\circ} = 9/5 C^{\circ} + 32 \implies C^{\circ} = 5/9 (F^{\circ} - 32)$$

٣- العلاقة بين درجات الحرارة في التدرج الثلاثة (المئوي - المطلق - فهرنهايت)

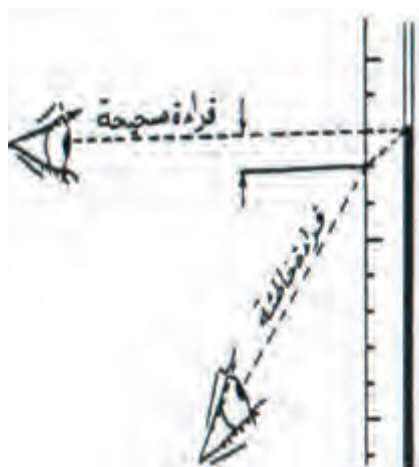
$$\frac{C^{\circ}}{100} = \frac{F^{\circ} - 32}{180} = \frac{K^{\circ} - 273}{100}$$



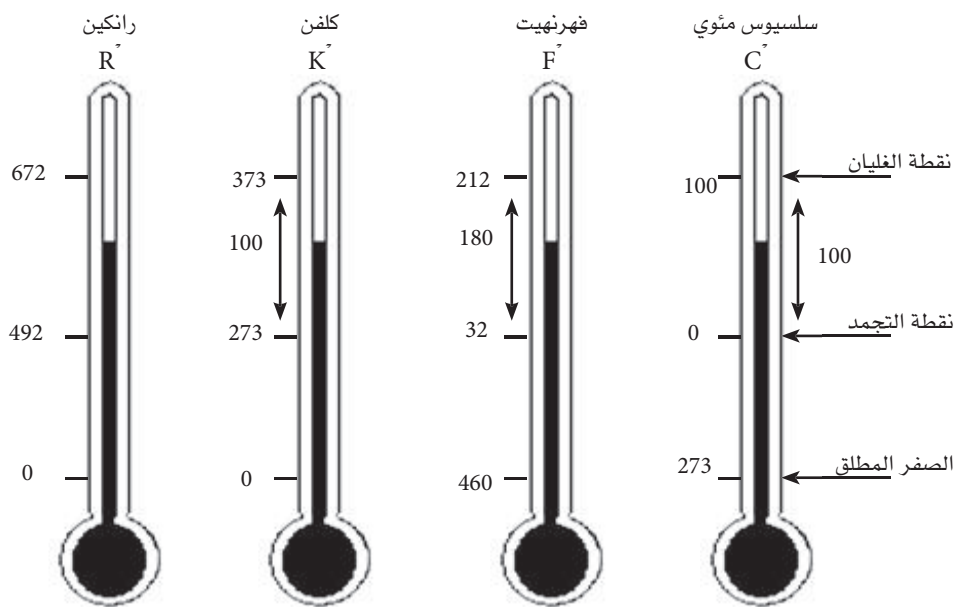
شكل « ٣ »
الترمومتر الطبي



شكل « ٢ »
الترمومتر الحراري



شكل « ١ »
كيفية القراءة الصحيحة للترمومتر



شكل « ٤ »
أنواع التدرج

٤- العلاقة بين درجة الحرارة بالرانكين والكلفن

$$T_R = \frac{9}{5} T_K$$

ويعد التدرج المئوي أكثر التدرجات استخداماً في التطبيقات العملية، بينما تدرجاً رانكين ورثومر لم يعد يستخدم.

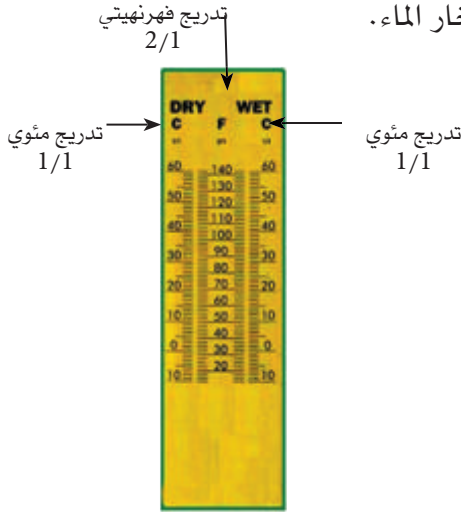
١٧- الهيجرومتر (مقياس الرطوبة النسبية) (RELATIVE HUMIDITY (RH) :

الاستخدام :

يستخدم الهيجرومتر لتعيين درجة رطوبة الهواء في محطات الأرصاد الجوية (الرطوبة النسبية مباشرة) أو لإيجاد نقطة الندى .

ماذا نعني بالرطوبة:

هي مقياس لدرجة اقتراب الهواء من التشبع ببخار الماء .
أو هي الدرجة التي يصبح عندها الهواء متشبعاً ببخار الماء .



شكل « ٢ »



شكل « ١ » جهاز الهيجرومتر

الرطوبة النسبية (%) = $\frac{\text{كتلة بخار الماء الموجودة فعلاً في حجم معين من الهواء}}{\text{كتلة بخار الماء اللازمة لتشبع نفس الحجم عند درجة الحرارة نفسها}}$

التركيب :

يتكون الجهاز من ترمومتران (كما في الشكل ١) يلف حول مستودع أحدهما قطعة من القماش، ينغمّر طرفها في حوض صغير به ماء ويسمى بالترمومتر الرطب، ويترك مستودع الترمومتر الآخر جافاً ويسمى بالترمومتر الجاف.

١. يتدرج الترمومتران بنوعين مختلفين من التدرجات وهما كالتالي:

- التدرج المئوي $^{\circ}C$ ، ويقرأ كل تدرج بدرجة ١/١ .

- التدرج الفهرنهايتي $^{\circ}F$ ، ويقرأ كل تدرج بدرجتان ١/٢ .

٢. يرفق مع الجهاز جدول خاص به لحساب الرطوبة النسبية بموجب قراءة الفرق بين الترمومتران.

طريقة استخدام الهيجرومتر:

١. يعلق الجهاز على جدار المختبر، ويلصق بجانبه الجدول المرفق بالجهاز.
٢. تصب كمية من الماء في الحوض الصغير ذي الترمومتر الملفوف مستودعه بقطعة قماش.
٣. يترك الجهاز لفترة معينة، حتى تتشبع قطعة القماش بالماء، فاذا كان الجو جافاً ازداد

جدول «١» لحساب الرطوبة النسبية
بحسب فرق قراءتي الترمومتر الرطب والجاف

Humidity Table in Centigrade										
Wet bulb temperature (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67
1	84	82	80	78	76	74	72	70	68	66
2	83	81	79	77	75	73	71	69	67	65
3	82	80	78	76	74	72	70	68	66	64
4	81	79	77	75	73	71	69	67	65	63
5	80	78	76	74	72	70	68	66	64	62
6	79	77	75	73	71	69	67	65	63	61
7	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60
8	77	75	73	71	69	67	65	63	61	59
9	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58
10	75	73	71	69	67	65	63	61	59	57
11	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56
12	73	71	69	67	65	63	61	59	57	55
13	72	70	68	66	64	62	60	58	56	54
14	71	69	67	65	63	61	59	57	55	53
15	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52
16	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51
17	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50
18	67	65	63	61	59	57	55	53	51	49
19	66	64	62	60	58	56	54	52	50	48
20	65	63	61	59	57	55	53	51	49	47
21	64	62	60	58	56	54	52	50	48	46
22	63	61	59	57	55	53	51	49	47	45
23	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44
24	61	59	57	55	53	51	49	47	45	43
25	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42
26	59	57	55	53	51	49	47	45	43	41
27	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40
28	57	55	53	51	49	47	45	43	41	39
29	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38
30	55	53	51	49	47	45	43	41	39	37
31	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36
32	53	51	49	47	45	43	41	39	37	35
33	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34
34	51	49	47	45	43	41	39	37	35	33
35	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32

تبخر الماء من أعلى مستودع الترمومتر المبلل فيبرد هذا المستودع فيزداد الفرق بين قراءتي الترمومتري الرطب والجاف، أي كلما قلت الرطوبة زاد التبخر وزاد الفرق بين قراءتي الترمومتريين ، أما إذا كانت الرطوبة النسبية كبيرة فان تبخر الماء يقل وينقص الفرق بين قراءتي الترمومتريين.

٤. يدل الفرق بين قراءتي الترمومتريين على حالة الرطوبة في الجو.
٥. من خلال الجدول المرفق بالجهاز يمكن حساب الرطوبة النسبية.

طريقة تحديد الرطوبة النسبية:

١. بالعودة إلى الجدول (١) نلاحظ أن هناك خانتين ، خانة للتدرج المئوي، وخانة للتدرج الفهرنهايتي، ومنه يمكن حساب الرطوبة النسبية.

٢. مثال :

إذا كانت قراءة الترمومتر الجاف هي 34°C يقابل 94°F .

إذا كانت قراءة الترمومتر الرطب هي 30°C يقابل 87°F .

الفرق بين الترمومتريين 4°C يقابل 7°F .

٣. من جدول التدرج الفهرنهايتي: سيكون ضغط البخار المشبع في درجة حرارة الغرفة هو 100 من العمود الرأسي الأول (الصف)، (من الفرق بين الترمومتريين) و ضغط البخار المشبع عند نقطة الندى هو 72 من العمود الثامن (من الفرق بين الترمومتريين)، (94° تحت 7).

٤. الرطوبة النسبية = $\frac{72}{100} = 0.72 = 72\%$

وبالمثل إذا تم حساب الرطوبة النسبية من جدول التدرج المئوي: سيكون ضغط البخار المشبع في درجة حرارة الغرفة هو 100 باعتبار أن (الصف) يمثل 100 كالعمود الرأسي الأول في جدول التدرج الفهرنهايتي (من الفرق بين الترمومتريين) و ضغط البخار المشبع عند نقطة الندى هو 71 من العمود الرابع (من الفرق بين الترمومتريين)، (34° تحت 4).

٥. الرطوبة النسبية = $\frac{71}{100} = 0.71 = 71\%$

وعموماً فإن الرطوبة النسبية = $\frac{\text{ضغط بخار الماء المشبع عند نقطة الندى}}{\text{ضغط بخار الماء المشبع عند درجة حرارة الغرفة}} \times 100$

● يلاحظ من حساب القراءتين أن هناك فرق بين القراءة المئوية والفهرنهايتية ، لذا نحسب الرطوبة النسبية بنسبة خطأ بمقدار 0.01 %، باعتبار أن الدرجة الفهرنهايتية عندما تؤخذ بتدرج 2/1 لا يمكن ضبطه بالتمام وتكتب الرطوبة النسبية مع نسبة الخطأ $72\% \pm 0.72 = 0.01 \pm 0.01$ أو $71 \pm 0.01 = 0.071 \pm 0.01$ وهي نفس النتيجة .

● كما هو ملاحظ أن جدول التدرج المئوي لحساب الرطوبة النسبية لا يبدأ العمود الأول بصفر والذي يمثل 100 كما في جدول حساب الرطوبة النسبية في جدول التدرج الفهرنهايتي، باعتبار أن 100 (مقدار ثابت).

نقطة الندى (Dew Point) :

هي درجة الحرارة التي يبرد فيها الهواء حتى يبدأ تكثف بخار الماء على سطح بارد ملاصق للهواء وتظهر على هذا السطح نقط من الندى. فدرجة حرارة هذا السطح عندما تظهر عليه أول قطرة من الماء هي نقطة الندى.

ملحوظة :

ينبغي على كل أمين مختبر أن يقوم بتعليق أدوات الطقس والرصد الجوي، مع الجداول المرفقة لها على جدار المختبر ، كأجهزة الرطوبة - الترمومترات - ترمومترات النهاية العظمى والصغرى... ليتمكن هو مع مدرسي العلوم والطلبة من تعيين ودراسة حالة الطقس يومياً .

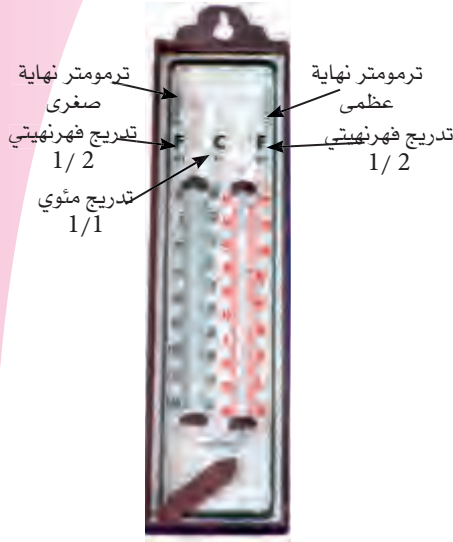
كيفية صيانتها:

١. يعلق في مكان بعيد عن الأجسام المعدنية حتى لا تصطدم به فتؤدي إلى كسره.
٢. يستبدل الشريط عندما يتلف بشريط آخر أو قطن طبي يلف بمستودع الترمومتر الرطب.
٣. يجب أن يكون الجدول ملصقاً بجانب الجهاز حتى يتم تعيين درجة الرطوبة.
٤. يعلق في مكان بعيد عن اللهب حتى لا يؤثر في قراءته ويتلف.
٥. عند استمرار استخدامه يضاف دائماً الماء في الكأس، وعدم اضافته احماض أو محاليل.

١٨- ترمومتر النهاية العظمى والصغرى (Maximum & Minimum Thermometer)

الاستخدام:

تستخدم لتعيين أعلى درجة حرارة للجو أثناء النهار، وأقل درجة حرارة للجو أثناء الليل ، كما يطلق على هذا الجهاز بالمقياس الحراري للنهاية العظمى والنهاية الصغرى.

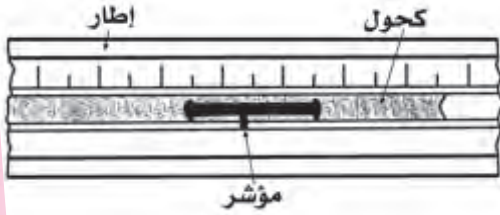


شكل «٢» ترمومتر نهاية عظمى وصغرى



شكل «١» ترمومتر نهاية عظمى وصغرى

التركيب :



شكل «٣» يوضح الدليل المتحرك أو المؤشر

١. يتركب كما في (شكل ١ ، ٢) من أنبوبة زجاجية ملتوية من الوسط على شكل حرف U، ومملوء بالزئبق في أسفل الأنبوبة بموضع التواء الأنبوبة.

٢. الجهة اليسرى من الأنبوبة تنتهي بمستودع متحسس مملوء بالكحول.

٣. الجهة اليسرى من الأنبوبة تسمى النهاية الصغرى.

٤. الجهة اليمنى من الأنبوبة تسمى النهاية العظمى.

٥. يوضع داخل الأنبوبة من الجهتين دليل متحرك أو مؤشر (شكل ٣)، وهو عبارة عن قطعة من الحديد داخل أنبوبة رقيقة من الزجاج ويتم تحريك المؤشر عن طريق المغناطيس.

٦. يمتاز الجهاز بنوعين من التدريج، تدريج للقراءة المئوية C° يقرأ كل تدريج بدرجة ١/١. والتدريج الفهرنهايتي F° يقرأ كل تدريج بدرجتين ١/٢.

٧. من صفات الجهاز المبين بالشكل (١ ، ٢) واختلافه عن الأجهزة الأخرى من ترمومتر النهاية العظمى والصغرى، أنه يمكننا من قراءة درجة حرارة واحدة أو اثنتين معاً (النهاية العظمى والصغرى) في جهاز واحد. بالإضافة إلى القراءة الحالية لدرجة الحرارة بالتناوب (سواء من تدريج النهاية العظمى أو الصغرى يعطي نفس القراءة حسب مستوى الزئبق من الجهتين).

استعمال ترمومتر النهاية العظمى والنهاية الصغرى:

أ - ترمومتر النهاية العظمى:

يستعمل لمعرفة أعلى درجة حرارة يصل إليها الوسط (الهواء الجوي) الموضوع فيه هذا الترمومتر خلال فترة زمنية معينة. وتقرأ في النهار.

ب - ترمومتر النهاية الصغرى:
يستعمل لمعرفة أقل درجة حرارة يصل إليها الوسط (الهواء الجوي) الموضوع فيه هذا الترمومتر خلال فترة زمنية معينة. وتقرأ في الليل.

كيفية استخدام الجهاز:

١. قبل الاستعمال يجب أن يلامس الدليل (المؤشر) الزئبق وذلك عن طريق استخدام المغناطيس لتحريكه، وذلك عندما يراد قراءة درجة النهاية العظمى ودرجة النهاية الصغرى، ليوم غد مثلاً.
٢. يوضع الجهاز بوضع أفقي على مستوى الجاذبية عند تحريك المؤشر شكل (٤).
٣. يعلق على الجدار، وعند ارتفاع درجة حرارة الغرفة يتمدد الكحول فيدفع الزئبق مسبباً ارتفاعه في عمود النهاية العظمى ويرفع المؤشر إلى أقصى قيمة يصل إليها .
٤. عند انخفاض درجة الحرارة ينكمش الكحول فينحسر الزئبق في عمود النهاية العظمى ويرتفع



شكل «٤» وضعية الترمومتر قبل بداية الاستخدام

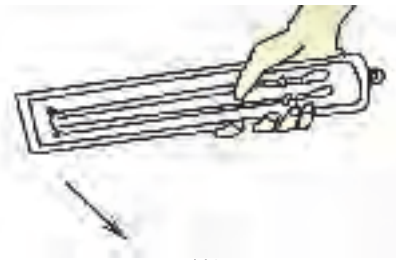
- في عمود النهاية الصغرى حتى يصل إلى أقصى قيمة انحسار يثبت عندها المؤشر.
٥. تؤخذ القراءة اليوم الثاني بتسجيل الدرجة التي وقف عندها مؤشر النهاية العظمى (أعلى درجة حرارة) ، والدرجة التي وقف عندها مؤشر النهاية الصغرى (أدنى درجة حرارة).

كيفية القراءة الصحيحة للترمومتر:

من أجل القراءة بسهولة يجب أن تؤخذ القراءة بوضع زاوية قائمة حسب ما هو موضح في شكل (١) صفحة (131) .

كيفية ضبطه:

أنبوبة الزئبق سميكة بحيث تكون عرضة لتقطع الزئبق، أو اختلاط الزئبق بالكحول، ويمكن تثبيته عن طريق تحريك الجهاز إلى الأسفل والأعلى (خاصية الطرد المركزي) حسب ما هو موضح في شكل (٥) مرتين أو ثلاث مرات حتى يرجع الزئبق إلى الوضع الطبيعي المتصل .



شكل «٥»

كيفية صيانتة:

١. يجب أن يعلق في مكان بعيد عن وجود الأجسام المعدنية حتى لا يكون عرضه للكسر.
٢. يجب الاحتراس عند تقريب المغناطيس نحو الترمومتر حتى لا يقع عليه أو يقرب منه بمقدار كبير فيكون عرضه للكسر.
٣. إبعاده عن الأماكن الخاصة باللهب حتى لا يؤثر في قراءته، وكذا حتى لا ينكسر نظراً لرقّة الزجاج المصنوع منه.

١٩- الترموسكوب (الكشاف الحراري) (Thermoscope) :

التعريف:

هو جهاز يستخدم في الكشف عن الإشعاع الحراري .

التركيب:

١. عبارة عن أنبوبة على شكل حرف " ل "، ينتهي فيه الطرف العلوي بانتفاخ صغير وتنتهي الثنية السفلى بانتفاخ كروي .
٢. يوجد داخل الترموسكوب مادة الإيثير، التي تتأثر بسرعة من مصدر الإشعاع (كالحرارة مثلاً).
٣. يطلى الانتفاخ السفلي للترموسكوب باللون الأسود الخافت (مادة السخام أو الصدأ) لامتصاص الإشعاع الحراري.
٤. ينصب الترموسكوب على حامل متعامد مع قاعدة خشبية .

طريقة عمله:

١. يعرض الانتفاخ السفلي لمصدر إشعاع حراري .
٢. يمتص اللون الأسود معظم موجات الإشعاع الحراري الساقطة عليه فيسخن الإيثير ويتمدد ويرتفع إلى أعلى نحو الانتفاخ العلوي.
٣. يكون مقدار ارتفاع الإيثير دالاً على شدة الإشعاع (شدة الحرارة) (عدد الموجات الساقطة على وحدة المساحة).
٤. إذا كنا نريد إعادة الإيثير إلى وضعه الأول نبعد الانتفاخ السفلي عن مصدر الإشعاع وبالتالي فان الإيثير يعود تدريجياً للانخفاض في درجة الحرارة.

تطبيق عملي على استخدام الترموسكوب:

خلفية نظرية :

- يعد الجسم الأسود أكثر الأجسام امتصاصاً للإشعاع الحراري وفي نفس الوقت أكثر بعثاً للإشعاع من بقية الأجسام البيضاء أو الملونة .
- مثال للامتصاص: (تمدد الإيثير كما سبق عند سقوط الإشعاع الحراري على الانتفاخ مباشرة).
- مثال للانبعاث: (تقريب جسم أسود ساخن من الكشاف الحراري) .

أدوات التجربة:

١. مكعب لزلي (Leslie Cube).
٢. ترموسكوب (كشاف حراري) عدد (٢).
٣. ماء ساخن.

مكعب لزلي:

عبارة عن إناء معدني مكعب الشكل تختلف طبيعة كل سطحين متقابلين فيه : كما في الشكل (٢) حيث:

- السطح الأسود اللون يقابل السطح الأبيض اللون.
- السطح المصقول يقابل السطح الخافت اللون.

طريقة العمل:

١. ضع ترموسكوبين (كشافين حراريين) متشابهين على بعدين متساويين من وجهي المكعب كما في الشكل (٢).
٢. املأ المكعب بماء ساخن.



شكل «٢» يبين أهمية مكعب لزلي في التجربة

المشاهدة:

١. ستلاحظ أن الكشاف الحراري المواجه للسطح الأسود يشير إلى ارتفاع أكبر لعمود الإيثير ، دلالة على أن السطح الأسود أكثر بعتاً للإشعاع الحراري من السطح الأبيض.
٢. بالمثل إذا وضعت الكشافين، أحدهما مقابل للسطح الخافت، والآخر مقابل السطح المصقول، ستلاحظ أن عمود الإيثير في الكشاف المقابل للسطح الخافت ارتفع أكثر من عمود الإيثير في الكشاف المقابل للسطح المصقول.

كيفية صيانتة:

١. يحفظ في مكان بعيد عن أي لهب أو مصدر حراري مباشر.
٢. يجب أن يكون وضع الثرموسكوب (الكشاف الحراري) رأسياً، ويحفظ في أماكن الزجاجيات.
٣. يوضع على حامل من الخشب أو حامل من الحديد دون تعريضه لأي ضغط.

٢٠- كشاف جيجر (Geiger scaler) :

خلفية نظرية : لماذا كشاف جيجر ؟

في عام 1896م وبعد سلسلة من التجارب العملية توصل العالم الفرنسي (هنري بيكريل) إلى أن هناك إشعاعات تنبعث من اليورانيوم لها القدرة على تأيين الغازات، فإذا كانت تلك الغازات مشحونة فتعمل الأيونات المتولدة على انتقال الشحنات، وقد أطلق بيكريل على هذه الخاصية اسم النشاط الإشعاعي، وبعد ذلك تم التوصل إلى عناصر أخرى لها نشاط إشعاعي مثل البلوتونيوم، الراديوم، والرادون والثوريوم، والنتونيوم.

ويحدث النشاط الإشعاعي لأي عنصر مشع عندما تتحول نواته تلقائياً إلى نواة ذرة عنصر آخر ويصاحب ذلك انبعاث جسيمات ألفا أو جسيمات بيتا ، ويرافقهما معاً انبعاث فوتونات أشعة جاما . وقد بنيت فكرة عمله على أنه عند مرور الإشعاعات المؤينة (α ، β ، δ) ذات الطاقة العالية خلال وسط مادي مثل الغازات فإنه ينتج عنه تأين الكثير من ذرات الغاز ما يسبب وجود عدد كبير من الإلكترونات والأيونات الموجبة ، ويبين الشكل رقم (١) الصورة العامة لكشاف جيجر .

× أنواع الإشعاعات المنبعثة وقدرتها على اختراق الأجسام :

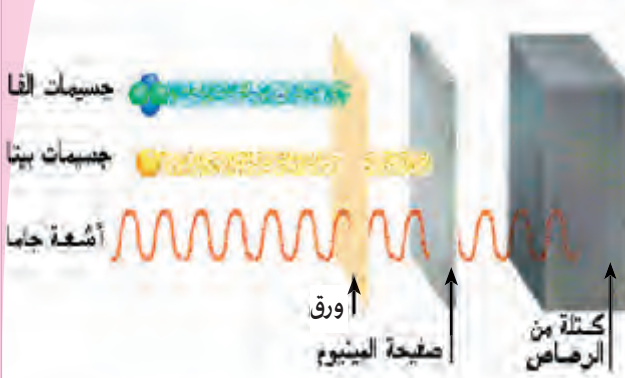
يبين الشكل رقم (٢) أنواع الإشعاعات المنبعثة من المصادر المشعة وقدرتها على الاختراق وهي كما يلي :



شكل «١» كشاف (عداد) جيجر

● جسيمات ألفا (α) :

- ١- أشعة ألفا (α) عبارة عن نواة هيلوم He^{++} .
 - ٢- كتلتها تساوي كتلة ذرة الهيليوم .
 - ٣- شحنتها موجبة $2+$.
 - ٤- طاقتها عالية لأنها جسيم .
 - ٥- قدرتها على تأيين الوسط عالية (لأنها جسيم ولها شحنتين) .
 - ٦- قدرتها على الاختراق ضعيفة جداً (لا تخترق الورقة العادية) .
- جسيمات بيتا (β) :



شكل «٢» يوضح قدرة الأشعاعات (ألفا ، بيتا ، جاما) على اختراق الأجسام

- ١- أشعة بيتا (β) عبارة عن إلكترون سالب e^- .
- ٢- كتلتها تساوي كتلة الإلكترون .
- ٣- شحنتها تساوي شحنة الإلكترون .
- ٤- طاقتها عالية .
- ٥- قدرتها على تأيين الوسط عالية (أقل من α) .
- ٦- قدرتها على الاختراق كبيرة (أكبر من α) .

● جسيمات جاما (γ) :

- ١- أشعة جاما (γ) عبارة عن فوتون (موجة كهرومغناطيسية) .
- ٢- كتلتها تساوي صفر عندما سرعتها تساوي صفر .
- ٣- شحنتها تساوي صفر .
- ٤- طاقتها عالية جداً (أكبر من طاقتي α و β) .
- ٥- قدرتها على تأيين الوسط ضعيفة (مقارنة بـ α و β) .
- ٦- قدرتها على الاختراق عالية جداً (مقارنة بـ α و β) .

أي يمكننا الاستدلال على نواتج الإشعاع عن طريق الكشف عن الشحنة الناتجة أو تسجيلها أو قياسها . وكون هذه الإشعاعات لها طاقة عالية، فقد تم اكتشاف أنها تعمل على تأيين كثير من ذرات الغازات التي تمر خلالها ، وينتج عن هذا التأيين وجود (شحنات كهربائية) الإلكترونات وأيونات موجبة فإذا أمكن قياس الشحنة الناتجة عن التأين أمكن من خلالها الاستدلال على وجود تلك الإشعاعات المؤينة وعلى أساس هذه الفكرة بنيت الكثير من الكواشف ومنها كشاف أو عداد جيغر .

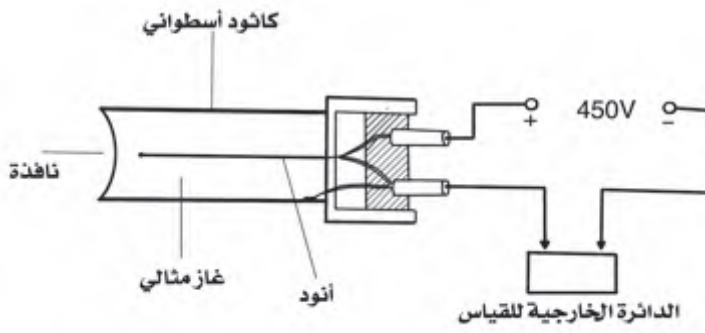
ملحوظة : يتم وضع بخار الكحول في عداد جيغر وذلك لامتصاص الفوتونات الزائدة التي تتولد نتيجة إثارة ذرات الغاز ، وهذا يعمل على منع تولد الإلكترونات ثانوية فلا يسجل العداد إلا النبضات الناتجة عن التأين بتأثير الإشعاع فقط .

الغرض منه :

الكشف عن النشاط الإشعاعي للعناصر المشعة وقياس كمية الإشعاع والتمييز بين الأنواع المختلفة للإشعاعات المنبعثة .

التركيب :

يتركب كشاف جيغر كما في الشكل (٣) من أسطوانة معدنية مقفلة من الجانبين ويوجد بأحد وجهيها فتحة على شكل طبقة رقيقة من الميكا تسمح بدخول الأشعة المنبعثة من المادة المشعة ، وتتملأ



شكل «٢» مخطط يبين تركيب كشاف جيجر

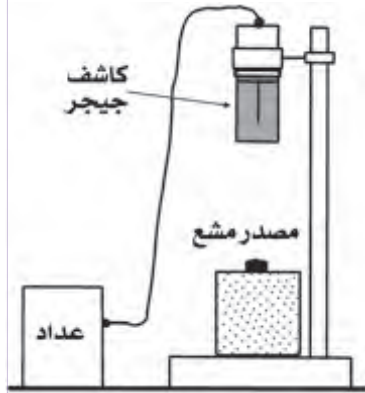
الأسطوانة بواسطة غاز خامل مثل الأرجون مع قليل من بخار الكحول تحت ضغط منخفض (عدة سنتيمترات من الزئبق)، يوجد في وسط الأنبوبة المعدنية سلك معدني دقيق يبلغ قطره من 0.075 إلى 0.25 مم معزول عن جدران الأنبوبة عزلاً جيداً، حيث

يتصل بقطب موجب لبطارية يعمل كمصعد (أنود)، بينما يتصل جدار الأنبوبة بالقطب السالب للبطارية ويعمل كمهبط (كاثود)، وتوجد في الدائرة الخارجية مقاومة وعداد لتسجيل النبضات الكهربائية.

عرض عملي :

أولاً : قياس النشاط الإشعاعي وقياس كميته :

- (١) صل الكشاف بالعداد وبمصدر الجهد الكهربائي كما في الشكل (٤).
- (٢) اترك الأجهزة تعمل لمدة من الزمن (10 دقائق) حتى تتلافى تأثير التسخين أو الحرارة.
- (٣) تأكد من سلامة الأجهزة بواسطة عداد جيجر لكي تقيس تردد المصدر العام للكهرباء بالمعمل (50 ذبذبة في الثانية مثلاً).



شكل «٤» يبين كيفية استخدام كشاف جيجر

- (٤) اضبط مصدر الجهد (مزود القدرة) بحيث يغذي الكشاف بقيمة مساوية لجهد تشغيل الكشاف.
- (٥) سجل عدد الإشعاعات التي تصل الكشاف بدون وجود المصدر المشع الذي يراد قياس كمية إشعاعه أمام الكشاف. وذلك خلال فترة زمنية (4-5 دقائق) عدداً من المرات وذلك لقياس الخلفية الإشعاعية، ثم احسب متوسط عدد النبضات المسجلة بواسطة العداد .
- (٦) ضع المصدر المشع المراد قياس نشاطه الإشعاعي وقياس كمية إشعاعه على بعد مناسب من الكشاف وسجل عدد

- الإشعاعات التي تصله خلال نفس الفترة الزمنية في الخطوة السابقة ثم سجل قراءة العداد.
- (٧) كرر الخطوة السابقة عدة مرات ، ثم احسب متوسط القراءات.
- (٨) أوجد الفرق بين متوسط القراءتين الناتجتين من الخطوة (٥) والخطوة (٧) لتحصل على النشاط الإشعاعي للمصدر خلال الفترة الزمنية المقاسة .
- (٩) أقسم ناتج الفرق بين القراءتين على زمن القياس ، لتحصل على النشاط الإشعاعي للعنصر خلال ثانية واحدة .

ثانياً : التمييز بين الأنواع المختلفة للإشعاع :

- (١) ضع المصدر (إشعاعات ألفا α) فوق القاعدة الخاصة به على بعد معين من الكاشف.
- (٢) سجل قراءة العداد خلال فترة زمنية (4-5 دقائق).
- (٣) ضع لوحاً رقيقاً من الورق بين المصدر المشع والكاشف على أحد الأرفف المخصصة لذلك وسجل قراءة العداد خلال نفس الفترة الزمنية التي قيس في الخطوة السابقة (٤-٥)

دقائق).. لاحظ أن هذا العدد قد قل بنسبة كبيرة عنه في الخطوة (٢) مما يدل على أن معظم إشعاعات ألفا المنبعثة من المصدر المشع قد حُجبت بواسطة لوح الورق ، وذلك يدل على أن قدرة أشعة ألفا على الاختراق خلال المواد ضعيفة .

ملحوظة مهمة جداً :

- يجب أن يكون مصدر ألفا قريب جداً من فوهة الكاشف ثم توضع ورقة بينهما لأن مدى جسيمات (ألفا α) في الهواء هو (6-7 سم.) ، وعادة ما تجرى هذه التجربة في حاوية تفريغ .
- ٤) استبدل مصدر ألفا المشع بمصدر آخر (أشعة بيتا β) ، ضعه على نفس المسافة وسجل عدد أشعة بيتا (قراءة العداد) التي تصل الكاشف بفترة زمنية معينة (4-5 دقائق).
- ٥) ضع لوحاً رقيقاً من الورق بين المصدر والكاشف ، وسجل قراءة العداد ولاحظ أن تأثيره - في تقليل عدد الإشعاعات التي تخترقه - ليس كبيراً مثل تأثيره في حالة إشعاعات ألفا . (استبدل اللوح الورقي بألواح مختلفة السمك من مادة الألمنيوم) ولاحظ أنه كلما زاد السمك قلت الإشعاعات التي تخترقه بنسبة كبيرة. حيث تمتص في ألواح الألمنيوم، من خلال ذلك ستجد أن أشعة بيتا لها قدرة على النفاذية خلال المواد أكبر من تلك التي تتميز بها أشعة ألفا .
- ٦) استبدل مصدر بيتا المشع بمصدر آخر تتبعث منه أشعة جاما ولاحظ عدم فعالية الألمنيوم في امتصاص أشعة جاما . استبدل ألواح الألمنيوم بألواح من الرصاص ذات سماكة مختلفة ولاحظ فعاليتها في تقليل فوتونات إشعاعات جاما النافذة منها .

الاستنتاج :

مما سبق نستنتج أنه باستخدام ألواح من مواد معينة لحجب الإشعاعات ؛ يمكن الاستدلال على نوع هذه الإشعاعات .

الفصل الرابع

معارف ومهارات وتجارب في مختبر الفيزياء

- ❖ إرشادات عامة في عمل التجارب الفيزيائية.
- التجارب الضوئية :
- التجارب الكهربائية :
- التجارب المغناطيسية :
- التجارب الميكانيكية (خواص الأجسام وقياسها) :

نحن نعلم أن الفيزياء هي العلم الأساسي الذي يدرس قوانين الطبيعة. وهو علماً تجريبياً قبل أن يكون علماً نظرياً. أي لا يمكن دراسة مواضيع الفيزياء واستيعابها بشكل كامل بدون تطبيقات تجريبية في المختبرات العلمية، حيث يتم في المختبر التعرف على مجريات الظواهر الفيزيائية، والتحقيق من القوانين التي تخضع لها، والتعرف على الطرق المستخدمة في القياسات المخبرية، بالإضافة إلى تعلم الطرق الصحيحة لاستخدام الأجهزة الفيزيائية المختلفة الموجودة في المختبرات التي تتطلب الدقة والحذر عند التعامل معها. والغرض من أداء التجارب الفيزيائية أن يتأكد الطالب من مصداقية ما يتعلمه في حجرة الصف ويطبقه عملياً، وأن يتعلم الطالب كيف يختار الجهاز الملائم ويضبطه، ويستخدمه في القيام بقياسات دقيقة، مدركاً في نفس الوقت مقدار الخطأ في نتائج التجربة وأسبابه، وأن يتدرب على عرض نتائج التجربة بحيث يمكن الاستفادة منها للحصول على أكبر قدر ممكن من المعلومات.

وسنستعرض في هذا الفصل بعض المهارات والقدرات الضرورية التي على المعلم وأمين المختبر المدرسي أن يتقنها ويعلمها الطلاب (متى ما استدعت الحاجة إليها من خلال المحتوى العلمي لمادة الفيزياء)، وذلك نظراً لأهميتها في عمله، ولأهمية التطبيق العملي بالمختبر، وبالتالي صقل القدرات الفكرية لديه وتمييزها.

إرشادات عامه في عمل التجارب الفيزيائية

كيفية التحضير للتجربة قبل إجرائها:

- 1- دراسة التجربة المقررة ، والتعرف على القوانين الخاصة بها، واستيعاب مفهومها وكتابة ملخص نظري لها .
- 2- تحديد وقت زمني معين لتنفيذ التجربة على أن ينتهي إجراؤها بالكامل ضمن الوقت المخصص لإجراء التجربة .
- 3- تهيئة الجداول البيانية في شرح التجربة ، والتي سوف تسجل عليها نتائج القياس والحساب .
- 4- تهيئة الورق البيانية إذا كانت التجربة تحتاج توضيح بياني .
- 5- إجراء التجربة بصورة منفردة من قبل المعلم بالتعاون مع أمين المختبر ؛ للتأكد من صحة الإجراء ودقة النتائج قبل إجرائها أمام الطلاب ؛ للتخلص من العيوب التي قد تحدث أمامهم ويصعب معالجتها في وقت الحصة .

ما الذي يجب عمله عند إجراء التجربة ؟

- 1- تفقد الأجهزة والمواد المطلوبة، وتأكد من مطابقتها لما هو محدد في التجربة .
- 2- التعرف على تركيب الأجهزة وطريقة عملها .
- 3- ترتيب الأجهزة والأدوات على الطاولة بالطريقة التي تسمح بإجراء التجربة أمام الطلاب بكل سهولة .
- 4- توصيل الدوائر الكهربائية، أو وصل الأجهزة والأدوات، حسب خطوات التجربة، مستعيناً بذلك بالرسم التخطيطي لها .

وبشكل عام يجب مراعاة ما يلي:

- 1- توجيه الانتباه نحو التجارب المراد إجراؤها .
- 2- الحرص على استعمال الأجهزة والأدوات بشكل دقيق .
- 3- إجراء التجربة في الوقت الزمني المحدد لها .
- 4- المحافظة على نظافة الطاولة والأرضية والتأكد من جفافها .

عند إجراء القياسات المخبرية:

- 1- إجراء القياسات بأقصى دقة ممكنة وبعبارة تامة تضمن الحصول على نتائج جيدة .
- 2- تكرار أخذ القياسات لعدة مرات للتأكد من صحتها، وأخذ القيمة المتوسطة لها .
- 3- إذا كانت التجربة تحوي مقداراً اختيارياً فتجرى القياسات عدة مرات، مع مراعاة تغير قيمة هذا المقدار في كل مرة وذلك بسبب الوقت المتاح .
- 4- إذا أجريت التجربة أكثر من مرة فنعمل على إنجاز الحسابات لكل إجراء فور الانتهاء منه .
- 5- تأكد من تطابق نتائج التجارب المتكررة. وعند عدم تطابق إحدى النتائج نبحث عن السبب في الإجراء التجريبي .

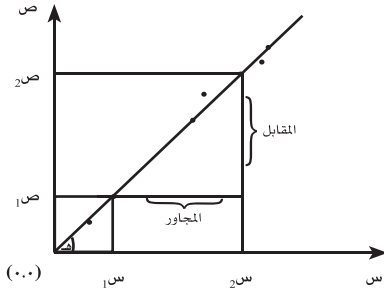
إرشادات عامة في كيفية عمل التمثيل البياني لنتائج القياس:

كيفية عمل التمثيل البياني لنتائج القياس:

- 1- رتب نتائج القياس في الجدول المناسب .
- 2- اختر مقياس رسم مناسباً لكل من المحورين الأفقي والعمودي (الرأسي) .
- 3- عين النقاط على ورقة الرسم البياني نقطة نقطة .
- 4- إذا كانت العلاقة بين المتغيرين الممثلين على المحورين (س، ص) هي علاقة خطية ، فيمكن

بواسطة مسطرة شفافة رسم خط مستقيم بحيث يمر بأكثر عدد ممكن من النقاط ، ويتوسط بقية النقاط الأخرى كما في الشكل (١) .

احسب الميل بتحديد نقطتين على المستقيم، وأخذ مساقطهما على كل من المحور الأفقي (س) والمحور الرأسى (ص) حيث إن :



شكل (١) يبين كيفية عمل التمثيل البياني

الميل (Slope) = $\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$ وبالتالى نجد من الشكل أن:

الميل = $\frac{\text{فارق الصادات}}{\text{فارق السينات}}$ (بصورة لفظية)

$$\text{الميل (Slope)} = \frac{ص_2 - ص_1}{س_2 - س_1} \leftarrow \text{ظا هـ}$$

وبالتالى نجد أن هذا القانون يستخدم لحساب الميل الهندسي للخط المستقيم من الرسم . ويستحسن أخذ الميل بين نقطتين متباعدتين على المستقيم ؛ لأن ذلك يؤدي إلى تقليل الخطأ في القياس البياني، (لأن ميل الخط المستقيم يكون دائماً معبراً عن ثابت العلاقة بين متغيرين مختلفين) كالحرارة والضغط ، أو القوة ومساحة المقطع ، أو الفعل ورد الفعل ، ... إلخ . وهو يعتبر معامل ذلك التغير (معامل التمدد، معامل الاحتكاك، معامل الاستطالة، ... إلخ).

كيفية تحضير التقرير المخبري:

التقرير هو عبارة عن ملخص لمراحل إجراء التجربة ، ولهذا يفضل أن يشتمل التقرير النهائي للتجربة على ما يلي :

- ١- عنوان التجربة وتسلسلها واليوم والتاريخ .
- ٢- الهدف من التجربة .
- ٣- لمحة موجزة عن الأساس النظري للتجربة .
- ٤- طريقة العمل مع وضع القوانين المستخدمة في الحسابات ورسم الدوائر الكهربائية كاملة وكتابة البيانات على أجزائها إن وجدت .
- ٥- النتائج التجريبية يجب أن تكون واضحة، وموضوعة في جدول مناسب ، مع وضع الوحدات المناسبة في كل عمود من الجدول .
- ٦- الحسابات يجب أن تظهر في التقرير، أو إظهار نموذج من هذه الحسابات .
- ٧- التمثيل البياني يجب أن يتم على ورقة رسم بياني مع كتابة اسم المتغير ووحدته على كل محور .
- ٨- النتائج النهائية يجب إظهارها كقيمة مرفقة بالوحدات المناسبة مع بيان الأخطاء المرتكبة .

❖ ما الذي يجب عمله قبل مغادرة المختبر ؟:

- ١- فصل مصادر الكهرباء أو الحرارة المتعلقة بالتجربة .
- ٢- تنظيف أجهزة وأدوات التجربة .
- ٣- التأكد من سلامة الأجهزة .
- ٤- ترتيب أجهزة وأدوات التجربة بشكل ملائم
- ٥- التأكد من نظافة وجفاف الطاولة والأرضية .
- ٦- تسليم الأدوات والأجهزة إلى من يقوم بالحفاظ عليها .

❖ الأخطاء العملية المتوقعة في تجارب الفيزياء:

إن المقادير الفيزيائية تقاس بالطريقة الحسابية أو بالطريقة البيانية ، وتعتمد هاتان الطريقتان على دقة المجرب ودقة التقنيات التي يستخدمها ، وإذا حدثت أخطاء يكون ذلك ناجماً عن الحسابات

أو عن استخدام الأجهزة بصورة خاطئة أو عن أجهزة قد طرأ عليها أثناء القياس عطل ما . وبصورة عامة تحدث الأخطاء من حسابات المجرب غير الدقيقة ، أو منها ومن الأجهزة في آن واحد .

❖ الطرق المستخدمة في القياس:

- إما أن تكون الطريقة حسابية، أو أن تكون الطريقة بيانية.
- الطريقة الحسابية تنقسم إلى:
 - ١- طريقة القياس المباشر ، عن طريق أخذ قراءة واحدة وتطبيقها في القانون .
 - ٢- طريقة القياس غير المباشر ، عن طريق أخذ قراءات متعددة وتمثيلها بيانياً بحيث نحصل على علاقة بيانية مطابقة للعلاقة الرياضية التي تمثل القانون .

❖ أخطاء القياس :

يمكن تصنيف الأخطاء أثناء القياس التجريبي إلى:

- ١- متكررة .
- ٢- فجائية .
- ٣- مطلقة .
- ٤- نسبية .

❖ الأخطاء المتكررة :

هي الأخطاء التي تتكرر بانتظام في جميع التجارب، مثل : التدرج، أو ضبط الجهاز، فتكون بعيدة عن الصحة.

• الأخطاء الفجائية:

هي الأخطاء التي لا تتكرر بانتظام والناشئة عن أسباب مستقلة تؤثر بشكل مختلف عن كل قياس. وهذه الأخطاء لا يمكن تقديرها ولا تجنبها ، ولكن من الممكن التقليل منها ، وتتوقف على عدم الدقة في صنع أجهزة القياس، أو عن عدم كفاية الحواس المستعملة في القياس ، ومن تأثير الظروف الخارجية المتغيرة، مثل : اهتزاز الجهاز، تغير درجة الحرارة، الضغط، إهمال المشاهدة.

• الأخطاء المطلقة:

بعد إزالة الأخطاء المتكررة التي يمكن كشفها يبقى هناك أخطاء مترسبة ، منها متكرر ، ومنها مفاجئ. فيجب القيام بعدد من القياسات، ورسم منحني للنتائج فنحصل على قيمة وسطى تكون قريبة من القيمة الحقيقية ، ومع ذلك فهذه النتيجة الوسطى تكون مرتبطة بخطأ مجهول، وبالتالي يجب البحث عن هذا الخطأ ، وذلك بعد أن نكرر عملية القياس عدة مرات فنوجد للمقدار الخطأ (المقاس) عدة قيم محصورة بين قيمة عظمى وقيمة صغرى، ويمكن أن نقول أن قيمة المقدار المقاس محصورة بين القيمتين العظمى والصغرى.

• الخطأ المطلق:

هو القيمة المطلقة للفرق بين القيمة العظمى والقيمة الصغرى للمقدار المقاس وبين القيمة المتوسطة له نتيجة لتكرار التجربة عدة مرات.

• الخطأ النسبي:

هو عبارة عن نسبة الخطأ المطلق إلى متوسط القيمة المقاسة ، أما دقة القياس فتتميز بصغر الخطأ النسبي فكلما كان الخطأ النسبي أصغر كان القياس أدق.

❖ يجب الحرص على أن يتوافر لدى الطالب ما يلي:

- ١- كراسة عملي: صفحاتها الفردية مسطرة والزوجية ذات مربعات، معدة للرسوم البيانية.
- ٢- مسطرة شفافة: لرسم المستقيمات في الرسوم البيانية.
- ٣- كراسة إضافية: لتدوين نتائج التجربة عند قياسها.

٤- آلة حاسبة علمية: فيها لوغاريتمات، ومقلوب الأعداد، ومربعاتها .. إلخ. أو جداول رياضية.

❖ كما يجب أن يحرص عند القيام بالتجربة على الاتي:

- ١- أن يفهم الطالب الغرض من التجربة.
- ٢- أن يعرف الطالب جيداً خطوات التجربة.
- ٣- أن يحسن الطالب تنظيم وقت ومكان التجربة.
- ٤- بعد تشغيل الجهاز تدون النتائج أولاً بأول، ثم يفصل الجهاز عن مكوناته أو من مصدر التيار، وإعادته إلى مكانه.

❖ كما يجب أن يتعلم الطالب كيفية كتابة التقرير عن التجربة وفقاً للخطوات التالية:

- ١- العنوان: ويعبر بدقة عن الهدف من التجربة.
- ٢- الشكل: ويتضمن رسماً تخطيطياً لمواد التجربة إن وجدت.
- ٣- خطوات العمل: وتتضمن خطوات العمل الفعلية والاحتياطات التي اتخذها والمشاكل العلمية التي قابلها واستطاع أن يتغلب عليها أو لم يتمكن من التغلب عليها.
- ٤- القياسات: ويستحسن أن تدون على هيئة جداول.
- ٥- الحسابات: وفيها يتم تحويل القياسات إلى نظام الوحدات العلمية الدولية قبل أن يبدأ باستخدام القوانين والمعادلات اللازمة.
- ٦- النتائج: وتتضمن مايلي:
 - أ- القيم ووحدات قياسها.
 - ب- الخطأ في نتائج القياسات السابقة.
 - ج- الشرط الذي أصبح عنده النتيجة ثابتة.

التجارب الضوئية

تتلخص معظم تجارب الضوء في مقررات العلوم والفيزياء في تجارب المرايا والعدسات والمنشور الثلاثي والمطياف الضوئي.

ولنجاح هذه التجارب والحصول منها على نتائج دقيقة يجب مراعاة مايلي:

- 1- توافر أدوات التجارب الضوئية بحالة سليمة، سواء كانت الأجهزة المستخدمة في تنفيذ التجارب الضوئية، مثل : المطياف الضوئي أو المرايا والعدسات وكذلك المصادر الضوئية.
- 2- ألا تكون زاوية السقوط صغيرة جداً أو كبيرة جداً لتعيين معامل انكسار الزجاج سواء في تجربة متوازي المستطيلات أو تجربة المنشور الثلاثي.
- 3- يفضل استخدام مرآة مقعرة بعدها البؤري كبير نسبياً (20cm . إلى 30cm .) لتعيين بعدها البؤري بسهولة.
- 4- يفضل استخدام عدسة محدبة بعدها البؤري من (20cm إلى 30cm .) لتعيين بعدها البؤري بسهولة.
- 5- في تجربة فوتومتر جولي لتحقيق قانون التربيع العكسي يجب ألا تقل المسافة (ف1) عن 50cm .
- 6- في تجارب الضوء يراعى أن تكون الغرفة مظلمة لإجراء تطبيقات التجارب الضوئية أو يتطلب ضرورة وجود الستائر المعتمة لإجراء تلك التجارب.
- 7- يراعى في تجارب الضوء أن يعمل المصدر الضوئي بـ 6 - 12 فولت.
- 8- عدم التساهل في إجراء التطبيقات المهارية الصحيحة .

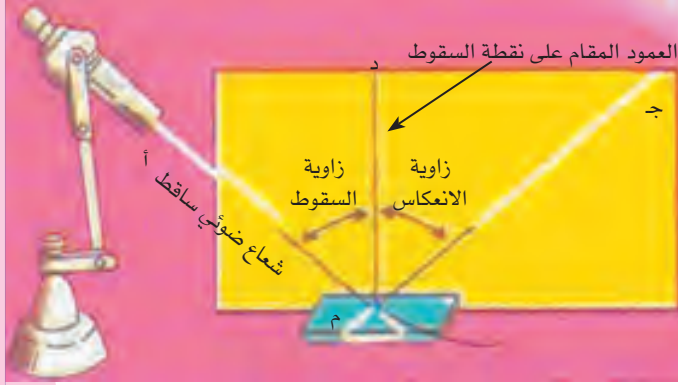
❖ تجربة (٤-١-١) : تحقيق قانوني الانعكاس في الضوء:

الهدف من التجربة: إثبات قانوني الانعكاس في الضوء عملياً .

خلفية نظرية:

يسير الضوء في خطوط مستقيمة، ولهذا فهو يخضع عند انعكاسه عندما يقابل سطحاً عاكساً

لقانونين هما :



شكل (٤-١-١) إسقاط حزمه ضوئية على مرآة مستوية

- 1- زاوية السقوط = زاوية الانعكاس.
- 2- الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح العاكس عند نقطة السقوط تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.

الأدوات المستخدمة:

السبورة المغناطيسية بالإضافة إلى مصدر ضوئي، مرآة مستوية،

ورقة رسم، ورقة مرسوم عليها قطران متعامدان لدائرة، مؤشر على محيطها، تقسيمات "الزوايا".

خطوات التجربة:

- 1- أسقط حزمة ضوئية ضيقة من مصدر ضوئي كما في الشكل (٤-١-١) بحيث يظهر الشعاع (أ) على مستوى الورقة وساقطاً على سطح المرآة في مركز الدائرة، فيظهر الشعاع (م ج) المرتد عن سطح المرآة المنعكس.
- 2- قس زاوية السقوط (أ م د) وزاوية الانعكاس (ج م د) ستجدهما متساويتين.
- 3- غير زاوية السقوط. وفي كل مرة قس زاوية الانعكاس ستلاحظ أن:

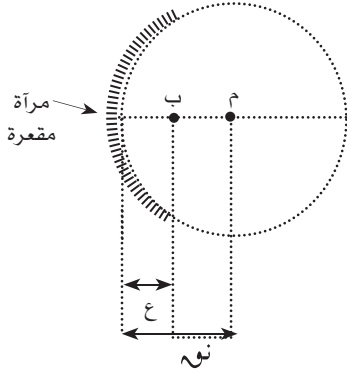
زاوية السقوط = زاوية الانعكاس، وهذا هو القانون الأول.

لاحظ أن الشعاع الساقط (ا م) والشعاع المنعكس (م ج) وعمود الانعكاس (م د) تجدها واقعة جميعاً في مستوى واحد هو مستوى الورقة عمودي على السطح العاكس (سطح المرآة). وهذا هو القانون الثاني.

❖ تجربة (٢-١-٤) : تعيين البعد البؤري لمرآة مقعرة:

الهدف من التجربة: تعيين البعد البؤري لمرآة مقعرة.

• خلفية نظرية:



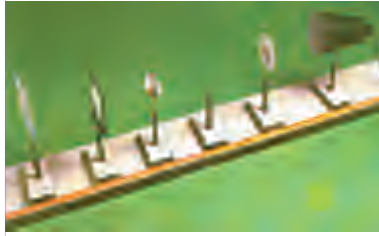
شكل (٢-١-٤) يوضح صيغه القانون

هناك أنواع من المرايا ، مثل : المرايا المستوية والمقعرة والمحدبة. والمرايا المقعرة هي جزء من كرة ولها بؤرة تتجمع عندها الأشعة الضوئية، وتقع البؤرة في منتصف المسافة بين مركز تكور المرآة وقطبها كما في الشكل (٢-١-٤) ويكون :

نق = ضعف البعد البؤري = ٢ ع .

حيث نق = نصف قطر تكور المرآة، ع = البعد البؤري لها.

الأدوات المستخدمة :



شكل (٣-١-٤) الجسر الضوئي

مرآة مقعرة، حائل "ورقة بيضاء" مصدر ضوئي "شمعة"، مسطرة، حامل، مع مراعاة أن حوامل كل من المرآة والحائل والمصدر الضوئي على استقامة واحدة (الجسر الضوئي)، والجسر الضوئي أو البنش الضوئي هو عبارة عن قاعدة خشبية توضع عليه كل من الحامل موضوعة عليه المرآة أو العدسة المراد إجراء الدراسة عليها ، وكذلك المصدر الضوئي والحائل كما في الشكل (٣-١-٤).

خطوات التجربة :

١- ضع المرآة على الحامل، ثم أسقط حزمة ضوئية ضيقة متوازية (من مصدر ضوئي ، مثل : الشمس أو الشمعة، بحيث يكون بعيداً عن المرآة، وبحيث تكون الأشعة موازية للمحور الأصلي) على المرآة المقعرة كما في الشكل (٤-١-٤).



شكل (٤-١-٤) اسقاط اشعة شمسية متوازية

٢- غير موقع الحائل حتى تحصل على أصغر وأوضح صورة (شديدة الوضوح).

٣- قس البعد بين قطب المرآة والحائل ، فيكون هذا البعد البؤري.

• طريقة أخرى لتحديد البعد البؤري (الأدوات المستخدمة في التجربة السابقة) :

١- ضع المرآة على الحامل، ثم أسقط عليها الأشعة الضوئية من المصدر الضوئي "الشمعة".

٢- استقبل الأشعة على الحائل.

٣- حرك الحائل ومصدر الضوء (الشمعة) معاً حتى تحصل على أوضح صورة، مع مراعاة أن يكون الحائل بجانب المصدر الضوئي وليس أمامه، حتى لا يحجب الأشعة الساقطة عليه من المرآة، بحيث يكونان (المصدر والحائل) على بعد متساوٍ من المرآة أثناء التحريك.

٤- عند الحصول على أوضح صورة للجسم بحيث يكون طول الجسم = طول الصورة، وبعد الجسم = بعد الصورة، الجسم واقع في مركز تكور المرآة، قس المسافة بين (ق م) = نق.

- ٥- طبق العلاقة: نصف قطر التكور $\times 2 =$ البعد البؤري .
 أي أننا نقسم المسافة (نق/٢) فنحصل على البعد البؤري للمرآة.
 ٦- احسب قوة المرآة بقسمة ١٠٠ / ع .

النتائج :

$$\begin{aligned} &= \text{نصف قطر التكور (نق)} \\ &= \text{البعد البؤري للمرآة (ع)} \\ &= \frac{1}{\text{ع}} = \text{قوة المرآة} \end{aligned}$$

ملحوظة:

احسب (ع) البعد البؤري، كما في الرسم (٤-١-٢) ، لتكون الحسابات دقيقة، بسبب تحدب سطح المرآة.

❖ حالات الصور المتكونة في المرآة المقعرة والمحدبة:

- تجربة (٤-١-٣) : دراسة حالات تكون الصور بواسطة المرايا الكروية وخواصها (تحقيق القانون العام للمرايا) :

أهداف التجربة:

- ١- تحديد خواص الصور المتكونة بواسطة المرايا الكروية.

$$2- \text{تحقيق القانون العام للمرايا} \cdot \frac{1}{\text{ع}} + \frac{1}{\text{س}} = \frac{1}{\text{ص}}$$

خلفية نظرية:

تستخدم المرايا الكروية (مقعرة أو محدبة) في كثير من الأجهزة الكهربائية، لغرض تكوين صور للأجسام أو تجميع أشعة ضوئية، وتتوقف نوع الصور المتكونة ومكانها وحجمها على البعد البؤري للمرايا وعلى المسافة التي تفصل بين الجسم المراد تكوين صورة له وقطب المرآة. وتعتمد المرايا الكروية في عملها على خاصية انعكاس الضوء.

الأدوات المستخدمة:

- مصدر ضوئي (لمبة) أو شمعة مشتعلة - مرآة لامة (مقعرة) - مسطرة - حائل .

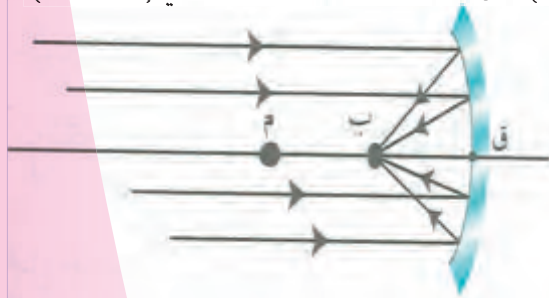
خطوات العمل:

في بداية التجربة لابد من معرفة البعد البؤري للمرآة المستخدمة وذلك من خلال قراءة قيمة البعد البؤري المكتوب على الغلاف الموجود بداخله المرآة، ومن ثم استخراج نصف قطر تكور المرآة من خلال العلاقة $\text{نق} = 2 \times \text{البعد البؤري}$ ، أما إذا لم يكن البعد البؤري معروفاً فيمكن تعيينه عملياً، كما ذكر سابقاً .

أولاً: دراسة حالات تكون الصور في المرايا الكروية:

الحالة الأولى:

- ١- ضع الجسم مصدر الضوء (لمبة أو شمعة مشتعلة) على مسافة بعيدة جداً عن المرآة في (ما لا نهاية).
- ٢- أحضر الحامل وحركه حتى تحصل على أوضح صورة ممكنة للجسم ، وتكون مواصفاتها كما في الشكل (٤-١-٥) :
- أ - الصورة في البؤرة (صورة فتيل الللمبة، أو لهب الشمعة في البؤرة) .
- ب - مقلوبة .
- ج - حقيقية .



شكل (٤-١-٥)

د - مصغرة جداً .

الحالة الثانية :

١- ضع الجسم على بعد أكبر من نصف قطر تكور المرآة.

٢- حرك الحائل حتى تحصل على أوضح صورة وتكون مواصفاتها كما في الشكل (٦-١-٤) :

أ- بين البؤرة ومركز التكور .

ب- مقلوبة .

ج- حقيقية .

د- مصغرة .

الحالة الثالثة :

١- استمر في تحريك الجسم نحو المرآة

حتى يكون موقعه في مركز التكور .

٢- حاول أن تحرك الحائل حتى تحصل

على أوضح صورة وتكون مواصفاتها

كما في الشكل (٧-١-٤) :

أ- الصورة عند مركز التكور .

ب- مقلوبة .

ج- حقيقية .

د- مساوية لطول الجسم .

الحالة الرابعة :

استمر بتحريك الجسم (الشمعة) نحو

المرآة أكثر حتى يكون موقعها ما بين البؤرة

ومركز التكور، وتكون مواصفاتها كما في

الشكل (٨-١-٤) :

أ- الصورة تكون في أبعد

مسافة من مركز التكور .

ب- مقلوبة .

ج- حقيقية .

د- مكبرة

الحالة الخامسة :

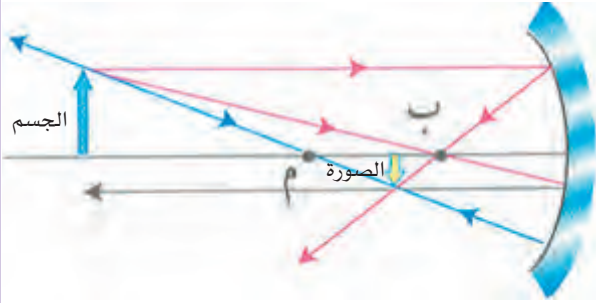
استمر في تحريك الجسم نحو المرآة

حتى يصبح الجسم في البؤرة، وتكون

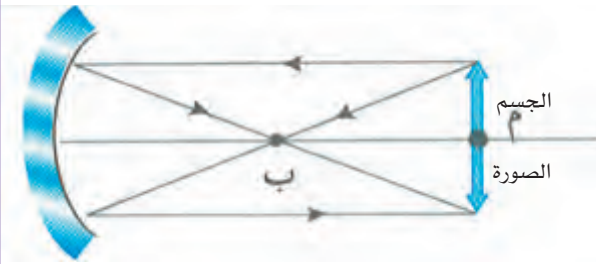
مواصفات الصورة لا نهاية لها في الكبر،

وعلى بعد لا نهائي من المرآة، وتكون حقيقية

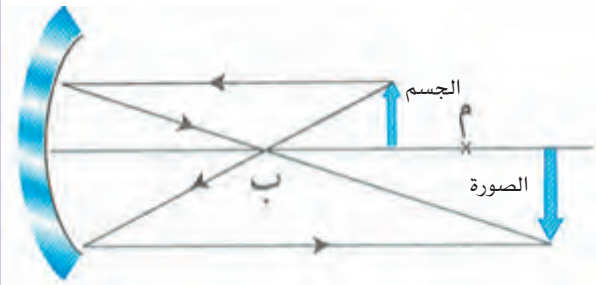
كما في الشكل (٩-١-٤) .



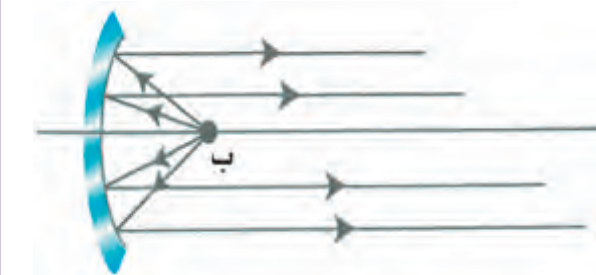
شكل (٦-١-٤)



شكل (٧-١-٤)



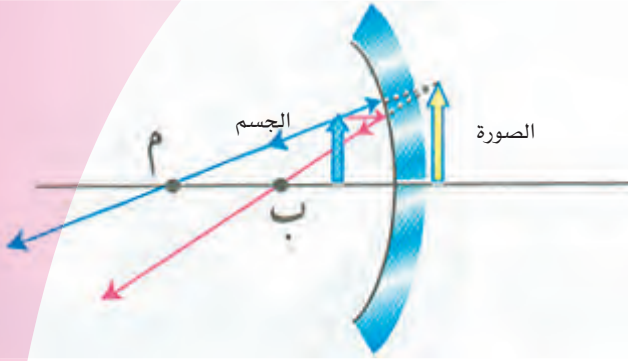
شكل (٨-١-٤)



شكل (٩-١-٤)

الحالة السادسة:

استمر في تحريك الجسم نحو المرآة حتى يصبح بين البؤرة وقطب المرآة، وتكون مواصفات الصورة كما في الشكل (١٠-٤) :

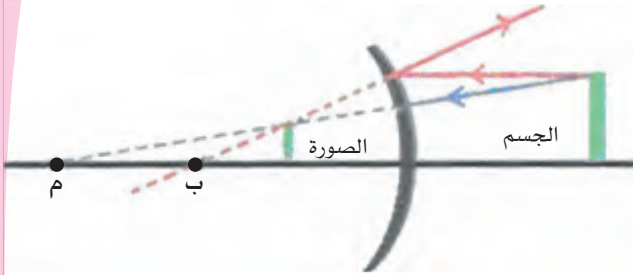


شكل (١٠-٤)

- أ- الصورة خلف المرآة.
- ب- معتدلة .
- ج- تقديرية .
- د- أكبر من الجسم .

المرآة المحدبة (المضرفة) :

تكوّن المرآة المحدبة نوعاً واحداً من الصور لأنها تفرق الأشعة المتوازية الساقطة عليها عكس المرآة اللامعة، لذلك لا يمكن الحصول بواسطتها على صور حقيقية مطلقاً، وتكون صفات الصورة كما في الشكل (١١-٤) :



شكل (١١-٤)

- أ- الصورة خلف المرآة بين القطب والبؤرة الوهمية.
- ب- وهمية (تقديرية).
- ج- معتدلة.
- د- أصغر من الجسم.

ثانياً: تحقيق القانون العام للمرايا:

١- طبق الخطوات السابقة، ولكن هذه المرة قس بعد الشمعة (بعد الجسم) عن قطب المرآة ونرمز له بالرمز (س)، وبعد الحائل عن قطب المرآة (بعد الصورة) ولنرمز له بالرمز (ص).

٢- طبق العلاقة $\frac{1}{ص} + \frac{1}{س} = \frac{1}{ع}$ ومنها أوجد قيمة البعد البؤري (ع) .

٣- كرر الخطوات عدة مرات بتغيير قيمة (س) وفي كل مرة عين (س)، (ص) ودون قيمهما في جدول النتائج .

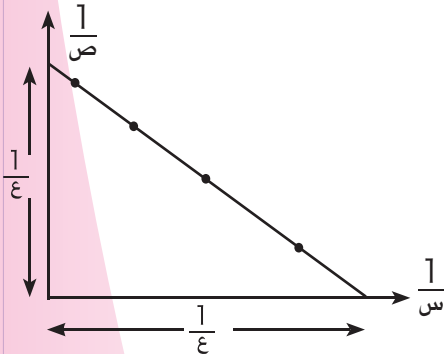
٤- ارسم علاقة بيانية بين $\frac{1}{س}$ ممثلاً بالمحور الأفقي، $\frac{1}{ص}$ ممثلاً بالمحور الرأسي كما في الشكل (١٢-٤)، ستحصل على خط مستقيم يقطع المحورين عند نقطتين تبعدان بنفس المقدار

عن نقطة الأصل، وهذا المقدار يساوي مقلوب البعد البؤري $\frac{1}{ع}$

ومنها يمكن إيجاد قيمة (ع).

٥- أحسب قوة المرآة باستخدام العلاقة التالية :

$$\text{قوة المرآة} = \frac{1}{ع}$$



شكل (١٢-٤) مقلوب البعد البؤري

النتائج :

رقم الحالة	بعد الجسم س	بعد الصورة ص	$\frac{1}{س} + \frac{1}{ص}$	$\frac{1}{ع}$	صفات الصورة	مقلوبة	معتدلة	حقيقية	وهمية	مكبرة	مصغرة
١											
٢											
٣											
٤											

البعد البؤري للمرآة المقعرة =
قوة المرآة =

الاستنتاج :

من خلال النتائج نجد أن:

١- قيمة المقدار $(\frac{1}{س} + \frac{1}{ص})$ = قيمة المقدار $\frac{1}{ع}$ وهذا يحقق القانون العام للمرايا $\frac{1}{ع} = \frac{1}{ص} + \frac{1}{س}$

٢- صفات الصورة تختلف باختلاف بعد الشمعة (بعد الجسم) عن مركز المرآة.

❖ حالات الصور المتكونة في العدسة المحدبة والمقعرة:

تجربة (٤-١-٤) : دراسة حالات تكون الصور بواسطة العدسة اللامة وخواصها (تحقيق القانون العام للعدسات) :

أهداف التجربة:

- تحديد خواص الصور المتكونة بواسطة العدسات.

- تحقيق القانون العام للعدسات $\frac{1}{ع} = \frac{1}{ص} + \frac{1}{س}$

خلفية نظرية:

تستخدم العدسات اللامة (المحدبة) في كثير من الأجهزة البصرية المستخدمة، ويتوقف نوع وحجم ومكان الصور المتكونة من العدسات على البعد البؤري للعدسة والمسافة التي تفصل بين وجود الجسم المراد تكوين صورة له والمركز البصري، وتعتمد العدسات في عملها على خاصية انكسار الضوء. كما تعتمد قوة العدسة على البعد البؤري لها، فكلما قل البعد البؤري زادت قوة العدسة.

الأدوات المستخدمة:

جسم "شمعة مضيئة"، عدسة محدبة (لامة) ذات بعد بؤري مناسب ، مسطرة، حامل ، ورقة مقوى بيضاء.

خطوات العمل:

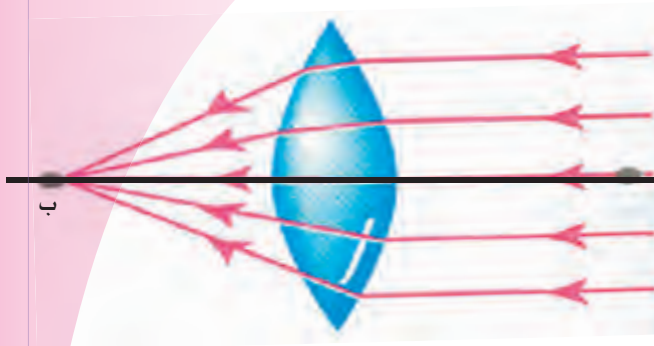
في بداية التجربة لابد من معرفة البعد البؤري للعدسة اللامة المستخدمة، وذلك من خلال قراءة قيمة البعد البؤري المكتوب على الغلاف الموجود بداخله تلك العدسة، أو نعين بعدها البؤري عملياً كما سبق ذكره (عند تعيين البعد البؤري للمرآة المقعرة) في حالة عدم حصولنا على قيمة بعدها البؤري .

أولاً: دراسة حالات تكون الصور في العدسة اللامة:

الحالة الأولى:

١- ضع الجسم (الشمعة المشتعلة) على مسافة بعيدة جداً من العدسة، بحيث تكون الأشعة الساقطة موازية للمحور الأصلي.

٢- أحضر الحائل وحركه حتى تحصل على أوضح صورة ممكنة للجسم وتكون مواصفاتها كما في الشكل (٤-١-١٣):



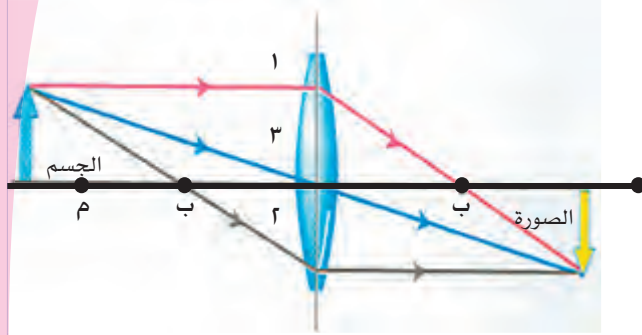
شكل (١٣-١-٤)

- أ - الصورة في البؤرة.
- ب- مقلوبة.
- ج- حقيقية.
- د- أصغر ما يمكن.

الحالة الثانية:

١- ضع الجسم على بعد أكبر من نصف قطر التكور .

٢- حرك الحائل حتى تحصل على أوضح صورة وتكون مواصفاتها كما في الشكل (١٤-١-٤) :



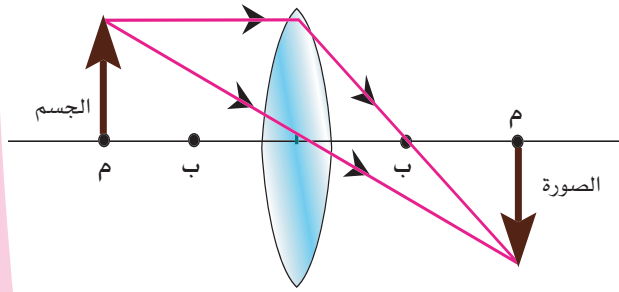
شكل (١٤-١-٤)

- أ- بين البؤرة ومركز التكور.
- ب- مقلوبة.
- ج- حقيقية.
- د- مصغرة .

الحالة الثالثة:

١- استمر في تحريك الجسم نحو العدسة حتى يكون موقعه في مركز التكور.

٢- حاول أن تحرك الحائل حتى تحصل على أوضح صورة وتكون مواصفاتها كما في الشكل (١٥-١-٤) :

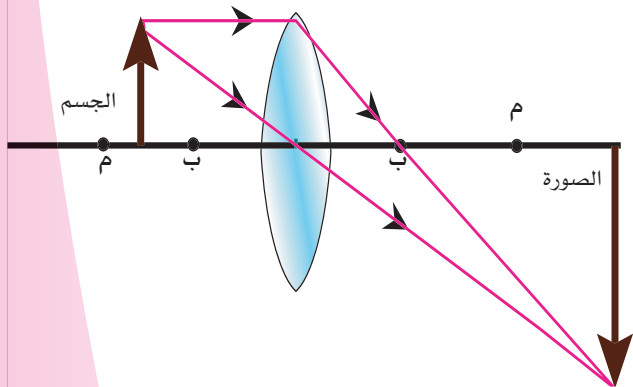


شكل (١٥-١-٤)

- أ- الصورة عند مركز التكور.
- ب- مقلوبة.
- ج- حقيقية.
- د- مساوية لطول الجسم .

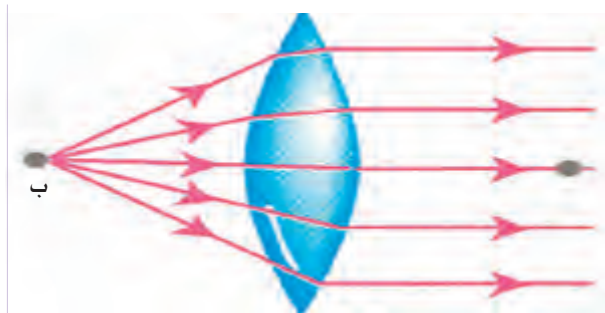
الحالة الرابعة:

استمر بتحريك الجسم (الشمعة) نحو العدسة أكثر حتى يكون موقعها ما بين البؤرة ومركز التكور، وتكون مواصفاتها كما في الشكل (١٦-١-٤) :

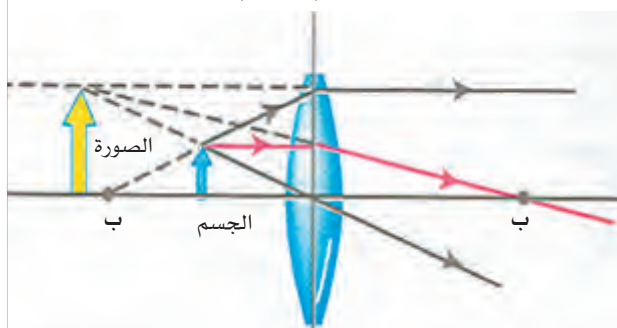


شكل (١٦-١-٤)

- أ- الصورة تكون في أبعد مسافة من مركز التكور.
- ب- مقلوبة.
- ج- حقيقية.
- د- أكبر من الجسم .



شكل (١٧-١-٤)



شكل (١٨-١-٤)

الحالة الخامسة:

استمر في تحريك الجسم نحو العدسة حتى يصبح في البؤرة، وتكون مواصفات الصورة لا نهاية لها في الكبر وعلى بعد لا نهائي من العدسة كما في الشكل (١٧-١-٤) .

الحالة السادسة:

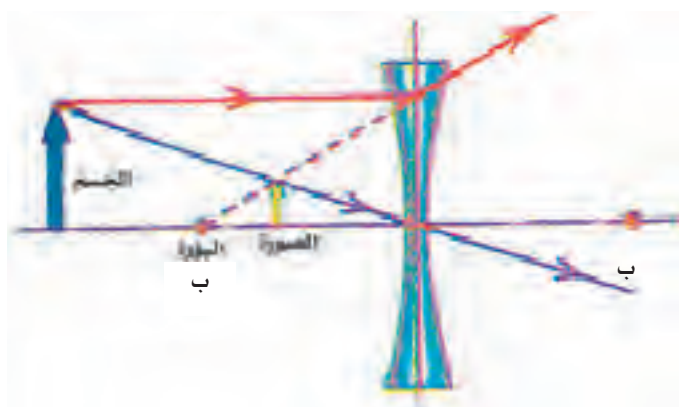
عندما يكون الجسم بين المركز البصري للعدسة وبؤرتها الأصلية، تكون مواصفات الصورة كما في الشكل (١٨-١-٤):

- ١ - الصورة في نفس الجهة التي بها الجسم :
- ب- معتدلة.
- ج- تقديرية.
- د- أكبر من الجسم.

ثانياً: حالة الصورة المتكونة في العدسة المفردة (المقعرة) :

تكون العدسة المفردة نوعاً واحداً من الصور ؛ لأنها تفرق الأشعة المتوازية الساقطة عليها عكس العدسة اللامة، لذلك لا يمكن الحصول بواسطتها على صور حقيقية مطلقاً، وتكون صفات الصورة كما في الشكل (١٩-١-٤) :

- أ- في نفس الجهة التي بها الجسم (بين المركز البصري والبؤرة).
- ب- وهمية (تقديرية) .
- ج- معتدلة.
- د- أصغر من الجسم.



شكل (١٩-١-٤)

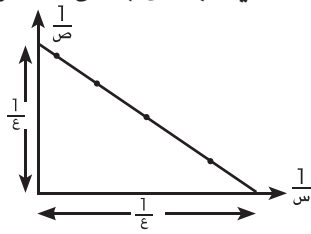
ثالثاً: تحقيق القانون العام للعدسات:

١- طبق الخطوات السابقة، ولكن هذه المرة قس بعد الشمعة (بعد الجسم) عن المركز البصري للعدسة ونرمز له بالرمز (س)، وبعد الحائل عن المركز البصري للعدسة (بعد الصورة) ونرمز له بالرمز (ص).

٢- طبق العلاقة $\frac{1}{ص} + \frac{1}{س} = \frac{1}{ع}$ ومنها أوجد قيمة البعد البؤري (ع).

٣- كرر الخطوات عدة مرات بتغيير قيمة (س) وفي كل مرة عين (س)، (ص) ودون قيمها في جدول النتائج.

٤- ارسم علاقة بيانية بين $\frac{1}{س}$ ممثلاً بالمحور الأفقي، $\frac{1}{ص}$ ممثلاً بالمحور الرأسي كما في الشكل (٢٠-١-٤)، ستحصل على خط مستقيم يقطع المحورين عند نقطتين تبعدان بنفس المقدار عند



نقطة الأصل، وخذ متوسطهما لتحصل على مقلوب البعد

البؤري للعدسة ومنه احسب قيمة البعد البؤري للعدسة.

٥- احسب قوة العدسة باستخدام العلاقة التالية :

$$\text{قوة العدسة} = \frac{1}{ع}$$

شكل (٢٠-١-٤) مقلوب البعد البؤري

النتائج :

رقم الحالة	بعد الجسم س	بعد الصورة ص	$\frac{1}{س} + \frac{1}{ص}$	$\frac{1}{ع}$	صفات الصورة					
					مقلوبة	معتدلة	حقيقية	وهمية	مكبرة	مصغرة
١										
٢										
٣										
٤										

البعد البؤري للعدسة المحدبة =

قوة العدسة =

الاستنتاج :

من الجدول يمكنك استنتاج أن :

١- قيمة المقدار $(\frac{1}{ص} + \frac{1}{س}) =$ قيمة المقدار $\frac{1}{ع}$ وهذا يحقق القانون العام للعدسات $\frac{1}{ص} + \frac{1}{س} = \frac{1}{ع}$

٢- صفات الصورة تختلف باختلاف بعد الشمعة (بعد الجسم) عن المركز البصري للعدسة.

ملحوظة :

يفضل استخدام عدسة محدبة بعدها البؤري 20 أو 30 سم للحصول على نتائج دقيقة.

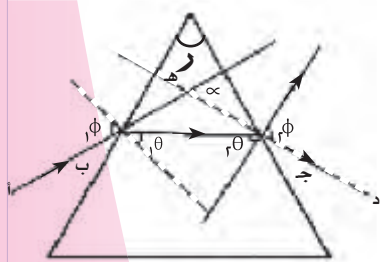
❖ التجربة (٥-١-٤) : تعيين معامل انكسار الضوء في الزجاج باستخدام منشور ثلاثي :

أهداف التجربة:

١- تعيين زاوية النهاية الصغرى للانحراف .

٢- تعيين زاوية رأس المنشور.

٣- تعيين معامل الانكسار للزجاج .



شكل (٢١-١-٤)

• خلفية نظرية:

١- ينكسر الضوء (ينحرف عن مساره) عندما ينتقل من وسط شفاف إلى وسط آخر مختلف الكثافة الضوئية، ويتوقف مقدار انكسار الضوء على نوع الوسط (كثافته) الذي ينتقل إليه الضوء، حيث ينكسر عند السطح الفاصل بين الوسطين .
وانكسار الشعاع الضوئي يخضع لقانونين سميا بقانوني الانكسار وهما :
الأول : الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على سطح الانفصال .
الثاني : النسبة بين جيب زاوية السقوط (Φ_1) وجيب زاوية الانكسار (θ_1) مقدار ثابت للوسطين مهما تغيرت قيمة زاوية السقوط ، ويطلق على هذا الثابت معامل الانكسار النسبي بين الوسطين ، أي أن :

$$\mu_2 = \frac{\sin \Phi}{\sin \theta}$$

$$\therefore \sin \Phi = \mu_2 \sin \theta$$

والعلاقة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار علاقة خطية بميل يساوي معامل الانكسار النسبي بين الوسطين μ_2 .
ومن خلال العلاقة بين زوايا الانحراف والسقوط والانكسار والخروج ورأس المنشور وجد أن :

$$\theta_2 + \theta_1 = r$$

$$r - (\Phi_2 + \Phi_1) = \alpha$$

حيث إن :

r = زاوية رأس المنشور

θ_1 = زاوية الانكسار

θ_2 = زاوية السقوط في الزجاج

α = زاوية الانحراف

Φ_1 = زاوية السقوط

Φ_2 = زاوية الخروج

٢- المنشور الثلاثي عبارة عن كتلة من الزجاج الشفاف ، إما أن تكون مصمتة أو مجوفة ، لها قاعدتان متوازيتان، كل منهما على شكل مثلث ، كما أن لها ثلاثة أوجه جانبية مستطيلة الشكل غير متوازية يسمى كل منها وجهاً للمنشور، ويوجد بين كل وجهين متجاورين زاوية تسمى زاوية رأس المنشور .

الأدوات المستخدمة: منشور ثلاثي من الزجاج، عدد من الدبابيس، منقلة، مسطرة ، ورقة بيضاء.

فكرة التجربة:

تعيين زاوية النهاية الصغرى للانحراف في المنشور ، ثم تعيين زاوية رأس المنشور ، وبعد ذلك

$$\mu = \frac{\frac{r+\alpha}{2}}{\frac{r}{2}}$$

حيث إن : μ (ميو) معامل الانكسار ، (α) زاوية الانحراف ، (r) زاوية رأس المنشور .

طريقة العمل:

أولاً: تعيين زاوية النهاية الصغرى للانحراف:

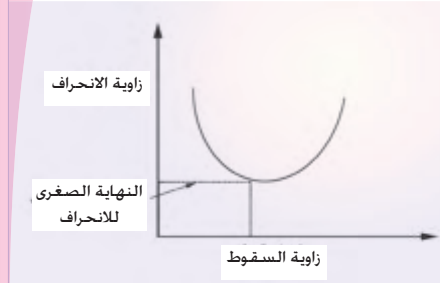
- ١- ضع منشوراً ثلاثياً من الزجاج فوق ورقة بيضاء ، وحدد موضع قاعدته المثلثة بالقلم.
- ٢- ثبت أمام أحد أوجه المنشور وليكن (أ ج) دبوسين (أ ، ب)، بحيث يكون الخط المستقيم الواصل

بينهما مائلاً بزاوية 30°، وانظر إليهما من الجانب الآخر، وثبت دبوسين آخرين (ج، د) أمام الوجه الثاني للمنشور (أ ب) بحيث تنظر إليهما كأنهما على استقامة واحدة مع صورتَي الدبوسين (أ ، ب) كما في الشكل المرسوم (٤-١-٢١).

٢- ارفع المنشور الثلاثي والدبابيس الأربعة ، وعين مواضعها بالقلم ، وصل (أ،ب) بخط مستقيم تمده على استقامته ، ليمثل الشعاع الساقط وصل (د، ج) بخط مستقيم تمده على استقامته ليمثل الشعاع الخارج ويتقابل مع امتداد الشعاع الساقط .

٤- قس الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادي الشعاع الساقط والشعاع الخارج ، فتكون هي زاوية الانحراف.

٥- كرر العمل السابق عدة مرات مع تغيير زاوية السقوط إلى (40°، 45°، 50°، 55°، 60°)، وفي كل



شكل (٤-١-٢٢) العلاقة بين زوايا السقوط والانحراف

مرة عين زاوية السقوط وزاوية الانحراف بنفس الكيفية السابقة ودون النتائج في جدول .

٦- ارسم علاقة بيانية كما في الشكل (٤-١-٢٢) بين زاوية السقوط ممثلة على المحور الأفقي وزاوية الانحراف ممثلة على المحور الرأسي ، ومن الرسم البياني أوجد النهاية الصغرى للانحراف.

النتيجة: زاوية النهاية الصغرى للانحراف $(\alpha) = \dots$

ثانياً: تعيين زاوية رأس المنشور:

تقاس زاوية رأس المنشور ، وذلك بوضعه على ورقة بيضاء وتحديد موضعه بالقلم ، وقياس زاوية الرأس بالمنقلة ولتكن (ر) .

النتيجة: زاوية رأس المنشور $(ر) = \dots$

ثالثاً: تعيين معامل انكسار مادة المنشور:

بعد تعيين زاوية النهاية الصغرى للانحراف (α) وزاوية رأس المنشور (ر) يمكن تعيين معامل انكسار مادة المنشور (الزجاج) من العلاقة الرياضية التالية :

$$\mu = \frac{\text{جا } \frac{r+\alpha}{2}}{\text{جا } \frac{r}{2}}$$

النتائج :

60	55	50	45	40	35	30	زاوية السقوط
							زاوية الانحراف

الاستنتاج :

من خلال العلاقة بين زاوية السقوط على المحور الأفقي وزاوية الانحراف على المحور الرأسي يتبين أنه كلما زادت زاوية السقوط نقصت زاوية الانحراف حتى تصل إلى حد معين تبلغ عنده زاوية الانحراف أقل قيمة لها ثم تأخذ زاوية الانحراف في الزيادة بزيادة زاوية السقوط ، وتسمى أقل قيمة لزاوية الانحراف اسم (النهاية الصغرى للانحراف) .

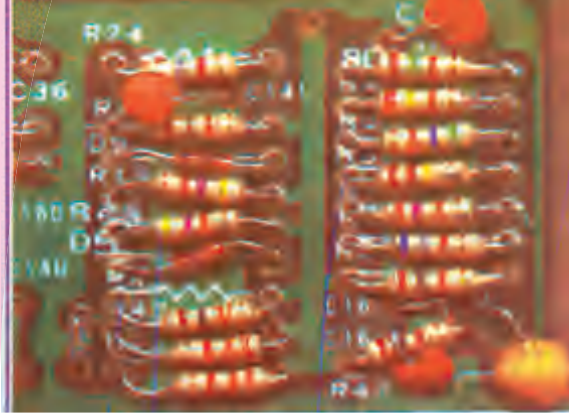
- تتغير زاوية الانحراف (α) بتغير زاويتي السقوط والخروج .

التجارب الكهربائية

- يمكن القول أن معظم التجارب الكهربائية تعتمد في عملها على الدوائر الكهربائية ومكوناتها .
ولتوضيح عمل الدوائر الكهربائية للطلاب يجب مراعاة مايلي :
- ١- أن تكون أسلاك التوصيل جاهزة ومنزوعة العازل عند أطراف التوصيل . والطول المناسب لكل سلك توصيل بين (25cm . إلى 30cm) .
 - ٢- أن يكون فك وتركيب الدائرة سهلاً .
 - ٣- أن يكون التوصيل بين مكونات الدائرة وأسلاك التوصيل ثابتاً حتى يمكن شرح عمل الدائرة بسهولة .
 - ٤- أن يكون مكان تركيب وعرض الأجهزة والدوائر الكهربائية على طاولة العرض واضحة لكل التلاميذ .
 - ٥- التأكد من عمل مكونات الدائرة، كأن تكون البطارية صالحة للاستخدام وأجهزة القياس تم تجربتها قبل البدء بإجراء التجربة .
 - ٦- مراعاة قواعد الأمن والسلامة .
 - ٧- تغذية الدوائر الكهربائية بالتيار الكهربائي والجهد المناسبين لكل جهاز حسب القراءات المدونة بها ؛ حتى لا تتعرض للتلف .
 - ٨- التأكد من صحة وسلامة توصيلات الدوائر الكهربائية قبل البدء بتشغيلها، وكذلك ضبط مقدار التيار والجهد الكهربائيين المطلوبين للدائرة نظراً لحساسية بعض الأجهزة وتجنباً للحوادث .
 - ٩- حافظ على شدة التيار المار في الدائرة بملاحظة الأميتر واستخدام المقاومة المتغيرة (الريوستات) إذا تطلب الأمر ذلك .

قراءة المقاومة اللونية الثابتة

تعرف المقاومة الكهربائية لموصل ما بأنها : الإعاقة أو الممانعة التي يلقاها التيار الكهربائي أثناء مروره في ذلك الموصل ، وتقاس بوحدة تسمى : الأوم .
وتصنع المقاومات الكهربائية بأشكال وأحجام مختلفة ومتنوعة تبعاً لاختلاف وتنوع أوجه استخدامها ، فنجد أن المقاومات الكهربائية الثابتة والمتغيرة التي تستخدم في الأغراض التعليمية تكون مقاومات سلكية ذات حجم كبير وموضح عليها قيمة كل منها كتابة .



شكل (١-٢-٤) مجموعة من المقاومات اللونية مختلفة القيم

بينما نجد أن أغلب المقاومات الكهربائية المستخدمة في الصناعة أو تلك التي يمكننا الحصول عليها من محلات البيع المتخصصة في هذا المجال تكون مصنوعة من مواد متعددة ومختلفة ، وتكون ذات حجم صغير ما يجعل من الصعوبة بمكان كتابة قيمتها عليها كما في الشكل (١-٢-٤) ، ولهذا تم الاصطلاح عالمياً على طباعة خطوط عرضية بنسق محدد وذات ألوان مختلفة على السطح الخارجي للمقاومة تستخدم هذه الألوان كرموز مقابلة

للأعداد الصحيحة المحصورة بين صفر وعشرة (0-10) ، حسب الجدول (1-3) المرفق، وتكون معبرة عن قيمة المقاومة ونسبة الخطأ المحتملة في تحديد قيمتها، بالإضافة إلى تحديد الاتجاه الصحيح لقراءة قيمة المقاومة . ولهذا نجد أن لكل مقاومة من هذا النوع أربعة خطوط ذات ألوان مختلفة ، نستدل من خلالها على قيمتها مقدرة بالأوم وكذلك نسبة الخطأ بالزيادة أو النقصان \pm .

جدول (1 - 3) يوضح ألوان المقاومات وقيمة كل لون

م	لون الخط	الرقم الصحيح المقابل للون	معامل المضروب	نسبة الخطأ في المقاومة	الخط الرابع
1	الأسود	0	$10^0 = 1$	--	$\pm 2\%$
2	البنّي	1	10^1	--	$\pm 1\%$
3	الأحمر	2	10^2	--	$\pm 2\%$
4	البرتقالي	3	10^3	--	$\pm 3\%$
5	الأصفر	4	10^4	--	--
6	الأخضر	5	10^5	--	$\pm 5\%$
7	الأزرق	6	10^6	--	$\pm 6\%$
8	البنفسجي	7	10^7	--	$\pm 12\%$
9	الرمادي	8	10^8	--	$\pm 30\%$
10	الأبيض	9	10^9	--	$\pm 10\%$
11	عديم اللون	--	--	20%	$\pm 50\%$
12	الفضي	--	10^{-2}	10%	$\pm 10\%$
13	الذهبي	--	10^{-1}	5%	$\pm 20\%$

ولقراءة قيمة مقاومة ما بدلالة خطوط الألوان الواردة عليها نقوم بما يأتي :

❖ يجب البدء أولاً بتحديد الاتجاه الصحيح للقراءة ، وذلك بجعل اللون الخاص بتحديد نسبة الخطأ (اللون الفضي أو اللون الذهبي) في الاتجاه المعاكس لاتجاه القراءة . أي نبدأ باللون البعيد عن أحد هذين اللونين، كما في الشكل (٤-٢-٢).

❖ بعد تحديد الاتجاه الصحيح للقراءة، نبدأ القراءة باعتبار قيمة الخط اللوني الأول تعطي الرقم الأول من قيمة المقاومة (منزلة الآحاد)، وقيمة الخط اللوني الثاني تعطي الرقم الثاني من القيمة (منزلة العشرات)، أما قيمة الخط اللوني الثالث فتعطي الأس العشري المضروب في هذين الرقمين (أي عدد الأصفار الواجب وضعها على يمين الرقمين السابقين لتحصل على قيمة المقاومة)، أما اللون الرابع فيعطي نسبة الخطأ المتوقع حدوثه في القيمة نتيجة لأي أخطاء مصنعية.

مثال تطبيقي : فمثلاً لتحديد قيمة المقاومة (R) الموضحة بالشكل (٤-٢-٢) يمكن قراءتها على النحو التالي :

$$\begin{aligned} R &= (\pm 5\%) \times 4.7 \times 10^5 = (\pm 5\%) 47 \times 10^5 \Omega \\ &= (\pm 5\%) \times 4.700.000 \Omega \\ &= (\pm 5\%) \times 4.7 \times 10^6 \Omega \\ &= (\pm 5\%) 4.7 \text{ M} \Omega \end{aligned}$$

أي أن :



($\pm 5\%$) يمثل تفاوت قيمة المقاومة . أي أن تكون قيمة

المقاومة بين $\pm 5\%$ من قيمة المقاومة ، ويمكن إيجادها كالتالي :

$$\begin{aligned} R &= 47 \times 10^5 = 4.700.000 \Omega \\ &= 4.700 \text{ K} \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \pm 5\% &= \pm \frac{5}{100} \times 47 \times 10^5 \\ &= \pm 5 \times 47 \times 10^3 \end{aligned}$$

$$= \pm 235 \times 10^3 \Omega$$

∴ قيمة المقاومة الصحيحة تكون بين :

$$= 47 \times 10^5 - 235 \times 10^3$$

$$= 4700 \times 10^3 - 235 \times 10^3 = (4700 - 235) \times 10^3 \Omega$$

$$\therefore = 4465 \times 10^3 \Omega$$

أو :

$$= 47 \times 10^5 + 235 \times 10^3$$

$$= 4700 \times 10^3 + 235 \times 10^3 = (4700 + 235) \times 10^3 \Omega$$

$$\therefore = 4935 \times 10^3 \Omega$$

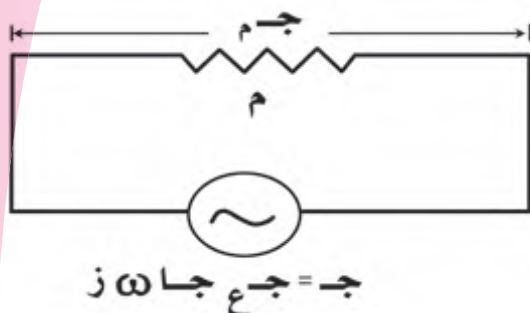
∴ قيمة المقاومة لا بد أن تكون بين $4465 \times 10^3 \Omega$ و $4935 \times 10^3 \Omega$

وإذا لم تكن بين هذه القيم تعتبر المقاومة تالفة ، حيث يكون مؤشر جهاز الأوفومتر في الصفر.

تجربة (٤-٢-١) دوائر التيار المتردد : (دائرة كهربائية) تحتوي على مقاومة أومية وملف حثي . الهدف من التجربة:

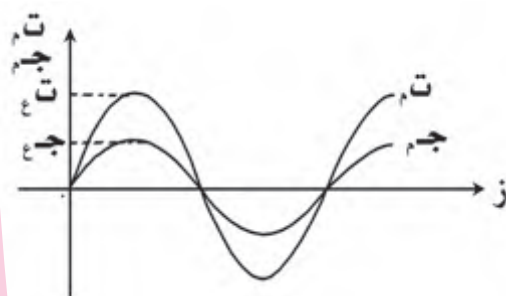
إثبات أن فرق الجهد بين طرفي المقاومة والملف بينهما زاوية قائمة مختلفان في الطور .
خلفية نظرية :

١- يبين الشكل (٤-٢-٣) دائرة كهربائية تحتوي على مقاومة أومية ومصدر للتيار المتردد، وفي أي لحظة زمنية فإن مجموع التغيرات في الجهد عبر الدائرة يساوي صفراً (قانون كيرشوف الثاني).



شكل (٤-٢-٣) دائرة كهربائية تتكون من مقاومة أومية.

$$\text{التيار اللحظي المار في المقاومة (ت م) يساوي ت م = ج ع جا \omega ز}$$



شكل (٤-٢-٤) الجهد والتيار في حالة مقاومة أومية في نفس الطور

$$\text{ت م = ت ع جا \omega ز} \quad (٢)$$

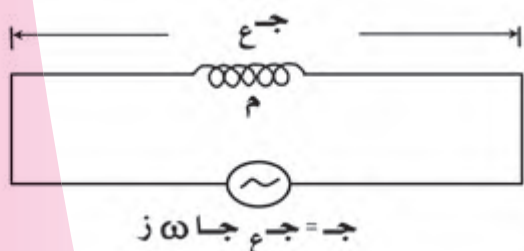
نستنتج من المعادلتين (١) و (٢) أن التيار وفرق الجهد في حالة المقاومة الأومية لهما نفس الطور ، كما هو موضح في الرسم البياني شكل (٤-٢-٤) .

٢- يبين الشكل (٤-٢-٥) ملف حثي (مقاومته الأومية مهملة) موصل بمصدر تيار متردد، فإن التيار المار في الدائرة تتغير قيمته مع

مرور الزمن طبقاً للعلاقة التالية .

$$\text{ت م = ت ع} \times \text{جا \omega ز} \quad (٣)$$

إن هذا التيار المتردد سيولد في الملف مجالاً مغناطيسياً متغيراً ما يؤدي إلى تولد ق. د. ك.



شكل (٤-٢-٥) دائرة كهربائية تتكون من ملف حثي

تأثيرية مترددة تعاكس ق. د. ك. للمصدر، وتحسب عند أية لحظة من العلاقة .

$$\text{ق. د. ك. = - حث د ت م} \quad (٤)$$

∴ الملف مهمل المقاومة الأومية فإن :
ق. د. ك. المتولدة بالحث تساوي في المقدار وتضاد في الاتجاه ق. د. ك. المصدر .

$$\text{ق = - (ق. د. ك.)} \quad (٥)$$

$$\text{من معادلة (٤) ومعادلة (٥)}$$

$$\bullet \bullet \bullet \text{ ق} = \frac{\text{ح د ت ج}}{\text{د ز}} \quad (٦)$$

$$\bullet \bullet \bullet \text{ نعوض عن قيمة ت ج من معادلة (٣) في معادلة (٦)}$$

$$\bullet \bullet \bullet \text{ ق} = \text{ج ج} = \frac{\text{ح د ت ج} \times \text{جا } \omega \text{ ز}}{\text{د ز}} \quad (٧)$$

حيث ج ج هو الجهد اللحظي للمصدر

• عند اشتقاق المعادلة (٧) نجد أن :

$$\text{ج ج} = \text{ح د ت ج} \times \omega \text{ ز} \quad (٨)$$

عندما $\omega \text{ ز} = 0$ فإن ج ج تصبح قيمة عظمى (ج ع) :

$$\bullet \bullet \bullet \text{ ج ع} = \text{ح د ت ج} \times \omega \text{ ز} \quad (٩)$$

• من معادلة (٨) ، (٩) ،

$$\bullet \bullet \bullet \text{ ج ج} = \text{ج ع} \times \omega \text{ ز}$$

$$\bullet \bullet \bullet \text{ ج ج} = \text{ج ع} \times \text{جا} \left(\omega \text{ ز} + \frac{\pi}{2} \right) \quad (١٠)$$

• هناك فرق في زاوية الطور بين شدة التيار وفرق الجهد في دائرة الملف المتصل بمصدر تيار متردد مقداره يساوي $\frac{\pi}{2} = ٩٠$ درجة كما يبين ذلك الشكل (٦-٢-٤) .

• نستنتج من النقطتين (١) ، (٢) :

أن هناك فرقاً في الطور بين ج م ، ج ج مقداره $\frac{\pi}{2}$.

الأدوات المستخدمة:

مصدر تيار متردد (١٢ فولت) ، مقاومة

(مصباح كهربائي)، ملف (مثل الملف الابتدائي أو الثانوي) لمحول كهربائي به قلب من الحديد المطاوع، مفتاح كهربائي، فولتميتر عدد (٣) الأول لقياس فرق الجهد بين طرفي المقاومة (س، ب) والثاني لقياس فرق الجهد بين طرفي الملف (أ ، ب) والثالث لقياس فرق الجهد الكلي بين (أ، س).

خطوات التجربة:

١- كون دائرة كما في الشكل (٧-٢-٤) .

٢- أغلق المفتاح فيمر التيار في الدائرة.

٣- قس كلا من:

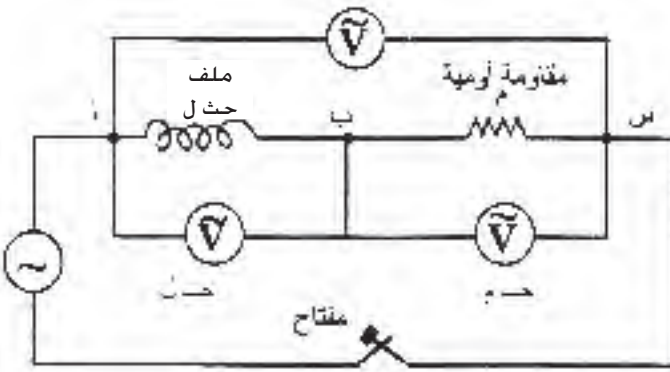
- ج م بين النقطتين (ب، س) .

- ج ج بين النقطتين (أ ، ب)

- فرق الجهد الكلي (ج) بين

النقطتين (أ ، س) .

٤- دون النتائج في جدول .



شكل (٧-٢-٤) دائرة تحوي ملف ومقاومة أومية متصلان على التوالي مع مصدر متردد

النتائج :

م	ج	ج _ر	ج _م
1			
2			
3			
4			

الاستنتاج :

من النتائج التي حصلت عليها ومن خلال العلاقة البيانية بين كل من (ج) ، (ت) في حالة المقاومة الأومية ، وكذلك (ج) ، (ت) في حالة ملف ستلاحظ أن :

١- فرق الجهد الكلي ج لا يساوي ج_م + ج_ر

٢- فرق الجهد الكلي ج = $\sqrt{ج_{م}^2 + ج_{ر}^2}$

وهذا يعني أن فرق الجهد الكلي هو محصلة الكميتين ج_م ج_ر
أي أن ج_م ج_ر كميتان متجهتان بينهما زاوية قائمة ومختلفان في الطور .

ملحوظة :

- وجود الملف في دائرة كهربائية يمر بها تيار متناوب تتولد فيه قوة دافعة كهربائية تأثيرية عكسية تقاوم وتمانع مرور التيار المتناوب في الملف .
- المفاعلة الحثية المتولدة عن مرور التيار الكهربائي في الملف تختلف عن المقاومة الأومية المتولدة عن مرور التيار الكهربائي في المقاومة بأنها لا تستنفذ طاقة كهربائية . أي لا يستهلك أي طاقة في المتوسط ، وتختزن الطاقة الكهربائية على شكل مجال مغناطيسي .

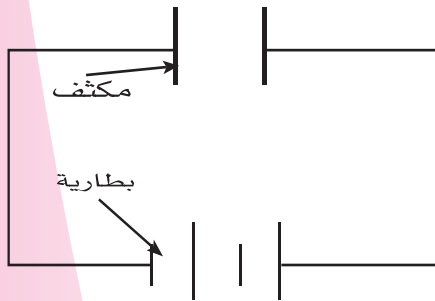
تجربة (٢-٢-٤) : التيار الكهربائي المتناوب والمكثفات :

الهدف من التجربة :

- ١- التحقق من أن المكثف يسمح بمرور التيار الكهربائي المتناوب .
- ٢- التحقق من أن المكثف لا يسمح بمرور التيار الكهربائي المستمر .

فكرة عامة عن المكثفات :

يتكون المكثف من لوحين معدنيين متوازيين . ويعتبر المكثف أداة لتخزين الشحنة ، فهو يحمل شحنات متساوية ومتضادة على لوحيه ، كما أن المكثف المشحون يخزن طاقة مقدارها $(\frac{1}{2} QV)$ حيث Q الشحنة الكهربائية المخزنة بين لوحيه ، V فرق الجهد بين لوحي المكثف .
أما كيفية توصيله : فيتصل المكثف ببطارية ، حيث يقوم الطرف الموجب للبطارية بوضع



شكل (٢-٢-٤)

شحنات موجبة على أحد الألواح، بينما يشحن الطرف السالب اللوح الآخر بشحنة سالبة ، تقوم هذه الشحنات بجذب بعضها البعض ، ولذا فهي تستقر على الأسطح الداخلية للألواح كما هو موضح في الشكل (٢-٢-٤) .

إذاً المكثف بهذا التركيب هو أداة قادرة على تخزين الشحنات ، كما تعتمد كمية الشحنة على اللوح على عدد من العوامل منها :

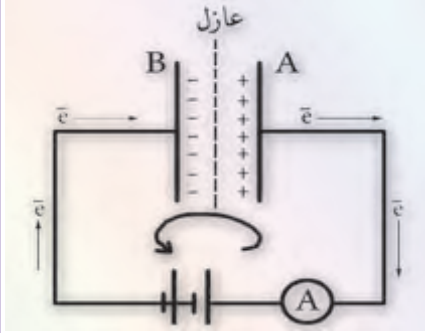
- ١- كلما زاد جهد البطارية زادت الشحنات التي يمكن أن تضعها على المكثف $V \propto Q$.

٢- كلما كبرت مساحة الألواح كلما زادت الشحنة عليها $CV = Q$ ، عندما تكون C كبيرة فإن الشحنات على المكثف تكون كثيرة عند فرق جهد معين بين طرفيه حيث C سعة المكثف وهي مقدار ثابت .

٣- كلما اقتربت الألواح من بعضها البعض .

خلفية نظرية:

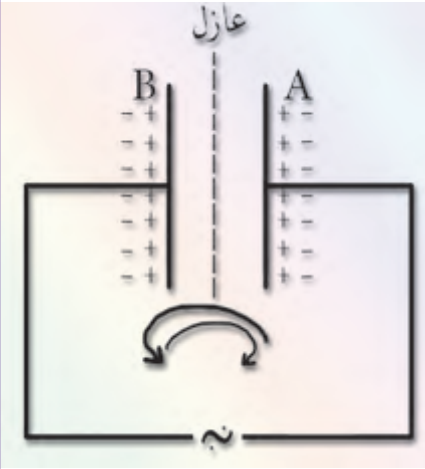
١- في حالة التيار المستمر : عندما نطبق بين لوحى المكثف فرق جهد مستمر (بطارية) كما في



شكل (٩-٢-٤) المكثف في حالة مرور تيار مستمر

الشكل (٩-٢-٤) يتولد حول الموصلات الكهربائية مجال كهربائي يؤثر على الإلكترونات الحرة في الدائرة بقوة كهربائية يحركها عكس اتجاه المجال، مما يجعل اللوح (A) يكتسب شحنة موجبة ، بينما يكتسب اللوح (B) شحنة سالبة تساوي بقيمتها المطلقة شحنة اللوح (A)، ووجود العازل يمنع انتقال الإلكترونات داخل المكثف، مما يؤدي إلى إنقطاع التيار الكهربائي، وهذا ما يشير إليه جهاز الأميتر .

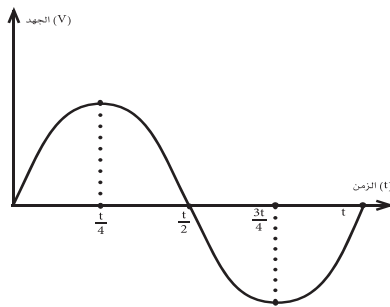
٢- في حالة التيار المتناوب : عندما نطبق بين لوحى المكثف فرق جهد متناوب باستخدام محول خافض للجهد كما في الشكل (١٠-٢-٤) يتولد حول الموصلات الكهربائية مجال كهربائي متغير الاتجاه والمقدار مما يؤدي إلى حركة واهتزاز الإلكترونات الحرة في الدائرة، وخلال زمن قدرة $(\frac{t}{4})$ أي ربع دورة (الربع الأول) ، تتزايد قيمة المجال حتى تصل قيمة عظمى فتبتعد



شكل (١٠-٢-٤) المكثف في حالة مرور تيار متناوب

الإلكترونات الحرة عن اللوح (A) ، بينما يستقبل اللوح (B) هذه الإلكترونات الحرة (فيشحن اللوح A) بشحنة موجبة ، واللوح (B) بشحنة سالبة)، وخلال $(\frac{t}{4})$ الربع الثاني من الدورة تتناقص قيمة المجال الكهربائي لتتعدم فتعود الإلكترونات الحرة كل إلى موضعها ، فتتبادل شحنات اللوحين ، ونقول أن المكثف فرغ شحنته ، وخلال $(\frac{t}{4})$ الربع الثالث من الدورة يغير المجال من جهته، وأثناء تزايد تبتعد الإلكترونات الحرة عن اللوح (A) وتنتقل إلى اللوح (B) (فيشحن اللوح B) بشحنة موجبة بينما يشحن اللوح (A) بشحنة سالبة) .

وخلال الزمن $(\frac{t}{4})$ الربع الرابع من الدورة تتناقص قيمة المجال الكهربائي لتتعدم فتعود



شكل (١١-٢-٤) المنحنى الجيبي خلال دورة كاملة

الإلكترونات الحرة إلى ما كانت عليه ، مما يؤدي إلى تفريغ المكثف كما في الشكل (١١-٢-٤) .

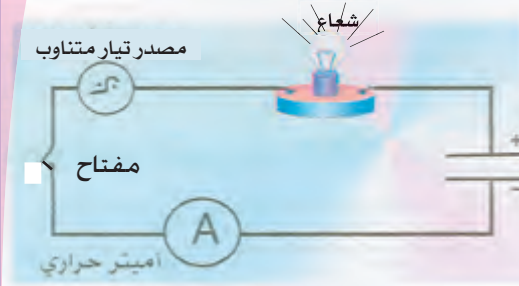
ملحوظة : أي أن التيار المتناوب يمر في الدائرة فيشحن المكثف ويمر تيار لحظي ، وعندما ينعكس اتجاه التيار المتناوب يحدث تفريغ للمكثف ، ويعاد شحنه في الاتجاه المعاكس . وعليه فإن المكثف يشحن مرتين ويفرغ مرتين خلال زمن دوري .

أدوات التجربة :

مكثف كهربائي ذو سعة محددة ولتكن ($100 \mu f$)، مصباح كهربائي صغير ($2.5V - 3V$) ، قاعدة مصباح ، مفتاح كهربائي، أميتر حراري ، بطارية قوتها الدافعة الكهربائية ($3V$) .

خطوات التجربة :

- 1- ركب على التوالي من الأدوات السابقة الدائرة الكهربائية كما في الشكل (١٢-٢-٤) .
- 2- اقلد الدائرة الكهربائية باستخدام المفتاح ودوّن النتيجة في جدول .
- 3- استبدل البطارية السابقة بمصدر تيار متناوب قوته الدافعة الكهربائية ($3V$) باستخدام المحول الخافض للجهد كما في الشكل (١٢-٢-٤) .
- 4- اقلد الدائرة الكهربائية باستخدام المفتاح، ودوّن النتيجة في جدول النتائج.



شكل (١٢-٢-٤)



شكل (١٢-٢-٤)

النتائج :

حالة المصباح الكهربائي عند		م
مرور تيار متناوب	مرور تيار مستمر	
يضيء	لا يضيء	

الاستنتاج :

- من خلال نتائج التجارب السابقة نجد أن :
- 1- عدم إضاءة المصباح الكهربائي في حالة التيار المستمر ، نظراً لعدم مرور هذا التيار في الدائرة الكهربائية إلا لفترة زمنية قصيرة جداً ، وهي مدة شحن المكثف ، وهذا الفترة الزمنية لا تكفي لتسخين فتيل المصباح حتى يضيء .
 - 2- إضاءة المصباح الكهربائي في حالة التيار المتناوب دليل على أن المكثف يسمح بمرور التيار المتناوب نتيجة تيارات الشحن والتفريغ المستمرة في مرورها بالدائرة الكهربائية .

تجربة (٣-٢-٤) : دراسة العلاقة بين تيار القاعدة (Base) والتيار المجمع (collector)

للترانزستور عند ثبات فرق الجهد (المجمع - الباعث) في دائرة الباعث المشترك (C.E) :

الهدف من التجربة:

إثبات أن معامل التكبير في دائرة الباعث المشترك يكون عالياً .

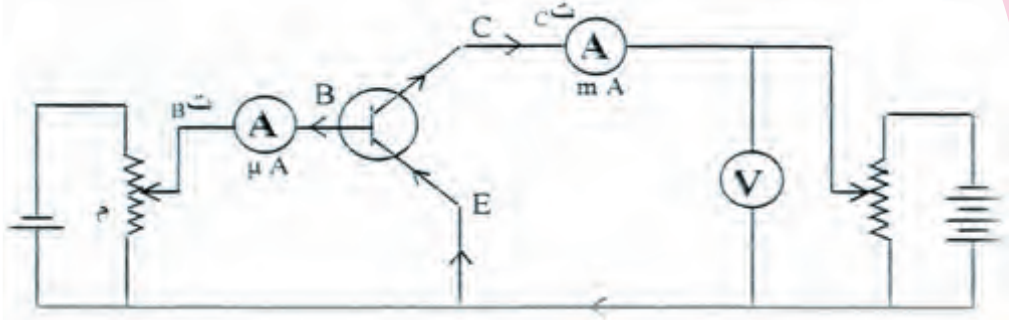
خلفية نظرية :

- 1- في كثير من التطبيقات الإلكترونية تكون الإشارة الكهربائية (القدرة، أو التيار، أو الجهد) ضعيفة جداً وغير نافعة ، لذلك لابد من تكبيرها ، وتجري عملية التكبير هذه بثلاث طرق مختلفة، ومنها التكبير بطريقة الباعث المشترك .
- 2- إن أغلب الدوائر شيوفاً في الاستخدام هي ذات الباعث المشترك ؛ لأنها الدائرة الوحيدة التي يكون فيها معامل تكبير التيار { معامل التكبير (تيار الخروج / تيار الدخول) } عالياً ، وكذلك معامل تكبير الجهد عالٍ، لأن معامل تكبير القدرة عال جداً .

ترانزستور (P-N-P)، مجزئ جهد، مللي أميتر، ميكروأميتر، بطارية، فولتميتر.

خطوات التجربة:

- ١- كون دائرة كما في الشكل (١٤-٢-٤) .
- ٢- مرر تيار كهربائي في الدائرة ، وسجل قراءة تيار القاعدة (ت_B) ، وكذلك قراءة تيار المجمع (ت_C) عند فرق جهد معين في دائرة (الباعث- المجمع) سجله الفولتميتر.



شكل (١٤-٢-٤) دائرة الترانزستور (P-N-P) ذي الباعث المشترك

- ٣- غير تيار القاعدة عن طريق المقاومة (م) مع تثبيت فرق الجهد في دائرة (الباعث- المجمع) ثم سجل قراءة تيار القاعدة (ت_B) ، وكذلك قراءة تيار المجمع (ت_C) .
- ٤- كرر الخطوة (٣) عدة مرات في كل مرة سجل قراءة (ت_B) ، (ت_C) عند ثبات قراءة الفولتميتر في كل حالة.
- ٥- في كل مرة قارن التغير في تيار (ت_B) بالتغير في تيار (ت_C) .
- ٦- سجل النتائج في الجدول الآتي:

النتائج :

ت _C ت _B	ت _C (mA)	ت _B (μA)	

الاستنتاج العام:

نستنتج من الجدول أن:

- الزيادة الصغيرة في تيار القاعدة (ت_B) ينشأ عنها (زيادة كبيرة) في تيار المجمع (المكبر) (ت_C)

$$\therefore \text{التكبير} = \left(\frac{ت_C}{ت_B} \right)$$

- أي تغير بسيط في تيار القاعدة (ت_B) ينشأ عنه تغير كبير في تيار المجمع (ت_C) .
- أي أن كسب الترانزستور (التكبير) في دائرة الباعث المشترك أكبر من واحد $\frac{ت_C}{ت_B} > 1$.

ملحوظة :

- لا يتم توصيل مصادر الجهد (البطاريات) قبل التأكد من سلامة توصيل الدائرة تجنباً لتلف الترانزستور .

- كن حريصاً على ألا يزيد تيار القاعدة (ت_B) عن 1.5μA ، وتيار المجمع (ت_C) عن 100mA وعلى ألا تستغرق القراءات الأخيرة وقتاً أطول من بضع ثوان تجنباً لتلف الترانزستور .

تجربة (٤-٢-٤) قانون أوم :

الهدف من التجربة: تحقيق قانون أوم عملياً .

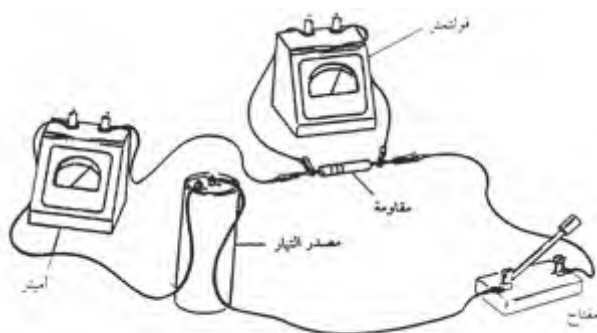
خلفية نظرية:

١- لقد أجرى العالم الألماني (جورج سيمون أوم) تجربة لدراسة العلاقة بين شدة التيار الكهربائي (ت) المار في الموصل وفرق الجهد الكهربائي (ج) بين طرفيه عند ثبوت درجة حرارة الموصل، فوجد أن فرق الجهد بين طرفي الموصل تتناسب تناسباً طردياً مع شدة التيار المار فيه .
(أي أن $J \propto T$ ، $J =$ مقدار ثابت $\times T$ ، ووجد العالم أوم أن المقدار الثابت يتوقف على نوع مادة الموصل وطوله ومساحة مقطعه ودرجة حرارته .

وسمى هذا المقدار الثابت (المقاومة الكهربائية) للموصل (م).

إذاً الصيغة الرياضية لقانون أوم: $J = m \times T$.

٢- الوحدة العملية للمقاومة هي (الأوم) ويعرف بأنه مقاومة ذلك الموصل الذي يمر فيه تيار شدته أمبير واحد إذا كان فرق الجهد بين طرفيه واحد فولت . وقد اتفق دولياً على أن الأوم عبارة عن عمود من الزئبق طوله . 106.3cm ومساحة مقطعه $1mm^2$ في درجة حرارة الصفر المئوي.



شكل (٤-٢-١٥) توصيل الأميتر والفولتميتر في الدائرة

الأدوات المستخدمة :

- عمود كهربائي قوته الدافعة الكهربائية (١,٥ فولت) عدد (٢) متصلان على التوالي ويكونان البطارية)، ريوستات، جهاز أميتر، جهاز فولتميتر، أسلاك توصيل، مقاومة (ذات قيمة معلومة)، مفتاح كهربائي.

خطوات العمل:

١- ركب دائرة كهربائية من الأدوات السابقة كما في الشكل (٤-٢-١٥) لتحصل على دائرة أوم كما في الشكل (٤-٢-١٦).

٢- اغلق الدائرة بالمفتاح الكهربائي، ثم عين قراءة كل من الأميتر (ت)، والفولتميتر (ج).

٣- غير قيمة شدة التيار المار في الدائرة باستخدام المقاومة المتغيرة (الريوستات)، ثم

سجل قراءة كل من الأميتر (ت) والفولتميتر (ج).

٤- كرر الخطوة (٣) عدة مرات، وفي كل مرة سجل قراءة (الأميتر والفولتميتر) .

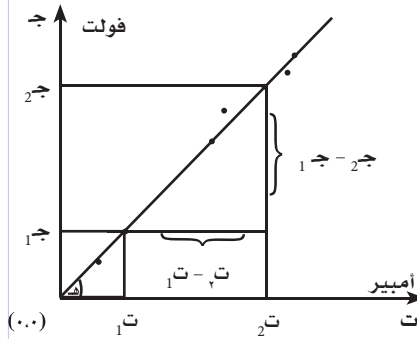
٥- دون القراءات التي حصلت عليها في كل خطوة في جدول كما يأتي :

قراءة الأميتر (ت) (أمبير)	قراءة الفولتميتر (ج) (فولت)	ج ت
ت _١	ج _١	ج _١ ت _١
ت _٢	ج _٢	ج _٢ ت _٢
-	-	-
قيمة المتوسط الحسابي لقراءات ناتج قسمة فرق الجهد على شدة التيار		

٦- ارسم علاقة بيانية بين قيم (ج)، وقيم (ت) بحيث تمثل قيم (ج) على المحور الرأسي (الصادي)، وتمثل قيم (ت) على المحور الأفقي (السيني) - على ورقة بيانية كما في الشكل (١٧-٢-٤) .

ثم أوجد قيمة ميل المستقيم المعبر عن العلاقة بين الجهد والتيار الكهربائي وهو يساوي قيمة المقاومة .

الميل (Slope) = ظا هـ = $\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{\text{ج}_2 - \text{ج}_1}{\text{ت}_2 - \text{ت}_1}$ قارن القيمة التي ستحصل عليها بمتوسط قيمة $(\frac{\text{ج}}{\text{ت}})$ التي حصلت عليها من الجدول.



الاستنتاج :

نستنتج من الجدول :

١- ناتج قسمة قيمة المقدار $\frac{\text{ج}}{\text{ت}}$ = مقدار ثابت وهو قيمة المقاومة .
 $\frac{\text{ج}}{\text{ت}} \propto \text{ت}$.

شكل (١٧-٢-٤) يوضح العلاقة البيانية بين ج، ت

٢- ميل المماس (Slope) = المقاومة الكهربائية (R بالأوم) .

ملحوظة:

لتقليل الخطأ الذي يحدث خلال التجربة، حاول بقدر الإمكان أن تكون درجة الحرارة ثابتة في الدائرة، وخاصة في المقاومة الثابتة، وذلك من خلال أخذ القراءات بسرعة.

أو بتقليل شدة التيار المار في الدائرة من خلال توصيل الدائرة بقوة دافعة كهربائية صغيرة (1.5 فولت) لتكون شدة التيار المار في الدائرة صغيرة فلا تسخن أسلاك توصيل الدائرة .

أو فتح الدائرة أثناء القيام بكتابة القراءات في الجدول .

أن العلاقة بين (ج)، (ت) ليست خطأً مستقيماً دائماً بالنسبة لجميع الموصلات ، ولكن إذا كان المنحنى البياني بين (ج)، (ت) خطأً مستقيماً فإنه يمكن القول بأن الموصل يحقق قانون أوم ، أما إذا كان المنحنى البياني ليس خطأً مستقيماً فلا يعني هذا أن قانون أوم خطأ . وإنما يعني أن الموصل لا يحقق قانون أوم ، ومن أمثلة هذه الموصلات (أشباه الموصلات والإلكترونيات والصمام الثنائي) .

- هل العلاقة بين (ج)، (ت) لكل الموصلات دائماً علاقة خطية ؟ أي هل ينطبق قانون أوم على كل الموصلات ؟ .

تجربة (٤-٢-٥) : تطبيقات على قانون أوم:

الهدف من التجربة:

تعيين قيمة مقاومة سلك مجهول المقاومة .

خلفية نظرية:

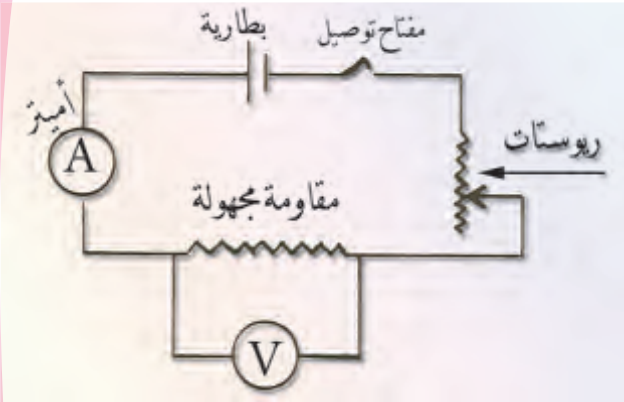
يمكن تعيين قيمة مقاومة مجهولة (سلك) باستخدام دائرة (أوم) بطريقتين :

- (١) بخارج قسمة فرق الجهد بين طرفي السلك على شدة التيار المار فيه $I = \frac{U}{R}$
- (٢) برسم المنحنى البياني للعلاقة بين (ج)، (ت) وإيجاد ميل المستقيم فيكون هو قيمة المقاومة المجهولة للسلك.

أدوات التجربة :

بطارية - مقاومة متغيرة (ريوستات) - أميتر - فولتميتر - مفتاح توصيل - أسلاك توصيل - مقاومة مجهولة (السلك المراد تعيين مقاومته).

طريقة العمل :



شكل (٤-٢-١٨) يوضح استخدام دائرة أوم في تعيين مقاومة سلك مجهولة

١- كون دائرة أوم بتوصيل المقاومة المجهولة على التوالي مع عمود كهربائي ومقاومة متغيرة وأميتر - ومفتاح توصيل، ثم فولتميتر على التوازي مع المقاومة المجهولة كما في الشكل (٤-٢-١٨).

٢- أغلق الدائرة باستخدام المفتاح وعين شدة التيار المار في المقاومة المجهولة (ت) وذلك بقراءة دلالة

الأميتر، ثم عين فرق الجهد بين طرفيها (ج) بقراءة دلالة الفولتميتر.

٣- غير من شدة التيار المار في المقاومة المجهولة باستخدام المقاومة المتغيرة (الريوستات) بتحريك الزاقل، وعين قراءتي الأميتر والفولتميتر (ت)، (ج).

٤- كرر الخطوة السابقة عدة مرات ، وفي كل مرة عين قراءتي الأميتر والفولتميتر (ت)، (ج).

٥- سجل النتائج السابقة في جدول، وفي كل مرة احسب فيه $I = \frac{U}{R}$.

٦- احسب متوسط قيمة I والنتائج يكون قيمة المقاومة المجهولة.

٧- ارسم العلاقة البيانية بين التيار (ت) على المحور الأفقي وفرق الجهد (ج) على المحور الرأس كما في الشكل (٤-٢-١٩) .

٨- عين ميل الخط المستقيم النتائج ، فيكون هو قيمة المقاومة المجهولة.

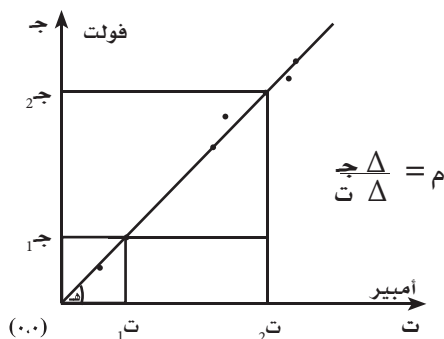
٩- قارن بين قيمة المقاومة المجهولة المستنتجة من ميل الخط المستقيم وقيمة المقاومة المجهولة المحسوبة من متوسط قيم I .

النتائج :

ج (فولت)						
ت (أمبير)						
(أوم)						

متوسط قيمة المقاومة المجهولة =

$$\frac{\Delta j}{\Delta t} = \frac{j_1 - j_2}{t_1 - t_2} = \text{ميل الخط المستقيم}$$



شكل (١٩-٢-٤) يوضح العلاقة بين ج ، ت

الاستنتاج :

١- خارج قسمة $\frac{j}{t}$ = مقاومة سلك .

٢- ميل المماس $\frac{\Delta j}{\Delta t}$ = مقاومة سلك .

تجربة (٦-٢-٤) : قنطرة هويتستون :

الهدف من التجربة:

إيجاد قيمة مقاومة مجهولة .

خلفية نظرية :

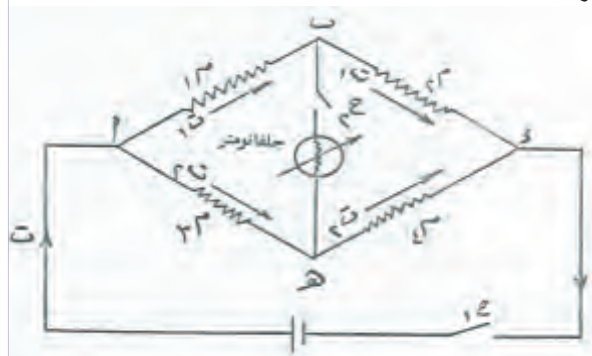
١- عبارة عن أربع مقاومات (M_1, M_2, M_3, M_4)، مكونة الاذرع (اب، ب د، ا هـ، هـ د)، كما في الشكل (٢٠-٢-٤) ، حيث توصل النقطتان ب، هـ بجلفانومتر خلال المفتاح (ح)، وتوصل النقطتان (ا، د) بقطبي بطارية ، قوتها الدافعة (ق) خلال مفتاح (ح).

٢- عند غلق دائرة البطارية يتجزأ التيار الكهربى (ت) عند النقطة (أ) ويحدث انحراف في الجلفانومتر ، ولكن يمكن تغيير قيمة المقاومة M حتى ينعدم انحراف الجلفانومتر . في هذه الحالة فقط تكون شدة التيار المار في الجلفانومتر تساوي صفراً ، وعليه يكون جهد النقطة (ب) مساوياً جهد النقطة (هـ) ويقال حينئذ أن القنطرة في حالة اتزان .

٣- ت يمر في المقاومتين M_1, M_2

وت يمر في المقاومتين M_3, M_4

٣- عندما تكون القنطرة في حالة اتزان يكون :



$$j_a = j_b$$

$$j_1 = j_2 \quad (1)$$

$$\text{وكذلك } j_b = j_d$$

$$j_1 = j_2 \quad (2)$$

بقسمة طرفي المعادلة (١) على

طرفي المعادلة (٢) ينتج أن :

$$\frac{j_1}{j_2} = \frac{M_3}{M_4} \quad \text{شرط الاتزان .}$$

أدوات التجربة :

شكل (٢٠-٢-٤) رسم تخطيطي لكيفية تركيب قنطرة هويتستون

جلفانومتر حساس ، بطارية ، عدد (٢)

مفتاح كهربائي ، عدد (٤) مقاومات ، منها واحدة مجهولة المقاومة (م_٣) .
خطوات العمل :

- ١- اغلق المفتاحين (ح_١، ح_٢) .
- ٢- غير مرة أخرى قيمة المقاومة (م_٤) حتى ينعدم انحراف مؤشر الجلفانومتر، وعندئذ يقال أن القنطرة في حالة اتزان.

$$٣- \text{نطبق شرط الاتزان : } \frac{1}{2} \frac{R}{M} = \frac{3}{4} \frac{R}{M} \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{R}{M} \times 4M = 3M \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{R}{M} = \frac{3}{4} \frac{R}{M}$$

النتائج:

٠. قيم م_١ ، م_٢ ، م_٤ معلومة فإن قيمة المقاومة المجهولة م_٣ يمكن حسابها من العلاقة :

$$\frac{1}{2} \frac{R}{M} \times 4M = 3M$$

تجربة (٧-٢-٤) : القنطرة المتريّة :

الهدف من التجربة:

إيجاد قيمة مقاومة مجهولة باستخدام قنطرة هويتستون المتريّة .
خلفية نظرية :

- ١- القنطرة المتريّة هي الأداة البديلة والمطورة لاستخدامها بدل قنطرة هويتستون لسهولة استخدامها ولحدوث عملية الاتزان بسرعة وبدقة كما في الشكل (٢١-٢-٤) .



- ٢- عند مقارنة هذه الدائرة بدائرة قنطرة هويتستون السابقة فسنجد التشابه التام بينهما وأن مقاومة جزأي السلك ل_١ ل_٢ هما المقاومتان م_٣ ، م_٤ على الترتيب .

ولو فرضنا أن مقاومة وحدة الأطوال من سلك =

س أوم

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \frac{R}{M} = \frac{3}{4} \frac{R}{M} \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{R}{M} = \frac{3}{4} \frac{R}{M}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \frac{R}{M} = \frac{3}{4} \frac{R}{M} \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{R}{M} = \frac{3}{4} \frac{R}{M}$$

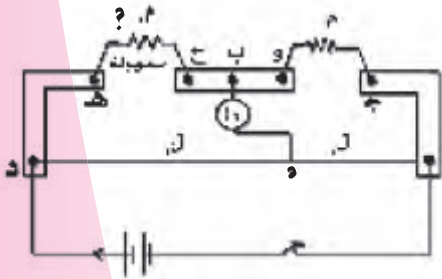
$$\Rightarrow \frac{1}{2} \frac{R}{M} = \frac{3}{4} \frac{R}{M} \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{R}{M} = \frac{3}{4} \frac{R}{M}$$

القنطرة المتريّة، ومنها نستطيع أن نجد قيمة المقاومة المجهولة.

أدوات التجربة :

- سلك منتظم طوله حوالي متر ، بطارية ، مفتاح كهربائي ، جلفانومتر حساس ، عدد (٣) شرائح نحاسية ، مقاومة معلومة القيمة .

تركيب القنطرة المتريّة:



شكل (٢٢-٢-٤) رسم تخطيطي لكيفية تركيب القنطرة المتريّة

- ١- تتكون القنطرة المتريّة من سلك معدني من النيكل كروم منتظم المقطع طوله متر مشدود على لوح خشبي ومحدد التدرج بين مسماري اتصال (أ، د) واقعين عند نهايتي شريحتين نحاسيتين سميكتين (أج ، د ه) وبين هاتين الشريحتين شريحة ثالثة (و ب ح) .

- ٢- يوصل مسمار الفجوة (ج و) بمقاومة معلومة

(م₁) ومسمار الضجوة (هـ ح) بالمقاومة المجهولة (م₂).

٣- توصّل البطارية بين النقطتين (أ)، (د)، ويوصل أحد طرفي الجلفانومتر بالنقطة (ب) بينما يوصل الطرف الآخر له بزائق يتحرك يميناً ويساراً على السلك (أ) (د) كما في الشكل (٤-٢-٢٢).

خطوات العمل:

- ١- كون دائرة كهربية (كما في الشكل ٤-٢-٢٢).
- ٢- أغلق الدائرة الكهربائية باستخدام المفتاح .
- ٣- حرك الزائق على طول السلك (أ) يميناً ويساراً حتى ينعدم انحراف مؤشر الجلفانومتر، وقس بعد الزائق عن الطرف (أ) وليكن (ل_١)، وبعد الزائق عن الطرف (د) وليكن (ل_٢).
- ٤- أعد الخطوات (٢)، (٣) وسجل قيمة ل_١، ل_٢ في كل مرة .
- ٥- دون النتائج في جدول :

النتائج:

م	ل _١ (cm)	ل _٢ (cm)
١		
٢		
٣		

الاستنتاج:

. . قيمة المقاومة م_١ معلومة ، وكذلك الطول ل_١ ، ل_٢ يمكن حسابهما من خلال التدرّج .
 * من العلاقة $\frac{1}{2} \frac{L}{M} = \frac{1}{2} \frac{L}{M}$ يمكن حساب قيمة المقاومة المجهولة م_٢ كما يلي : $\frac{1}{2} \frac{L}{M} = \frac{1}{2} \frac{L}{M}$

التجارب المغناطيسية

معظم التجارب المغناطيسية تعتمد على المغناطيس سواء كان طبيعياً أو صناعياً ، علماً بأن معظم المغناطيسات المستخدمة إن لم يكن كلها هي مغناطيسات صناعية ، ولنجاح التجارب المغناطيسية يجب مراعاة مايلي:

- ١- عدم تعريض المغناطيس للطرق الشديد أو الحرارة الشديدة حتى لا يفقد مغناطيسيته .
- ٢- يستحسن أن تكون برادة الحديد من النوع الخشن حتى يسهل إعادة تخزينها دون فقد يذكر، في حين يستحسن استخدام برادة الحديد الناعمة لتوضيح خطوط الفيض المغناطيسي.
- ٣- في تجارب المغناطيس الكهربائي يجب أن يكون المغناطيس قوياً في شدته لإنتاج تيار كهربائي، وأن يكون الأميتر مضبوطاً على المللي أمبير ، حتى تكون قراءته واضحة للطلاب.
- ٤- لبيان تولّد مجال مغناطيسي حول سلك نتيجة مرور تيار كهربائي يستحسن أن يكون السلك معزولاً عن المنطقة التي توضع تحتها البوصلة المغناطيسية.
- ٥- لا يستخدم المغناطيس إلا مع التجارب التي تتطلب ذلك ، كما لا يوضع إلا في المكان المحدد له في التجربة .

تجربة (٤-٣-١) : تخطيط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي :

الهدف من التجربة:

توضيح شكل المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في سلك مستقيم.

خلفية نظرية:

الموصلات لها أشكال مختلفة ، فعند مرور تيار كهربائي في هذه الموصلات فإنه يتولد حولها مجالات مغناطيسية مختلفة في أشكالها ، وبالتالي يعتمد أشكال وعدد خطوط القوى المغناطيسية على شكل الموصل الذي يمر فيه التيار الكهربائي .

عند مرور تيار كهربائي في سلك مستقيم يتولد حول السلك مجال مغناطيسي يمكن تحديد اتجاهه عن طريق قاعدة أمبير لليد اليمنى كما في الشكل (١-٣-٤) .

أدوات التجربة :

- بطارية - سلك نحاسي سميك مستقيم (معزول) - برادة حديد - أسلاك توصيل - ورق مقوى - مفتاح كهربائي .

خطوات العمل:



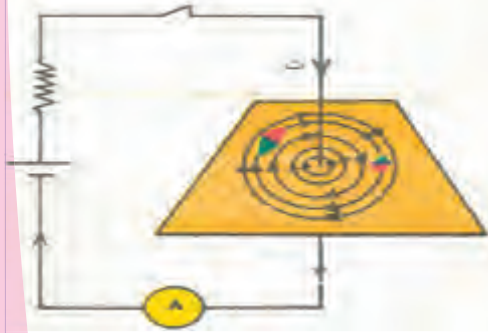
شكل (١-٣-٤) يوضح قاعدة أمبير لليد اليمنى

- ١- انفذ السلك النحاسي المستقيم من منتصف الورقة المقوى، كما في الشكل (٢-٣-٤) .
- ٢- ثبت الورقة في المستوى الأفقي بحيث يكون السلك عمودياً على مستواها (يمكنك تثبيت الورقة باستخدام أي حامل موجود في المعمل) .
- ٣- بواسطة أسلاك التوصيل صل السلك المستقيم بالبطارية (يمكنك استخدام مفتاح كهربائي) .
- ٤- انثر قليلاً من برادة الحديد على الورقة (ويستحسن

أن تكون برادة الحديد من النوع الناعم) ثم أغلق الدائرة الكهربائية، واطرق الورقة بالقلم طرقاتاً خفيفاً . تلاحظ أن برادة الحديد قد ترتبت على هيئة دوائر متحدة المركز، مركزها السلك المستقيم ، وهذه الدوائر تمثل خطوط المجال المغناطيسي المتكون كما في الشكل (٢-٣-٤) .

ولأن المجال المغناطيسي له اتجاه ، فيمكن توضيح اتجاه المجال المغناطيسي عند أي نقطة

واقعة فيه نظرياً بتطبيق قاعدة أمبير لليد اليمنى ، وذلك على النحو التالي :



شكل (٢-٣-٤) يوضح كيفية ترتيب برادة الحديد

- ١- اقبض على السلك بمقبض يدك اليمنى، بحيث يشير إبهامك إلى اتجاه التيار (اتجاه التيار في الدائرة من القطب الموجب للبطارية مروراً بالسلك إلى القطب السالب للبطارية)، وتشير بقية أصابع اليد إلى اتجاه المجال المغناطيسي كما في الشكل (١-٣-٤) .

٢- كرر الخطوة رقم (١) بعكس اتجاه التيار ،

ثم اقبض على السلك لتؤكد على تغير اتجاه المجال المغناطيسي وفقاً لتغير اتجاه التيار الكهربائي ، الذي يمكن تحديده باستخدام قاعدة أمبير لليد اليمنى، التي تشير الإبهام فيها إلى اتجاه التيار فيما تشير بقية الأصابع إلى اتجاه المجال المغناطيسي المتولد .

- كذلك يمكن تحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند أي نقطة واقعة فيه عملياً بوضع بوصلة صغيرة عند النقطة فيشير قطبها الشمالي إلى اتجاه المجال عند تلك النقطة ، حيث يكون مماساً لخط القوة .

الاستنتاج :

من خلال التجربة نستنتج أنه : إذا مر تيار كهربائي في سلك مستقيم يتولد حول السلك مجال مغناطيسي على شكل دوائر متحدة المركز، مركزها السلك .

تجربة (٣-٤) : ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي :

الهدف من التجربة:

توليد تيار كهربائي بتأثير مجال مغناطيسي، أي الحصول على تيار كهربائي تأثيري باستخدام مجال مغناطيسي.

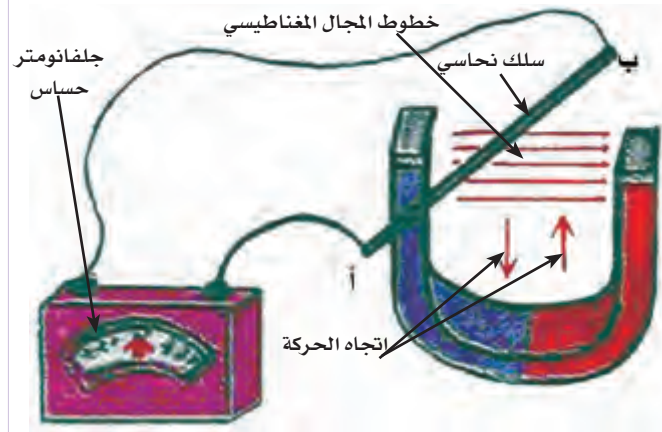
خلفية نظرية :

نعلم أن التيار الكهربائي المار في سلك يولد حوله مجالاً مغناطيسياً . وكان (أورستيد) قد كشف عن هذه الظاهرة ، وبعد ذلك تمكن العالم (فارادي) من عكس هذه الظاهرة ، أي توليد تيار كهربائي باستخدام مجال مغناطيسي، وسمي التيار الناتج بـ (التيار التأثيري)، وسميت هذه الظاهرة بالتأثير الكهرومغناطيسي.

أدوات التجربة:

مغناطيس على شكل حدوة الفرس، سلك سميكة من النحاس، أسلاك توصيل، جلفانومتر

خطوات العمل :



شكل (٣-٤) يوضح كيفية توليد تيار تأثيري

- ١- خذ سلك (أ ب) وصل طرفيه بجلفانومتر حساس صفر تدريجه في المنتصف كما في الشكل (٣-٤) .
- ٢- حرك السلك (أ ب) إلى أسفل بحيث يقطع خطوط المجال المغناطيسي، تلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر في اتجاه معين، وهذا دليل على توليد

تيار كهربائي في الموصل.

٣- حرك السلك (أ ب) إلى أعلى في عكس اتجاه حركته السابقة، تلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر في اتجاه معاكس لانحرافه السابق، دليلاً على أن التيار الكهربائي المتولد يتغير اتجاهه بتغير اتجاه الحركة.

٤- عند توقف السلك عن الحركة، تلاحظ عودة المؤشر إلى صفر التدريج، دلالة على انعدام تولد التيار الكهربائي عند توقف السلك عن الحركة.

٥- حرك السلك (أ ب) أفقياً باتجاه يوازي خطوط المجال المغناطيسي، تلاحظ عدم انحراف مؤشر الجلفانومتر، وهذا دليل على أن حركة الموصل في اتجاه المجال المغناطيسي لا تولد تياراً كهربائياً، لعدم قطعه لخطوط المجال المغناطيسي.

الاستنتاج:

١- إذا قطع موصل خطوط المجال المغناطيسي، فإنه يتولد لديه تيار كهربائي يسمى (التيار التأثيري).

٢- يستمر توليد التيار التأثيري باستمرار حركة الموصل (باستمرار القطع لخطوط المجال) وبعبارة أخرى: يستمر تولد التيار التأثيري في الموصل باستمرار التدفق المغناطيسي خلال المساحة التي يقطعها الموصل خلال حركته.

تجربة (٤-٣-٣) (قاعدة لنز) :

الهدف من التجربة:

تحقيق قاعدة لنز عملياً .

خلفية نظرية :

يكون اتجاه التيار التآثيري بحيث يعاكس المولد

الذي يولده .

أدوات التجربة:

ملف لولبي، جلفانومتر حساس، قضيب

مغناطيسي.

خطوات العمل:

١- صل طرفي الملف اللولبي بالجلفانومتر الحساس

(صفر تدريجه في المنتصف).

٢- قرب من الملف القطب الشمالي للمغناطيس

بحيث يكون اتجاه الحركة عمودياً على مستوى

لضاته، تلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر ، كما

في الشكل (٤-٣-٤) .

٣- حرك القطب الشمالي للمغناطيس بعيداً عن

الملف، تلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر في

الاتجاه المعاكس، دلالة على أن اتجاه الحركة يؤدي

إلى تغير اتجاه التيار التآثيري، كما في الشكل (٤-٣-٥).

٥-٣.

٤- أعد التجربة السابقة بتقريب القطب الجنوبي، تلاحظ أن تغير اتجاه المجال المغناطيسي

المؤشر يؤدي إلى تغير اتجاه التيار التآثيري ، كما في الشكل (٤-٣-٦) .

٥- حرك القطب الجنوبي للمغناطيس بعيداً عن الملف، تلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر في

الاتجاه المعاكس لما كان عليه عند التقريب، دلالة على أن تغير اتجاه الحركة يؤدي إلى تغير

اتجاه التيار التآثيري ، كما في الشكل (٤-٣-٧) .

الاستنتاج :

مما سبق نستنتج أنه :

١- إذا كان تولد تيار تآثيري بسبب اقتراب قطب مغناطيسي فإنه يتولد في الملف تيار تآثيري،

بحيث يكون قطب الملف المواجه للمغناطيس قطباً مشابهاً (شكل رقم ١، ٣)، أي أنه عند ازدياد

التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف يتولد عنه في الوجه القريب للملف قطب مشابه،

وبذلك يكون اتجاه التدفق المغناطيسي الناشئ عن التيار التآثيري معاكساً للتدفق المؤثر.

٢- إذا كان سبب تولد التيار التآثيري ابتعاد قطب مغناطيسي ، فإنه يتولد في الملف تيار تآثيري،

بحيث يكون قطب الملف المواجه للمغناطيس قطباً مخالفاً (شكل ٢ و ٤). أي أنه عند تناقص

التدفق المغناطيسي الذي يجتاز الملف يتولد في الوجه القريب للملف قطب مخالف، وبذلك

يكون اتجاه التدفق المغناطيسي الناشئ عن التيار التآثيري موافقاً للتدفق الأصلي.

التجارب الميكانيكية (خواص الأجسام وقياسها)

عند إجراء التجارب المتعلقة بخواص الأجسام وقياسها يجب مراعاة مايلي:

- ١- التأكد من صلاحية عمل الأجهزة المطلوبة ، مثل الموازين.
- ٢- التأكد من نظافة الميزان وخصوصاً الكفتين ، وأن تكون قاعدة الميزان في وضع أفقي.
- ٣- حفظ الموازين الحساسة في أماكن مناسبة بعيدة عن الرطوبة والغبار وتيار الهواء.
- ٤- مراعاة الهدوء والاتزان والدقة في عمل تجارب قاعدة أرشميدس ، حيث يجب التأكد من وضوح ودقة التدرج في المخبر المدرج ، وكذلك عدم انسياب السائل المزاح إلا من المكان المخصص له.
- ٥- للتأكيد على أن حجم السائل المزاح يساوي حجم الجسم المغمور يمكن استخدام أجسام منتظمة الشكل، مثل المكعب ، ومن ثم قياس حجمه بالقوانين الرياضية.
- ٦- الحرص في أخذ الزمن (الوقت) بالتحديد في التجارب التي تتطلب تحديد الزمن .
- ٧- العناية بنظافة سطوح الاحتكاك وتجارب قوانين نيوتن للحركة من الأتربة والغبار .
- ٨- المحافظة على استمرارية التطبيق أو التجربة وعدم لمس مكوناته أثناء إجرائها .
- ٩- لا تلمس الجسم المراد قياس كتلته، واستخدم الماسك (الملقاط) لوضعه على كفة الميزان .

تجربة (١-٤-٤) التمدد الشاذ للماء :

الهدف من التجربة :

إثبات التغير في كثافة الماء عند درجة حرارة معينة .

خلفية نظرية:

إن معظم المواد تتمدد بالتسخين وتنكمش بالتبريد، ولكن الماء يشذ عن هذه القاعدة . فعند رفع درجة حرارة الماء من $(4C^0)$ إلى درجة حرارة $(100C^0)$ يسلك الماء سلوك المواد الأخرى ، وعندما يبرد الماء من درجة حرارة $(100C^0)$ إلى درجة حرارة $(4C^0)$ يسلك الماء سلوك المواد الأخرى .

فعند درجة حرارة ابتداءً {من $(4C^0)$ إلى درجة حرارة $(0C^0)$ } ينكمش الماء وبالتالي يزداد

حجمه وتقل كثافته.

أدوات التجربة:

جهاز هوب- مخلوط مبرد (جليد مجروش)-

بلورات من ملح الطعام (ملح خشن) - ماء بارد تبلغ درجته من (٨ - ١٠) درجة مئوية .

التركيب:

يتركب جهاز هوب كما في الشكل (١-٤-٤) من:

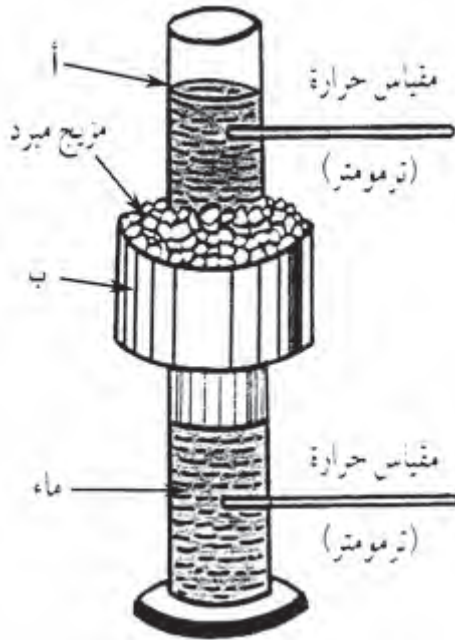
١- إناء أسطواني (أ) له فتحتان إحدهما قرب فوهته والأخرى قرب قاعدته .

٢- الإناء الأسطواني به فتحتان مسدودتان بسدادين من المطاط ينفذ من كل منهما ترمومتر .

٣- يحيط بالإناء عند منتصفه إناء أسطواني معدني (ب) أكثر اتساعاً .

خطوات التجربة:

(١) املاً الحوض الأسطواني (ب) بمزيج الجليد والملح.



شكل (١-٤-٤) جهاز هوب

- ٢) صب الماء البارد في الإناء الأسطواني (أ) حتى يغمر مستودع الترمومتر العلوي.
- ٣) تتبع قراءتي الترمومتريين العلوي والسفلي على فترات منتظمة، وسجل القراءات في جدول النتائج.
- ٤) انتظر حتى تصل درجة الترمومتر السفلي إلى $(4C^0)$.
- ٥) استمر في تتبع قراءتي الترمومتريين العلوي والسفلي على فترات منتظمة وسجل القراءات الجديدة في جدول النتائج.

ملحوظات :

- ١- حاول أن تحافظ على استمرار عملية التبريد بإضافة كميات من المخلوط المبرد في الحوض.
- ٢- تنخفض درجة حرارة الماء وسط الإناء (أ) لملاصقته للمخلوط المبرد .
- ٣- ثبوت قراءة الترمومتر العلوي وانخفاض قراءة الترمومتر السفلي يدلان على أن الماء وسط المخبر.
- ٤- عند انخفاض درجة حرارة الماء يقل حجمه وتزداد كثافته ومن ثم يهبط إلى القاع .
- ٥- استمرار انخفاض درجة الحرارة تزداد كثافة الماء تدريجياً حتى تصل درجة حرارته إلى $(4C^0)$.
- ٦- عند انخفاض درجة الحرارة عن $(4C^0)$ تثبت قراءة الترمومتر السفلي عند $(4C^0)$ ، وتنخفض قراءة الترمومتر العلوي ما يدل على أن كثافة الماء تأخذ في النقصان عن قيمتها عند $(4C^0)$ فيرتفع الماء إلى أعلى فيسبب انخفاض قراءة الترمومتر العلوي تدريجياً حتى تصل إلى الصفر المئوي .
- ٧- تكون كثافة الماء أكبر ما يمكن عند $(4C^0)$.
- ٨- استمرار ملاصقة الماء وسط المخبر للمخلوط المبرد تتكون طبقة رقيقة من الجليد عند المنتصف ثم تطفو على سطح الماء في الإناء (أ) ، وبذلك يزداد سمكه تدريجياً مع بقاء قراءتي الترمومتريين العلوي والسفلي ثابتتين عند $(4C^0)$ ، $(0C^0)$ على الترتيب .

النتائج :

الزمن بالدقيقة	قراءة الترمومتر العلوي	قراءة الترمومتر السفلي

الاستنتاج العام :

عند رفع درجة حرارة السائل أو الجامد تزداد طاقة جزيئاته وبالتالي تزداد سعة اهتزازها ، وهذا يؤدي إلى زيادة متوسط المسافة بين كل جزيء والجزيئات المجاورة أي أن السائل أو الجامد يتمدد عند رفع درجة حرارته ، وبالرغم من وجود بعض الاستثناءات الواضحة من هذه القاعدة (الماء مثلاً ينكمش عند رفع درجة حرارته في المدى من $(0C^0)$ إلى $(4C^0)$) بأن معظم المواد تتمدد بارتفاع درجة الحرارة .

تطبيق:

فسر تجمد الطبقة السطحية لمياه البحار والمحيطات في حين تظل قيعانها على الحالة السائلة ؟

تجربة (٢-٤-٤) قاعدة أرشميدس :

أهداف التجربة:

تحقيق قاعدة أرشميدس عملياً .

خلفية نظرية :

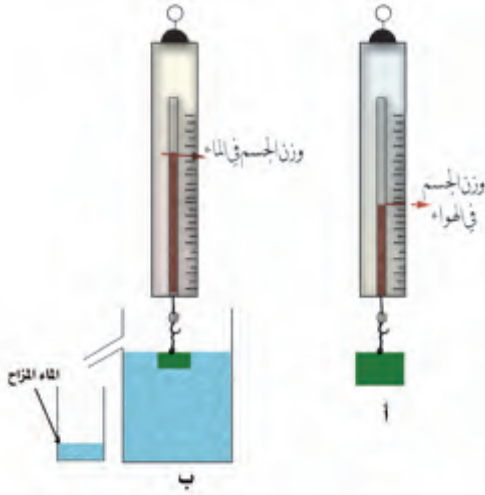
١- لعلك لاحظت عند العوم في حمام السباحة أن الماء يدفعك من أسفل إلى أعلى، وإذا غمرت قطعة من الفلين داخل حوض به ماء ثم تركتها، فإنك تلاحظ أنها تندفع إلى سطح الماء وتطفو عليه. ويرجع ذلك إلى أن جميع الأجسام التي تغمر في سائل تتعرض لضغط السائل عليها بقوة تعمل إلى أعلى. وتسمى قوى دفع السائل للجسم، ولذا تبدو الأجسام في السوائل أقل وزناً من وزنها في الهواء.

وقد وجد أرشميدس بالتجربة العملية أنه إذا غمر جسم جزئياً أو كلياً في سائل فإن السائل يدفعه إلى أعلى بقوة تساوي وزن السائل الذي يزيحه الجسم. أي أن:
قوة دفع السائل على الجسم من أسفل إلى أعلى = حجم الجزء المغمور من الجسم × كثافة السائل × عجلة الجاذبية الأرضية.

أدوات التجربة:

- جسم معلوم الحجم (مكعب من النحاس) -
- ميزان زنبركي - خيط رفيع - مخبر مدرج - كأس به ماء - كأس ازاحة (كأس لها فتحة جانبية) .

خطوات التجربة:



شكل (٢-٤-٤) استنتاج قاعدة أرشميدس

- ١- عين بطريقة مناسبة حجم الجسم (مكعب من النحاس، وليكن حجمه 27cm^3) .
- ٢- علق الجسم بواسطة خيط رفيع في ميزان زنبركي وعين وزن الجسم في الهواء (شكل ٤-٢-٤).

- ٣- املا كأس الازاحة بالماء وانتظر حتى يقف انسكاب ونزول السائل (الماء) من الفتحة الجانبية.

- ٤- ضع مخبراً مدرجاً نظيفاً فارغاً أسفل الفتحة الجانبية لكأس الازاحة .
- ٥- اغمر الجسم المعلق بالميزان الزنبركي في كأس الازاحة باحتراس ، بحيث لا يلامس الجسم قاع أو جدران الكأس ، ستلاحظ خروج مقدار من الماء من كأس الازاحة إلى المخبر المدرج (٤-٢-٤ ب).

- ٦- عين بالميزان الزنبركي وزن الجسم وهو مغمور في الماء .
- ٧- عين حجم الماء المزاح بالمخبر المدرج .
- ٨- احسب وزن الماء المزاح ، ثم احسب قوة دفع الماء .
- ٩- قارن بين كل من قوة دفع الماء ، ووزن الماء المزاح بواسطة الجسم .

النتائج :

- حجم الجسم المغمور (حجم مكعب النحاس) ، وليكن 27سم^3 .
- وزن الجسم في الهواء ، وليكن 260 ثقل جرام .
- وزن الجسم وهو مغمور في الماء ، وليكن 233 ثقل جرام .
- حجم الماء المزاح في كأس الازاحة 27سم^3 .
- قوة دفع السائل على الجسم = وزن الجسم في الهواء - وزن الجسم في الماء

$$= 260 - 233 = 27 \text{ ثقل جرام .}$$

$$\text{وزن الماء المزاح} = \text{حجم الماء المزاح} \times \text{كثافة الماء} \times \text{عجلة الجاذبية}$$

$$= 1 \times 27 = 27 \text{ ثقل جرام .}$$

الاستنتاج :

من خلال نتائج التجربة يمكن التوصل إلى :

قوة دفع السائل = وزن الجسم في الهواء - وزن الجسم في السائل .

قوة دفع السائل = وزن السائل المزاح ← (١)

• : وزن السائل المزاح = حجم السائل المزاح × كثافة السائل × عجلة الجاذبية الأرضية .

• : وزن السائل المزاح = حجم الجسم المغمور × كثافة السائل × عجلة الجاذبية الأرضية ← (٢) .

من المعادلة (١) والمعادلة (٢) نجد أن :

قوة دفع السائل = حجم الجسم المغمور × كثافة السائل × عجلة الجاذبية الأرضية .

• : (إذا غمر جسم في سائل فإنه يلقي دفعاً رأسياً من أسفل إلى أعلى ، وهذا الدفع يعادل

وزن السائل المزاح) ، وهذا هو نص قاعدة ارشميدس .

تجربة (٣-٤-٤) العوامل التي تتوقف عليها قوة دفع السائل للأجسام المغمورة فيه :

الهدف من التجربة :

معرفة العوامل التي تتوقف عليها

قوة دفع السائل للأجسام المغمورة فيه .

خلفية نظرية :

إذا غمر جسم في سائل فإنه يلقي

دفعاً رأسياً من أسفل إلى أعلى بقوة تسمى

قوة دفع السائل على الجسم .

أي أن قوة دفع السائل = وزن الجسم

في الهواء - وزن الجسم في السائل .

وتتوقف هذه القوة (قوة دفع السائل)

للأجسام المغمورة فيه على :

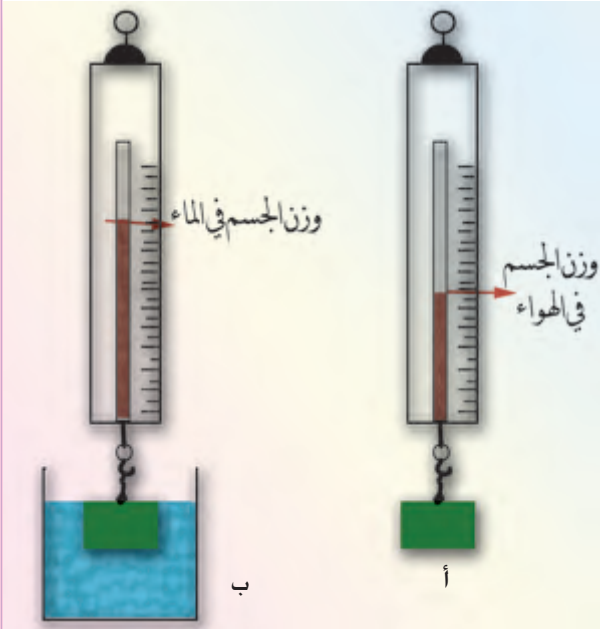
١- حجم الجسم المغمور : تزيد قوة

دفع السائل بزيادة حجم الجسم

المغمور .

٣- كثافة السائل : تزيد قوة دفع السائل

بزيادة كثافة السائل .



شكل (٣-٤-٤) تعيين قوة دفع السائل على الأجسام

أدوات التجربة :

ميزان زنبركي - خيوط تعليق - أجسام من النحاس مختلفة الحجم - عدد (٣) أوعية ، في

كل منها سائل مختلف عن الآخر (ماء، زيت، كحول) - ورق نشاف .

خطوات التجربة:

١- عين حجم كل جسم من الأجسام ودون ذلك في جدول النتائج (٣-١) .

٢- علق الجسم الأول بالميزان الزنبركي كما في الشكل (٣-٤-٤) و عين وزنه في الهواء ودون ذلك

في جدول النتائج .

٣- اغمر الجسم وهو معلق بالميزان في السائل الأول (الماء) وسجل وزنه في الجدول .

- ٤- أخرج الجسم من السائل الأول وجفّفه جيداً ، ثم اغمره في السائل الثاني (الزيت)، كرر هذه الخطوة للسائل الثالث (الكحول)، وفي كل مرة سجل وزن الجسم وهو مغمور في السائل.
- ٥- كرر الخطوات السابقة للأجسام الأخرى ، ولاحظ التغير في وزن كل منها بعد غمره في السوائل الثلاثة .

النتائج :

جدول (١-٣)

م	الجسم	حجم الجسم (cm ³)	وزن الجسم في الهواء (gm)	وزن الجسم وهو مغمور في الماء (gm)	وزن الجسم وهو مغمور في الزيت (gm)	وزن الجسم وهو مغمور في الكحول (gm)
١						
٢						
٣						

الاستنتاج :

مما سبق نستنتج أنه :

- وزن الجسم وهو مغمور في أي سائل يقل عن وزنه وهو في الهواء .
- كلما زادت كثافة السائل زادت قوة دفعه للجسم ، فيقل وزن الجسم.
- كلما زاد حجم الجسم المغمور زادت قوة دفع السائل للجسم فيقل وزن الجسم .

تطبيقات على قاعدة أرشميدس :

لقاعدة أرشميدس في السوائل تطبيقات واسعة في الحياة والصناعة ، ولعل أهم هذه التطبيقات (السفينة والغواصة والبالون والمنطاد) .

وهذه القاعدة هي التي توضح بأن قوة دفع الماء لأعلى هي التي ترفع السفينة وتجعلها تطفو فوق سطح البحر وتسير فوقه بأمان ، طالما كان مجموع الأحمال التي تحملها أقل من قوة دفع الماء للسفينة من أسفل إلى أعلى ، وهو يساوي وزن حجم الماء المساوي للجزء المغمور من السفينة .

تجربة (٤-٤-٤) : قانون الطفو :

الهدف من التجربة:

ايجاد العلاقة بين وزن الجسم الطافي ووزن السائل المزاح (قانون الطفو) .

خلفية نظرية:

- قاعدة الطفو : عندما يطفو الجسم على سطح سائل ، فإن جزءاً منه يظهر على سطح السائل ، بينما ينغمر الجزء الآخر في السائل فيزيح مقداراً من السائل ، وتنشأ نتيجة لذلك قوة دافعة على الجسم حيث إن :

وزن الجسم الطافي = وزن السائل المزاح .

وعلى هذا الأساس فإن جميع الحقائق المتعلقة بالأجسام الطافية في الأصل تطبيقات لقاعدة أرشميدس.

فلو فرضنا أن جسماً منتظماً يطفو على سطح سائل مساحة قاعدته (س) وطوله (ل) ، وطول الجزء المغمور منه (ل') ، وكثافة الجسم (ث) ، وكثافة السائل (ث') .

∴ وزن الجسم الطافي = وزن السائل المزاح .

∴ حجم الجسم × كثافته = حجم السائل المزاح × كثافة السائل .

∴ حجم الجسم × كثافته = حجم الجزء المغمور × كثافة السائل .

∴ ل × س × ث = ل' × س × ث'

∴ $\frac{ل}{ث} = \frac{ل'}{ث'}$

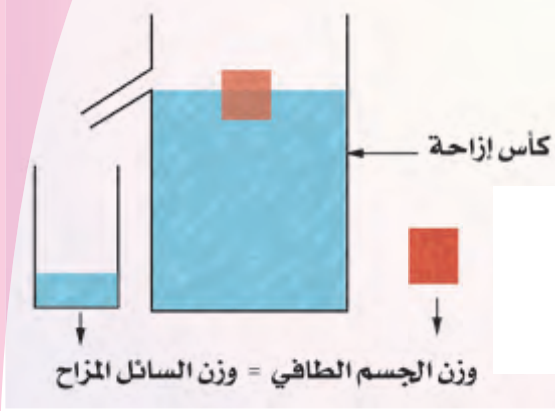
فإذا عرفنا كثافة الجسم ونسبة الجزء المغمور من طول الجسم في السائل يمكن معرفة كثافة السائل.

أدوات التجربة:

جسم يطفو فوق الماء (مكعب من الخشب) ، ميزان حساس ، كأس إزاحة ، كأس صغيرة .

خطوات العمل :

- 1- عين وزن الجسم بالميزان الحساس .
- 2- عين وزن الكأس الصغيرة (فارغة ونظيفة وجافة) بالميزان الحساس .



شكل (٤-٤-٤) إثبات قانون الطفو

- 3- املاً كأس الإزاحة بالماء وانتظر حتى يقف نزول الماء من الفتحة الجانبية .
- 4- ضع الكأس الصغيرة الموزونة تحت الفتحة الجانبية لكأس الإزاحة .
- 5- ضع الجسم باحتراس فوق سطح الماء في كأس الإزاحة ، واجمع الماء المزاح في الكأس الصغيرة الموزونة وانتظر حتى يقف نزول الماء .

6- عين وزن الكأس الصغيرة وبه الماء المزاح .

7- احسب وزن السائل المزاح بواسطة الجزء

المغمور ، وذلك بطرح وزن الكأس الصغيرة وهي فارغة من وزن الكأس الصغيرة وبها الماء المزاح .

8- قارن بين وزن الجسم الطافي ووزن الماء المزاح .

النتائج :

- وزن الجسم الطافي = جم .
- وزن الكأس فارغة = جم .
- وزن الكأس وبها الماء المزاح = جم .
- وزن الماء المزاح = جم .

الاستنتاج :

- 1- من خلال التطبيق العملي أمكن التوصل إلى ما يلي :
- وزن الجسم الطافي = وزن السائل المزاح بالجزء المغمور من الجسم .
- حجم الجسم \times كثافة مادة الجسم = حجم الجزء المغمور من الجسم \times كثافة السائل .
- (إذا طفا جسم فوق سطح سائل فإن وزن الجسم الطافي = وزن السائل المزاح بواسطة الجزء المغمور من الجسم) وهو نص قانون الطفو .

❖ تطبيق على قاعدة الأجسام الطافية (الهيدرومتر) :

(تم ذكر وصف الجهاز في الفصل الثالث من هذا الباب) .

يمكن استخدام الهيدرومتر لقياس الوزن النوعي للسائل كما يلي :

نفرض أن مساحة قاعدة الهيدرومتر (س) ووزنه (و) ، وكان طول الجزء المغمور منها في الماء

يساوي (ل) ، وطول الجزء المغمور منها في السائل يساوي (ل) ، وأن كثافة السائل تساوي (ث) .

∴ وزن الهيدرومتر (و) = وزن السائل المزاح

$$∴ ل \times س \times ١ \text{ ثقل جرام} / \text{سم}^3 = ل \times س \times ث$$

$$∴ \frac{ل}{ل} = \frac{\text{ثقل جم} / \text{سم}^3}{\text{ثقل جم} / \text{سم}^3}$$

أي أن الكثافة الوزنية للسائل = $\frac{\text{طول الجزء المغمور في الماء}}{\text{طول الجزء المغمور في السائل}}$

تجربة (٤-٤-٥) : الأعمدة الهوائية : الهدف من التجربة: تعيين سرعة الصوت في الهواء

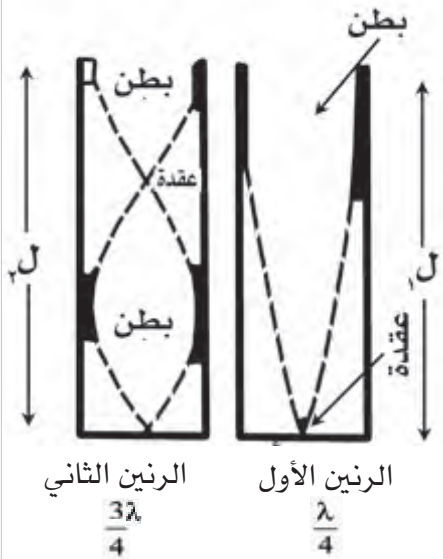
باستخدام ظاهرة الرنين في الأعمدة الهوائية المغلقة.

خلفية نظرية :

١- الصوت يحدث نتيجة اهتزاز الأجسام، وعندما يهتز جسم متأثراً باهتزاز جسم آخر يؤدي ذلك إلى تقوية الصوت الناتج، وهو ما يعرف بالرنين. ولدراسة حدوث ظاهرة الرنين نستخدم الأعمدة الهوائية سواء كانت مغلقة أو مفتوحة. فالأعمدة الهوائية المغلقة تكون مفتوحة من طرف ومغلقة من الطرف الآخر، أما الأعمدة الهوائية المفتوحة فهي مفتوحة الطرفين. وقد صممت الأعمدة الهوائية بتصاميم مختلفة لدراسة ظاهرة الرنين، حيث يمكن التحكم في طول العمود الهوائي عن طريق التحكم في مستوى سطح الماء أو أي سائل آخر داخل الأنبوب. كما يمكن استخدام ظاهرة الرنين في الأعمدة الهوائية المغلقة في تعيين سرعة الصوت في الهواء.

٢- يمكن حساب سرعة الصوت باستبعاد مقدار

الخطأ ، وذلك كالآتي :



$$(١) \quad L_1 + e = \frac{\lambda}{4}$$

حيث e مقدار خطأ موضع الشوكة .

$$(٢) \quad L_2 + e = \frac{3\lambda}{4}$$

ب طرح معادلة (٢) من معادلة (١) :

$$(٣) \quad L_1 - L_2 = \frac{\lambda}{2}$$

حيث L_1 أقصر عمود رنين ، L_2 عمود الرنين الذي يليه مباشرة.

شكل (٤-٤-٥) حدوث أمواج موقوفة في عمود هوائي أثناء اهتزاز اهتزازاً رنينياً

وبما أن سرعة الصوت هي : $V = f \lambda$

حيث λ طول الموجة ، f تردد الشوكة الرنانة ، V سرعة الصوت.

نعوض عن سرعة الصوت في المعادلة (٣) .

$$V = 2f(L_2 - L_1) \quad (٤)$$

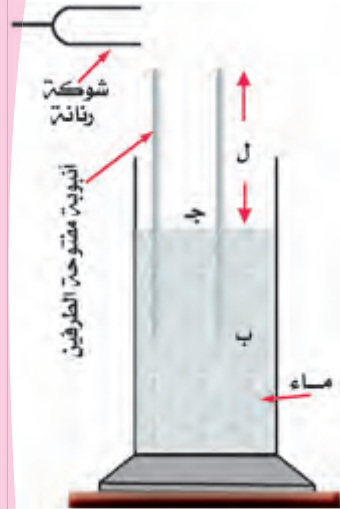
ويدل ذلك على حدوث بطن عند الطرف المفتوح، وحدث عقدة عند الطرف المغلق للعمود الهوائي .
أي أنه قد حدثت أمواج موقوفة في العمود الهوائي تتجه لتداخل الأمواج الطولية الساقطة والأمواج الطولية المنعكسة .

ويعني ذلك أن الرنين يحدث في العمود الهوائي عندما يكون له طول يسمح بحدوث بطن عند طرفه المفتوح وحدث عقدة عند طرفه المغلق .

وفي شكل (٤-٥-٤ أ) يمثل المنحنى المتصل الأمواج الساقطة ، بينما يمثل المنحنى المتقطع الأمواج المنعكسة .

وواضح أن المسافة بين بطنين متتاليين = المسافة بين عقدتين متتاليتين = نصف طول الموجة .

أدوات التجربة:



مخبر طويل (عمود هوائي مغلق) - أنبوبة زجاجية مفتوحة الطرفين (عمود هوائي مفتوح) - حامل خشبي - شوكية رنانة معلومة التردد - مسطرة (نصف متر)، كأس - قرص فلين .

ويوضح الشكل (٤-٥-٤ ب) مخبراً غمرت فيه الأنبوبة الزجاجية (أنبوبة الرنين) المثبتة في الحامل الرأسي، وشوكية رنانة موضوعة وضعا صحيحاً عند فوهته .

خطوات العمل:

شكل (٤-٥-٤ ب) العمود الهوائي

١- املاً المخبر بالماء ، واغمر فيه الأنبوبة الزجاجية ، بحيث يتكون فيها عمود هوائي لا يزيد طوله عن 60cm .

٢- اطرق الشوكية الرنانة ثم ضعها قريباً من أنبوبة الرنين، بحيث لا تلامسها، ثم ارفع أنبوبة الرنين عن سطح الماء تدريجياً حتى تحصل على أقوى رنين .

٣- قس المسافة من حافة فوهة أنبوبة الرنين إلى سطح الماء .

٤- استمر برفع أنبوبة الرنين تدريجياً إلى أن تحصل على أقوى رنين .

٥- ثبت الأنبوبة وقس المسافة من حافتها إلى سطح الماء (L_2) .

٦- كرر خطوات (٢) ، (٣) ، (٤) ، (٥) عدة مرات ثم أوجد المتوسط لكل من L_1 ، L_2 .

٧- احسب سرعة الصوت من العلاقة رقم (٤) .

النتائج:

- تردد الشوكية الرنانة = Hz .

٢	(L_1)m	(L_2)m	($L_2 - L_1$)m	$V(\text{ms}^{-1})$
1				
2				
3				

- متوسط (V) = ms^{-1}

الإستنتاج :

(١) من خلال نتائج الجدول يمكن إثبات أن سرعة الصوت في الهواء = 340ms^{-1} .

(٢) حساب نسبة الخطأ :

إذا اعتبرنا أن سرعة الصوت في الهواء 340m/s عند الضغط الجوي المعتاد ودرجة حرارة الغرفة (باعتبارها 20°C) .

$$\text{الخطأ المطلق} = \frac{\text{القيمة المحسوبة} - \text{القيمة الحقيقية}}{\text{القيمة الحقيقية}} \times 100\% .$$

(٣) تطبيق: إذا أعطيت شوكة رنانة مجهولة التردد ، وضع كيف تعين ترددها باستخدام شوكة رنانة معلومة التردد ومخبار رنين.

الإجابة:

١- عين الطول الحقيقي لأقصر عمود هوائي يحدث رنيناً مع الشوكة المعلومة التردد ثم الطول المناظر للشوكة المجهولة التردد .

$$٢- احسب التردد المجهول من العلاقة: \frac{\text{الطول الحقيقي الثاني}}{\text{الطول الحقيقي الأول}} = \frac{\text{تردد الشوكة الأولى}}{\text{تردد الشوكة الثانية}}$$

الاحتياطات:

- ١- لا تجعل فرع الشوكة يتصادم بزجاج المخبار حتى لا ينكسر المخبار .
- ٢- عند قياس طول العمود الهوائي ابدأ القياس من السطح المقعر للماء .

تجربة (٦-٤-٤) : العلاقة بين تردد الوتر وطوله:

الهدف من التجربة:

تحقيق العلاقة بين النغمة الأساسية لوتر مشدود (التردد) وبين طول هذا الوتر .
خلفية نظرية:

(١) الصوت يحدث نتيجة لاهتزاز الأجسام، فعندما تهتز الأوتار مثلاً نسمع نغمات صوتية معينة ومتنوعة بحسب تردد الوتر (f)، ويتوقف تردد الوتر على طوله (ل) وقوة شدة (ش) وكتلة وحدة الأطوال من الوتر (ك) أي أن تردد النغمة الأساسية لوتر مشدود يتناسب تناسباً عكسياً مع الطول المهتز منه، كما في الشكل (٦-٤-٤) .

(٢) يعد اهتزاز الوتر مثلاً للموجة المستعرضة. ويمكن تحديد سرعة انتشار الموجات المستعرضة خلال وتر مشدود من العلاقة:

$$\frac{\text{ش}}{\text{ك}} \sqrt{\frac{1}{\lambda}} = (f)$$

$$\lambda = 2L$$

$$\therefore (f) = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{\text{ش}}{\text{ك}}} \leftarrow (f) = \text{مقدار ثابت} \times \frac{1}{L}$$

وكون f في البسط من طرف المعادلة و (ل) في المقام من الطرف الثاني للمعادلة فإن التناسب بينهما عكسياً .
أي أنه كلما زاد طول الوتر قل تردده، والعكس صحيح
أي أن: $f \propto \frac{1}{L}$.

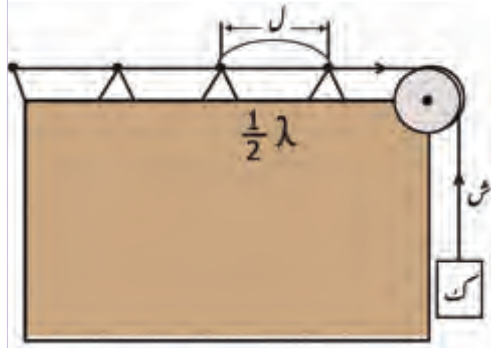
والنسبة بين ترددي وترين تعطى من العلاقة $\frac{f_1}{f_2} = \frac{L_2}{L_1}$.

أدوات التجربة :

عدة شوكات رنانة معلومة التردد (٣ شوكات على الأقل) - صونومتر - قطعة صغيرة من الورق (ركاب) قرص من الفلين (أو المطاط) ، أثقال .

خطوات العمل:

- ١- من الأدوات السابقة كوّن الشكل (٧-٤-٤) .
- ٢- رتب الشوكات الرنانة ترتيباً تصاعدياً (أو تنازلياً) حسب تردداتها .
- ٣- ضع قصاصة ورق على الوتر (منتصف المسافة أ ب) واطرق الشوكة الأولى برفق على قرص

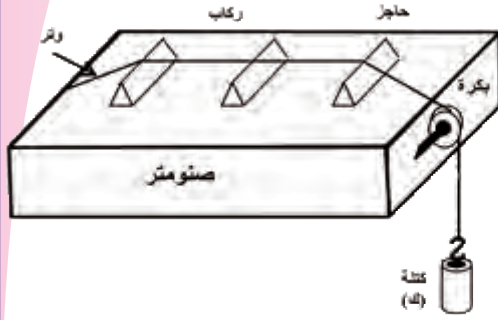


شكل (٦-٤-٤)

الفلين، ثم وضعها بحيث ترتكز قاعدتها على صندوق الصونومتر فتسمع رنيناً، حرك القنطرة المتحركة (ب) حتى يهتز الوتر متوافقاً بتردده مع تردد الرنين .

٤- إذا كانت نغمة الوتر أكثر (غلظة) من نغمة الشوكة فيجب إنقاص طول الجزء المهتز من الوتر لتزداد درجة النغمة ارتفاعاً، كرر الخطوة (٢) حتى تتساوى درجة نغمة الشوكة مع درجة الجزء المهتز من الوتر (اعتماداً على سماعتك لهاتين النغمتين).

٥- ضع قصاصة ورق مثناة على منتصف الجزء المهتز من الوتر ، اطرق الشوكة وضع عنقها



شكل (٤-٤-٧) الصونومتر

ملامسا للصونومتر لاختبار تساوي نغمة الشوكة مع نغمة الجزء المهتز من الوتر في الدرجة، ثم حرك الركاب المتحرك حتى تهتز الورقة (وربما تسقط) وحينئذ تتحد نغمة الشوكة مع نغمة الوتر في الدرجة ؛ لأن الوتر يهتز اهتزازاً رنينياً .

٦- أوجد بالقياس طول الجزء المهتز من الوتر (ل) والذي تتفق درجة نغمته مع درجة نغمة الشوكة ذات التردد (ت).

٧- كرر الخطوات (من الخطوة ٢ إلى الخطوة ٥) بالنسبة لشوكات أخرى ذات ترددات مختلفة وسجل قياساتك في جدول النتائج .

٨- باختيار مقياس رسم مناسب ارسم الخط البياني للعلاقة بين التردد ومقلوب الطول ، متخذاً المحور الرأسى (الصادى) ممثلاً لمقلوب الطول ، والمحور الأفقى (السينى) ممثلاً للتردد ، مبتدئاً من الصفر على كل من المحورين .

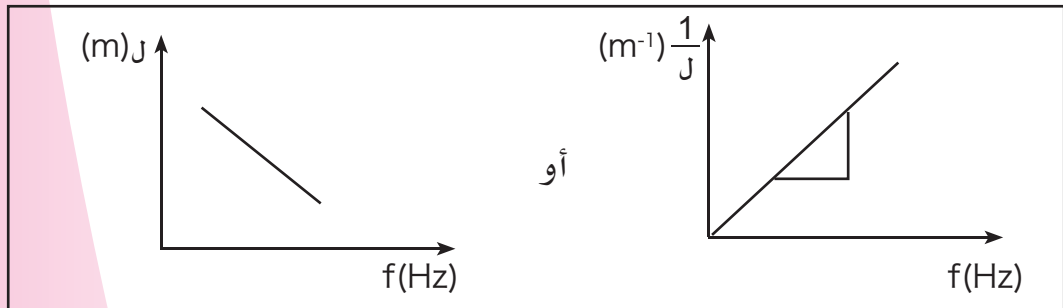
٩- صف شكل الخط البياني ، واكتب ما تستنتجه من ذلك ، ثم وضع ما إذا كان الخط البياني سيمر بنقطة الأصل .

النتائج:

تردد الشوكة المستخدمة ت/ذ/ث			
طول الوتر (ل) سم			
مقلوب الطول $\frac{1}{l}$ (بالكسور العشرية)			

الاستنتاج:

(١) الخط البياني على شكل خط مستقيم، هذا يدل على أن التردد يتناسب تناسباً طردياً مع مقلوب الطول. أي أن التردد يتناسب تناسباً عكسياً مع طول الجزء المهتز من الوتر ، كما في الشكل (٤-٤-٨) .



شكل (٤-٤-٨)

تطبيق:

إذا أعطيت شوكة رنانة مجهولة التردد، وضع كيف تعين ترددها باستخدام الخط البياني السابق.

الإجابة:

- 1- عين الطول (ل سم) من الوتر السابق الذي يصدر نغمة لها نفس تردد نغمة الشوكة المعطاة (ت).
- 2- أوجد قيمة مقلوب الطول $\frac{1}{l}$ ومن الخط البياني عين التردد المناظر له فهو التردد المجهول.

الاحتياطات:

- 1- عند وضع قاعدة الشوكة ملامساً للصونومتر يجب أن يكون ذلك برفق؛ لأن الركاب قد يسقط عند التصادم القوي بين الشوكة وبين الصونومتر.
- 2- عند حساب مقلوب الطول يكون الناتج مقرباً إلى رقمين عشريين.
- 3- عدم تغيير قوة شدة الوتر أثناء الخطوات السابقة.

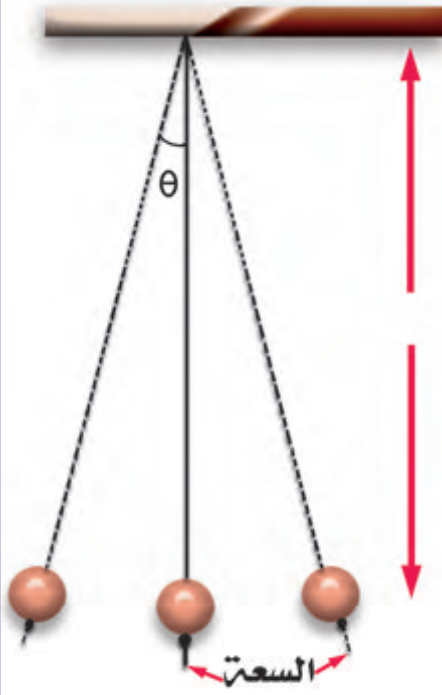
تجربة (٧-٤-٤): البندول البسيط:

الهدف من التجربة:

تعيين عجلة الجاذبية الأرضية في مكان إجراء التجربة باستخدام البندول البسيط.

خلفية نظرية:

(١) البندول البسيط هو عبارة عن كرة صغيرة من أي مادة مربوطة بخيط خفيف غير قابل



شكل (٩-٤-٤)

للاستطالة يعلق في نقطة ثابتة بحيث تأخذ الكرة الوضع الرأسي في حالة السكون وتكون حرة الحركة (كما في الشكل (٩-٤-٤)).

(٢) تعاريف مهمة خاصة بالبندول البسيط:

أ - الاهتزازة الكاملة (الذبذبة الكاملة): إذا أزيحت الكرة إزاحة جانبية صغيرة ثم تركت حرة، فإن حركة واحدة كاملة للبندول مجيئة ذهاباً وإياباً تسمى اهتزازة أو ذبذبة كاملة.

أو هي الحركة التي يبديها الجسم المهتز عند مروره من نقطة ما مرتين متتاليتين مختلفتين في الاتجاه.

ب- الزمن الدوري: هو الزمن الذي تستغرقه ذبذبة كاملة (T).

حيث الزمن الدوري للبندول البسيط لا يعتمد على كتلة ثقل البندول ولكنه يعتمد فقط على طول البندول وتسارع الجاذبية.

ج- طول البندول: هو المسافة من نقطة تعليق الخيط إلى مركز ثقل الكرة.

د - سعة الذبذبة: هي أقصى إزاحة يعملها الجسم المهتز حول نقطة سكونه.

٣- يمكن حساب عجلة الجاذبية الأرضية كالتالي:

أولاً: وجد أن العلاقة بين T ، L ، g يمكن كتابتها على الصورة التالية:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

حيث L = طول البندول (m)

g = عجلة الجاذبية الأرضية m/sec^2

T = زمن الذبذبة (sec)

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \quad \text{ثانياً: ١- بتربيع طرفي المعادلة السابقة:}$$

$$\frac{T^2}{L} = \frac{4\pi^2}{g} \quad \text{٢- بقسمة طرفي المعادلة على } L \text{ (مقدار ثابت):}$$

أدوات التجربة:

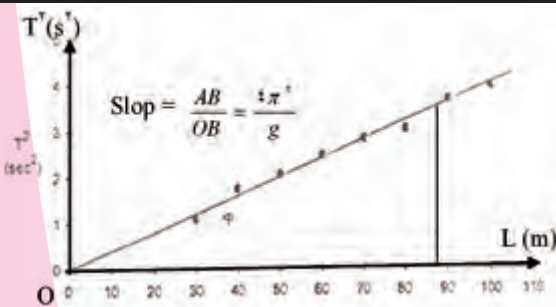
كرة معدنية ، خيط طويلة ٥, ١م (تقريباً) من مادة غير مرنة ، حامل للتعليق، مسطرة ، ساعة إيقاف، القدمة ذات الورنية لقياس نصف قطر الكرة.

خطوات العمل:

- ١- جهز البندول، ثم أوجد نصف قطر الكرة باستخدام القدمة ذات الورنية .
- ٢- قس طول البندول ابتداءً من نقطة التعليق إلى مركز الكرة ، ولسهولة قياس طول البندول يمكنه قياس طول الخيط أولاً من نقطة تعليقه إلى رأس الكرة، ثم إضافة نصف قطر الكرة إليه .
- ٣- أعط البندول إزاحة جانبية صغيرة جداً حوالي (5cm.) واتركه حراً يتذبذب، واحرص على ألا تكون إزاحة البندول أكبر من حوالي $\frac{1}{10}$ من طول البندول.
- ٤- سجل زمن ١٠ ذبذبات كاملة بواسطة ساعة الإيقاف، وكررها ثلاث مرات، ثم احسب متوسط القراءات الثلاث، أوجد زمن الذبذبة الواحدة (T) بالثواني، احسب أيضاً قيمة $\frac{T^2}{L}$ وسجلها في جدول النتائج.
- ٥- كرر الخطوات السابقة لسبعة أطوال مختلفة للبندول، (بالإمكان أن تبدأ بطول 30cm، أي أكبر طول يمكن أن تصل إليه بسهولة) وسجل قياساتك في جدول النتائج .
- ٦- ارسم علاقة بيانية بين مربع زمن الاهتزازة (T^2) وطول البندول (L)، سنحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل كما في الشكل (٤-٤-١٠).

النتائج :

طول البندول (L cm)	زمن 10 ذبذبات كاملة				زمن ذبذبة واحدة T (sec)	مربع زمن الذبذبة T ² (sec ²)	$\frac{T^2}{L}$ (sec ² /cm)
	(T10 sec)						
	1	2	3	المتوسط			



الاستنتاج :

من خلال النتائج التي حصلت عليها :

$$\frac{T^2}{L} = \text{أوجد ميل الخط المستقيم}$$

$$\frac{T^2}{L} = \frac{4\pi^2}{g} \quad \text{ومن المعادلة}$$

يمكن حساب قيمة (g).

حيث $\frac{T^2}{L}$ = ميل الخط المستقيم .

ملحوظات:

- ١- إزاحة البندول يجب أن تكون صغيرة جداً بحيث لا تكون الإزاحة أكبر من $\frac{1}{10}$ من طول البندول، كما يجب مراعاة عدم حركة البندول حركة مغزلية أو دورانية.
- ٢- الخط المستقيم يمر بنقطة الأصل فقط إذا كان طول البندول مقاساً من نقطة التعليق إلى مركز الكرة.
- ٣- الزمن الدوري للبندول البسيط لا يعتمد على كتلة كرة البندول.

طريقة أخرى:

باستخدام ظاهرة السقوط الحر للأجسام نحو سطح الأرض بسبب وزن الجسم :
- الأجسام المتحركة من السكون في مجال الجاذبية الأرضية المنتظم بتأثير قوة جذب الأرض تتحرك بعجلة تسارع منتظمة (رأسياً لأسفل) تسمى عجلة الجاذبية الأرضية ، وتطبق على حركتها معادلات الحركة بعجلة ثابتة في خط مستقيم .

$$\text{وبتطبيق العلاقة : } \text{ع. ز} + g \frac{1}{2} \text{ ز}^2$$

حيث : (ف) المسافة ، (ز) الزمن المستغرق لقطع المسافة (ف).

و (ع) السرعة الابتدائية ، (g) عجلة الجاذبية الأرضية .

وباعتبار ع. = صفر

ع. ز = صفر .

$$\text{وتكون (g) = } \frac{2 \text{ ف}}{\text{ز}^2}$$

ومنها يمكن تعيين عجلة الجاذبية الأرضية بمعرفة المسافة (الإرتفاع الرأسى) التي سقط منها

الجسم والزمن الذي استغرقه قطع هذه المسافة .

تطبيق:

فسر لماذا يتوقف البندول في النهاية عن التأرجح ؟

تجربة (٤-٤-٨) : قانون هوك :

الهدف من التجربة :

تحقيق قانون هوك عملياً .

خلفية نظرية :

إذا أثّرنا بقوة شد أو ضغط على جسم ما فإن هذه القوة ستحدث تغيراً في أبعاد الجسم الطبيعية. لذلك درس (هوك) العلاقة بين القوة والتغير في أبعاد الجسم ، وتوصل من خلال الدراسة إلى قانون سُمي باسمه وينص على: (يتناسب الإجهاد المؤثر على جسم تناسباً طردياً مع الانفعال الحادث للجسم ، وذلك في المدى المرن لهذا الجسم). كما في الشكل (٤-٤-١١) .

الإجهاد = القوة المؤثرة على وحدة المساحات.

$$\frac{\text{ق}}{\text{س}}$$

حيث إن :

ق = مقدار القوة المؤثرة وتقاس بالنيوتن .

س = المساحة وتقاس بالمتراً^٢ .

وبالتالي نجد أن وحدة الإجهاد نيوتن/متر^٢ أو الداين/سم^٢ .

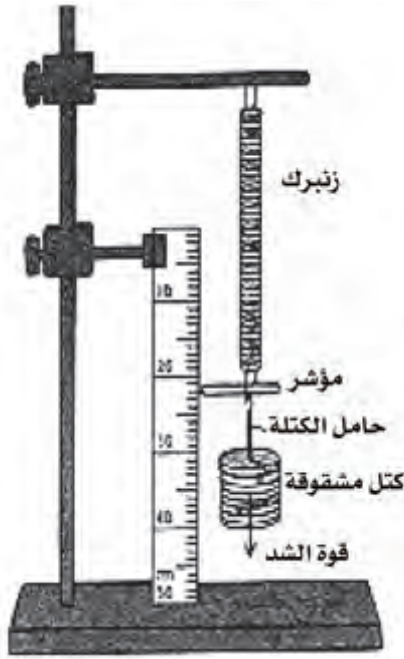
الانفعال = التغير في الطول إلى الطول الأصلي.

$$\frac{\Delta \text{ ل}}{\text{ل}}$$

من العلاقة نجد ان : ل = التغير في الطول ويقاس بالمتراً أو سم .

ل = الطول الأصلي ويقاس بالمتراً أو سم .

وبالتالي نجد أن وحدة الانفعال = $\frac{\text{متر}}{\text{متر}}$ أي ليس له وحدة لأنه نسبة بين طولين .



شكل (٤-٤-١١)

وعند ثبوت وحدة المساحات والطول الأصلي لسلوك زنبركي فإن قانون (هوك) يصبح كما يأتي :

تتناسب القوة المؤثرة على سلك مرن تناسباً طردياً مع الاستطالة (ΔL) الحادثه للسلك في المدى المرن.

أي أن:

$$\therefore \text{ق} \propto \Delta L \leftarrow (1)$$

نعوض عن ثابت التناسب بالرمز (هـ) .

$$\therefore \text{ق} = \text{هـ} \Delta L \leftarrow (2) \text{ حيث (هـ) ثابت التناسب .}$$

نجد من العلاقة (٢) أن :

ق = القوة المؤثرة (قوة الشد أو الضغط) وتقاس بالنيوتن أو الداين .

هـ = ثابت هوك ويقاس بالداين/سم. أو نيوتن/متر .

ومن قانون نيوتن الثاني : ق = ك × جـ (٣)

ولأن العجلة (التسارع) هي عجلة الجاذبية الأرضية تستبدل (جـ) بـ (g) وتصبح كما يلي :

$$\text{ق} = \text{ك} \times g \quad (4)$$

بتعويض (٤) في (٢) نجد أن :

$$\text{ك} \times g = \text{هـ} \times \Delta L \quad (5)$$

بالقسمة على g للطرفين

$$\therefore \text{ك} = \frac{\text{هـ}}{g} \times \Delta L \quad (6)$$

حيث : (ك) مقدار الكتلة ، ΔL مقدار الاستطالة، (هـ) ثابت هوك المطلوب إيجاده، (g) عجلة الجاذبية الأرضية .

فإذا كانت العلاقة بين الكتلة والاستطالة الحادثة علاقة خطية فإن هذا يحقق قانون هوك .

$$\text{بالمقارنة : ك} = \frac{\text{هـ}}{g} \times \Delta L \leftarrow (1) \text{ معادلة خط مستقيم .}$$

$$\text{ص (ك) = الميل} \times \text{س (} \Delta L \text{)} \leftarrow (2)$$

من خلال المعادلتين نجد أن مقدار الاستطالة (ΔL) ترسم على المحور السيني (س)

والكتلة ترسم على المحور الصادي (ص) والميل من المعادلة يكون مساوياً للمقدار $\frac{\text{هـ}}{g}$.

وبعد إيجاد ميل الخط المستقيم من خلال الرسم يمكن إيجاد معامل هوك من العلاقة :

$$\text{هـ} = \text{الميل} \times g .$$

أدوات التجربة :

زنبرك معلق ومثبت في نهايته مؤشر ، كفة صغيرة لحمل الكتل ، تدريج راسي (مسطرة)، كتل مختلفة . 10gm ، . 20gm ، . 30gm .

خطوات التجربة :

١. عندما تكون الكفة خالية خذ قراءة المؤشر على التدريج، وتعتبر هذه القراءة هي القراءة الصفرية.
٢. ضع ثقل قدره 5gm. في الكفة ثم أوجد قراءة المؤشر على التدريج ، واحسب الفرق بين القراءة الحالية والصفرية ولتكن ل_١ .
٣. زد الثقل بمقدار 5gm. في كل مرة ثم أوجد قراءة المؤشر على التدريج ، واحسب الفرق بين كل قراءة والقراءة الصفرية لتحصل على مقدار الاستطالة في كل مرة .
٤. ابدأ في إنقاص الأتقال بنفس المقدار ، ثم أوجد مقدار الاستطالة في كل مرة .
٥. احسب الاستطالة المقابلة لكل ثقل في حالة الزيادة والنقصان ، ثم احسب المتوسط .
٦. سجل متوسط النتائج في جدول .

النتائج :

الكتلة بالـ gm	قراءة المؤشر عند زيادة الثقل بالـ $2L$ Cm	قراءة المؤشر عند إنقاص الثقل $1L$ بالـ cm	متوسط الاستطالة $\Delta L =$ سم

- ارسم العلاقة بين الكتلة (ك) على المحور الرأسى (ص) ومتوسط الاستطالة الحادثة (ΔL) على المحور الأفقى (س) كما في الشكل (٤-٤-١٢) فإذا حصلت على خط مستقيم فإن هذا يحقق قانون هوك، ويمر هذا الخط بنقطة الأصل وبالتالي نوجد الميل أولاً من الرسم وذلك من خلال العلاقة الآتية :

$$\text{الميل} = \frac{K_2 - K_1}{L_2 - L_1}$$

وبالتالي نستطيع إيجاد الميل من الرسم ، g عجلة الجاذبية الأرضية $= 980 \text{ cm/s}^2$ ، على

اعتبار أن مقدار الاستطالة بالسـم .
الاستنتاج :

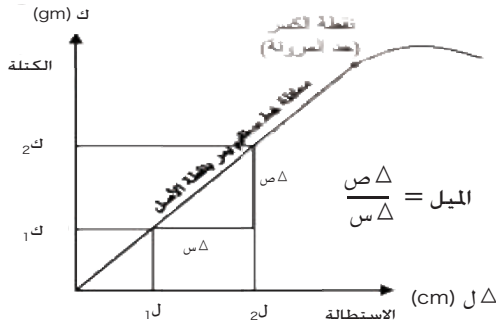
$$\frac{H}{g} = \text{الميل}$$

$$\therefore H = \text{الميل} \times g = 980 \text{ cm/s}^2 \times \text{الميل}$$

من خلال هذه العلاقة نحسب ثابت هوك

ويقاس بالداين / سم ، أو نيوتن / متر.

الاحتياطات :



يراعى عند إضافة الأثقال ألا يتعدى الزنبرك

حد مرونته ، ويمكن التحقق من ذلك أنه عند إضافة شكل (٤-٤-١٢) العلاقة البيانية بين الكتلة ومتوسط الاستطالة

أثقال مناسبة ومتساوية تدريجياً أو إنقاصها تدريجياً بنفس الترتيب السابق تكون قراءات المؤشر

متساوية عند الزيادة والانقاص .

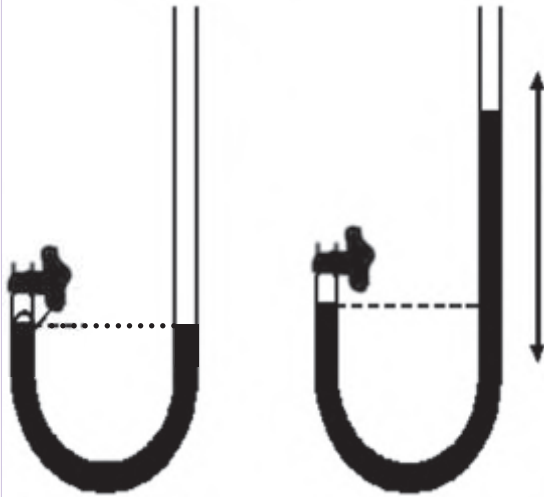
تجربة (٤-٤-٩) : قانون بويل :

الهدف من التجربة :

تحقيق قانون بويل عملياً .

خلفية نظرية:

في منتصف القرن السابع الميلادي درس (روبرت بويل) تجريبياً العلاقة التي تربط الحجم بالضغط لكتلة من الهواء عند ثبات درجة الحرارة، وقد استخدم لهذا الغرض أنبوبة زجاجية على شكل الحرف (ل) مغلقة من طرفها الأقصر، ثم أضاف قليلاً من الزئبق، وذلك لحبس الهواء في الطرف المغلق من الأنبوبة،



شكل (٤-٤-١٣-أ)

شكل (٤-٤-١٣-ب)

وقام بتعديل هذه الكمية من الهواء عن طريق فتح الصنبور حتى يتساوى مستوى الزئبق في طرفي الأنبوبة (شكل ٤-٤-١٣ (أ)) ، وفي هذه الحالة يكون ضغط الهواء على سطحي الزئبق في كل من طرفي الأنبوبة متساوياً، ويساوي الضغط الجوي .

قام (بويل) بعد ذلك بإضافة كمية أخرى من الزئبق حتى أصبح الفرق بين مستوى الزئبق في الطرفين مساوياً للارتفاع البارومتري (حوالي ٧٦ سم. ز) شكل (شكل ٤-٤-١٣ (ب)).
فلاحظ أن الضغط على الطرف المفتوح من الأنبوبة قد تضاعف، وهذا أدى بالتالي إلى انخفاض الحجم في الطرف المغلق إلى النصف. وبهذا استطاع (بويل) اكتشاف العلاقة بين الحجم والضغط بأنها علاقة عكسية، ويمكن التعبير عنها رياضياً كالتالي:

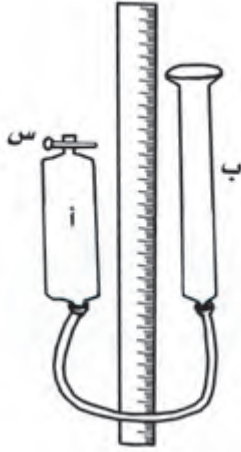
$$ح \propto \frac{1}{ض}$$

أدوات التجربة:

جهاز قانون بويل، مسطرة مدرجة، زئبق (الشكل ٤-٤-١٤).

خطوات العمل:

١. افتح الصنبور (س) وصب كمية من الزئبق في الأنبوبة (أ)، ولاحظ أن سطحي الزئبق في الأنبوبتين (أ) ، (ب) في مستوى واحد ، انظر الشكل (٤-٤-١٥) .
٢. أقل الصنبور فتحبس كمية من الهواء داخل الأنبوبة (أ) ، ويكون ضغطه في هذه الحالة مساوياً للضغط الجوي ، وليكن (ض_ج) ، عين حجم الهواء المحبوس في الأنبوبة (أ) باستخدام تدريج المسطرة ، وليكن (ح_ج) .



شكل (٤-٤-١٤)

٣. حرك الأنبوبة (ب) إلى أعلى، وثبتها في وضع معين ، لاحظ أن سطح الزئبق فيها أصبح أعلى من سطحه في الأنبوبة (أ) انظر الشكل (٤-٤-١٦)، سجل ملاحظاتك .

$$\therefore ض_{ج} = ض_{ب} + ع$$

حيث إن ض_ج = الضغط الجوي ، ع = الفرق بين سطحي الزئبق في الأنبوبتين (أ) ، (ب) .

ثم عين حجم الهواء المحبوس في الأنبوبة (أ) ، وليكن (ح_ب) .

٤. حرك الأنبوبة (ب) إلى أسفل تلاحظ أن سطح الزئبق فيها

قد انخفض عن سطحه في الأنبوبة (أ) .

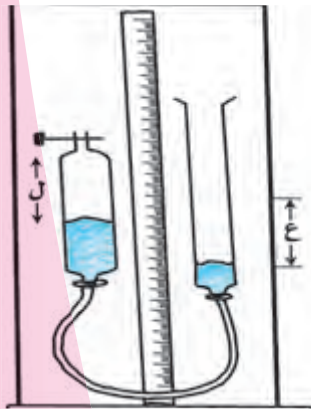
$$\therefore ض_{ب} = ض_{ج} - ع$$

ثم عين حجم الهواء المحبوس في الأنبوبة (أ) وليكن (ح_ب) ، انظر الشكل (٤-٤-١٧) .

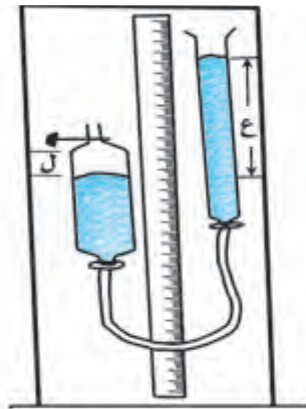
٥. كرر الخطوتين السابقتين عدة مرات، وفي كل مرة عين حجم الهواء المحبوس (ح) وضغطه (ض).

٦. دون النتائج في جدول واحسب حاصل ضرب الضغط (ض) × الحجم (ح) في كل مرة

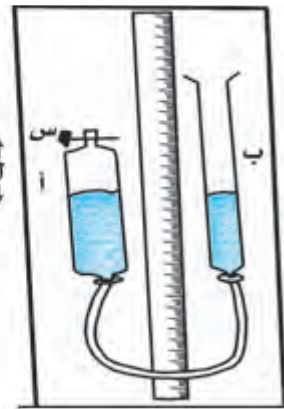
ستجده مقدار ثابت.



شكل (٤-٤-١٧)



شكل (٤-٤-١٦)



شكل (٤-٤-١٥)

النتائج :

ض ;Cm	ع Cm	حجم Cm ³	$\frac{1}{ح}$	ض × ح	النتيجة (المقدار الثابت)
ض ₁		ح ₁	$\frac{1}{ح_1}$		
ض ₂		ح ₂	$\frac{1}{ح_2}$		

- ارسم علاقة بيانية تبين فيها ضغط الغاز (ض) على المحور الصادي، و ($\frac{1}{ح}$) على المحور السيني ستحصل على خط مستقيم يمر إمتداده بنقطة الأصل كما في الشكل (٤-٤-١٨).

الاستنتاج :

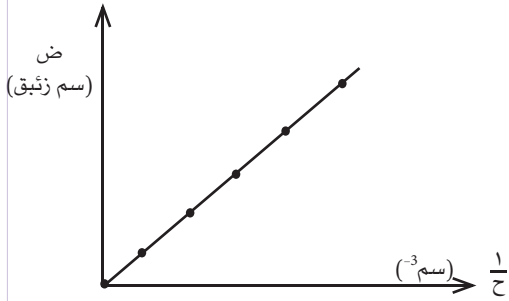
العلاقة التي حصلت عليها من الجدول والرسم البياني تحقق قانون بويل ، والذي ينص على أن

(حجم كتلة معينة من غاز يتناسب عكسياً مع ضغطه عند ثبات درجة حرارته) .

أي أن ض $\propto \frac{1}{ح}$

ض = مقدار ثابت $\times \frac{1}{ح}$

إذا ض $\times ح$ = مقدار ثابت .



تجربة (٤-٤-١٠) : تحقيق قانون نيوتن الثاني في الحركة:

الهدف من التجربة :

شكل (٤-٤-١٨) العلاقة البيانية بين مقلوب الحجم وضغط الغاز

دراسة العلاقة بين العجلة التي يتحرك بها جسم تحت تأثير قوة ثابتة ومقدار كتلة الجسم

المتحرك باستخدام عربة فيتشر .

خلفية نظرية:

١- من خلال دراستك لقانون نيوتن الأول في الحركة توصلت إلى أن الجسم يحافظ على حالته الحركية ، حالة السكون أو الحركة المنتظمة بسرعة ثابتة وباتجاه مستقيم (مالم تؤثر عليه قوة تغير في حالته الحركية أو انتظامها أو محوها) . وبذلك يستمر الجسم في حالته الحركية هذه لكونه قاصراً على إحداث تغيير في حالته من تلقاء نفسه ، رياضياً : إذا كانت القوة المحصلة = صفراً فإن التسارع (العجلة) = صفراً ، أي (يستمر الجسم الساكن في حالة السكون ما لم تؤثر عليه قوة محصلة تختلف عن الصفر ، ويستمر الجسم المتحرك في حركته في خط مستقيم بسرعة ثابتة ما لم تؤثر عليه قوة محصلة تختلف عن الصفر) .

٢- ويعرف التسارع (ج) بأنه معدل التغير في السرعة بالنسبة للزمن ، وعليه إذا تغيرت سرعة الجسم الذي كان متحركاً بسرعة ثابتة ، فإن ذلك يجعلنا نستنتج أنه لا بد أن تكون هنالك قوة ما أثرت في الجسم هي التي سببت هذا التغير ، رياضياً : إذا كانت القوة المحصلة = صفراً ، فإن التسارع = صفراً .

٣- تفيد نتائج التجارب العملية التي تم الحصول عليها أن التسارع دالة (إقتران) للقوة المحصلة المؤثرة في الجسم ، وأنه يتناسب تناسباً طردياً مع مقدارها ، وعلى ذلك :

$$\vec{a} \propto \vec{F}$$

$$\text{أي أن } \frac{1}{ح_1} = \frac{2}{ح_2} = \frac{3}{ح_3} = \text{مقدار ثابت (ك)} .$$

وهذا المقدار الثابت يسمى الكتلة القصورية للجسم (أو ببساطة كتلة الجسم) .

$$٤- \therefore \frac{ق}{ج} = ك .$$

$$\therefore ق = ك \times ج$$

وتمثل العلاقة الأخيرة الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الثاني الذي ينص على أنه : (إذا أثرت قوة محصلة تختلف عن الصفر على جسم ما فإن هذه القوة تسبب تسارع الجسم في اتجاه القوة ويتناسب مقدار التسارع تناسباً طردياً مع مقدار القوة المحصلة وعكسياً مع كمية المادة الموجودة في الجسم) .

$$ج \propto ق$$

$$\therefore ق = ك \times ج$$

أدوات التجربة :

- عربة صغيرة (أ) تتحرك على سطح أفقي أملس مدرج بالسنتيمتر أو تلتصق به مسطرة (ب) كما في الشكل (٤-٤-١٩) لقياس المسافات التي تقطعها العربة على السطح - ميزان زنبركي (ل) - حبل - سطل (دلو) (ط) - بكرة صغيرة ثابتة (ي) - ساعة إيقاف - منضدة أفقية (هـ) يوضع عليها السطح الأملس مع مكوناته - رمل .

خطوات التجربة :

١-ركب أدوات التجربة كما في الشكل (٤-٤-١٩) .

٢- ضع كمية من الرمل في السطل، حيث يمكن تعيين قوة ثقل الرمل (ق) بواسطة مؤشر الميزان الزنبركي (وهي القوة المؤثرة على العربة التي تتحرك بعجلة (ج) تحت تأثير هذه القوة (ق) .

٣- قس المسافة (ف) التي تقطعها العربة (بواسطة المسطرة) .

٤- احسب الزمن (ز) الذي استغرق في قطع هذه المسافة بواسطة ساعة الإيقاف .

٥- احسب العجلة التي تحركت بها العربة من العلاقة :

$$ف = ع \cdot ز + \frac{1}{2} ج \cdot ز^2$$

∴ العربة كانت ساكنة

$$\therefore ع = صفر .$$

$$\therefore ف = \frac{1}{2} ج \cdot ز^2$$

$$\therefore ج = \frac{2 \cdot ف}{ز^2}$$

٥- كرر الخطوات (٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥) عدة

مرات وذلك بتغيير كمية الرمل في السطل

(تغيير القوة المؤثرة على كتلة العربة) . وفي كل

مرة احسب قيمة (ج) من المعادلة الأخيرة .

٦- دوّن النتائج في جدول .

النتائج :

م	ك (كجم)	$\frac{1}{ك}$ (كجم ^{-١})	ز (ث)	ج = ٢ ف / ز ^٢ م ث ^{-٢}	ك × ج (نيوتن)

الاستنتاج : في كل خطوة ستجد أن النسبة = مقدار ثابت ، والمقدار الثابت هو كتلة العربة مع حمولتها (ك) .

$$\therefore \frac{ق}{ج} = ك$$

وهذا يعني أن العجلة التي يتحرك بها الجسم تتناسب تناسباً طردياً مع القوة المؤثرة عليه عند ثبوت كتلته .

وكلما زادت كتلة الجسم (ك) يتطلب الأمر زيادة القوة حتى يكتسب العجلة (ج) ذاتها .

مختبر الكيمياء Chemistry Laboratory

- ★ الفصل الأول : تجهيزات مختبر الكيمياء .
- ★ الفصل الثاني : إرشادات السلامة في مختبر الكيمياء .
- ★ الفصل الثالث: أجهزة مختارة وتجارب شائعة في الكيمياء .
- ★ الفصل الرابع : مهارات أساسية للعمل في مختبر الكيمياء .

الفصل الأول

تجهيزات

مختبر الكيمياء

❖ التجهيزات المخبرية :

❖ التصنيف والخبزن :

- أولاً : تصنيف وترتيب وخبزن الأجهزة والأدوات .
- ثانياً : تصنيف وترتيب وخبزن المواد الكيميائية .

تجهيزات مختبر الكيمياء

يحتوي مختبر الكيمياء بالإضافة إلى المواد الكيميائية على عدد من الأجهزة والأدوات المتنوعة الزجاجية وغير الزجاجية التي تعتمد على طبيعة التجارب والتحضيرات التي ينبغي إجراؤها في مقررات الكيمياء .

وهذه التجهيزات يمكن استعراضها فيما يلي :

أولاً : الأجهزة والأدوات:

(١) الأجهزة والأدوات غير الزجاجية :

١/ - الأجهزة : وتعرف بأنها تلك التي تشغل وتضبط وتعاير بواسطة مفاتيح وتتركب عادة من عدة عناصر وأدوات وتقوم بأداء معين بنفسها كجهاز تقطير الماء المعدني ومقياس الـ pH .

1- Double Beam Balance With weight Box.	١- ميزان حساس ذو كفتين مع علبة الأوزان.
2- Digital Balance (Electric Balance).	٢- ميزان حساس رقمي.
3- Water still.	٣- جهاز تقطير الماء.
4- pH /mv – Meter.	٤- جهاز قياس pH .
5- Drying oven.	٥- فرن تجفيف.
6- Molecular models set.	٦- مجموعة نماذج تركيب الجزيئات.
7- Crystals Models.	٧- نماذج تمثيل البلورات المختلفة للذرات.
8- Atomic Orbitals (Set of Models).	٨- المدارات الذرية (مجموعة نماذج).
9- Bunsen Burner.	٩- موقد بنزن (بنس).



١/ ب - الأدوات : وتعرف بأنها تلك التي يتم تشكيلها وتصنيعها لتقوم بوظيفة معينة ، ولا تعمل بنفسها بل على الإنسان القيام ببذل جهد معين كي تعمل ، مثل ثاقب الفلين ... إلخ .

1- Alcohol Burner.	١- موقد كحولي.
2- Cork Borers set.	٢- مجموعة ثاقب فلين.
3- Cork Borer sharpener.	٣- موسع ثقوب.
4- Tongs for crucibles, flasks and Beakers.	٤- ملاقط بوتقات ، دوارق وكؤوس.
5- Test tube holder.	٥- ماسك أنابيب .
6- Heating spoon (Combustion Spatula).	٦- ملعقة احتراق بيد خشبية.
7- Deflagrating spoon & cap.	٧- ملعقة احتراق مع القرص والسداة.
8- Spatula Spoon .	٨- مباسط/ ملاعق لتناول المواد الكيميائية.
9- Mohr clip.	٩- ماسك موهر.
10- Triangle pipe clay.	١٠- مثلث خزفي مع السلك.
11- Wire gauze.	١١- شبكة معدنية مع الأسبستوس للتسخين.
12- Triangular stand.	١٢- حامل معدني ثلاثي الأرجل.
13- Cleaning Brushes.	١٣- فرشاة تنظيف (للأنابيب، دوارق، كؤوس، قوارير، ماصات، وسحاحات).
14- Test tube rack.	١٤- حامل أنابيب اختبار خشبي.
15- Burette and funnel stand.	١٥- حامل سحاحة وقمع خشبي.
16- Pipette stand.	١٦- حامل ماصات.
17- Rotate stand complete.	١٧- حامل معدني مع الملحقات كامل (قواعد وقضبان ومواسك وحلقات وركب).
18- Burette clamp.	١٨- ماسك لسحاحتين.
19- Plates with 4 mm Socket for simple cell (C, Cu, Pb, Zn).	١٩- مجموعة صفائح معدنية وكرتون بفتحات توصيل للخلية البسيطة وتجارب الكيمياء الكهربائية (كربون، نحاس، رصاص، خارصين).
20- Rounded flasks stand.	٢٠- حامل دوارق كروية.
21- Buckner funnel.	٢١- قمع بوشنر (بخنر).
22- Beehive shelves.	٢٢- قعب لتجارب جمع الغاز فوق الماء.
23- Rubber stoppers.	٢٣- سدادات مطاطية .
24- Cork , stoppers.	٢٤- سدادات فلين.
25- Tubing Rubber.	٢٥- أنابيب توصيل مطاطية.
26- Tubing connectors.	٢٦- موصلات أنبوبية شكل Y، T، = (بوليثين أو زجاج).
27- Water Bath.	٢٧- حمام مائي.
28- Crucibles with lid.	٢٨- بوتقات مع الغطاء
29- Evaporating dish	٢٩- حوض تبخير (جفنة تبخير) (بروسلين أو زجاج).
30- Aspirator 10 ltrs.	٣٠- دبة بحنفية للماء سعة ١٠ لتر.
31- Pipette filler.	٣١- الممص المطاطي (يركب على الماصة لسحب السوائل).
32- Safety Goggles.	٣٢- نظارات واقية.
33- Washing Bottle.	٣٣- قارورة غسيل بلاستيك.
34- Combustion Boats.	٣٤- قوارب احتراق.
35- Graduated Cylinders.	٣٥- مخابير مدرجة (حجوم مختلفة) بوليثين أو زجاجية.
36- Mortar & Pestle.	٣٦- الهاون والمدق (بروسلين أو زجاجي).
37- Pneumatic Trough.	٣٧- حوض دائري (زجاج أو بوليبروبيلين).
38- Filter Papers.	٣٨- أوراق ترشيح.
39- Indicator Papers.	٣٩- أوراق أدلة.
40- File Triangular.	٤٠- مبرد حديد مثلث مع اليد الخشبية.





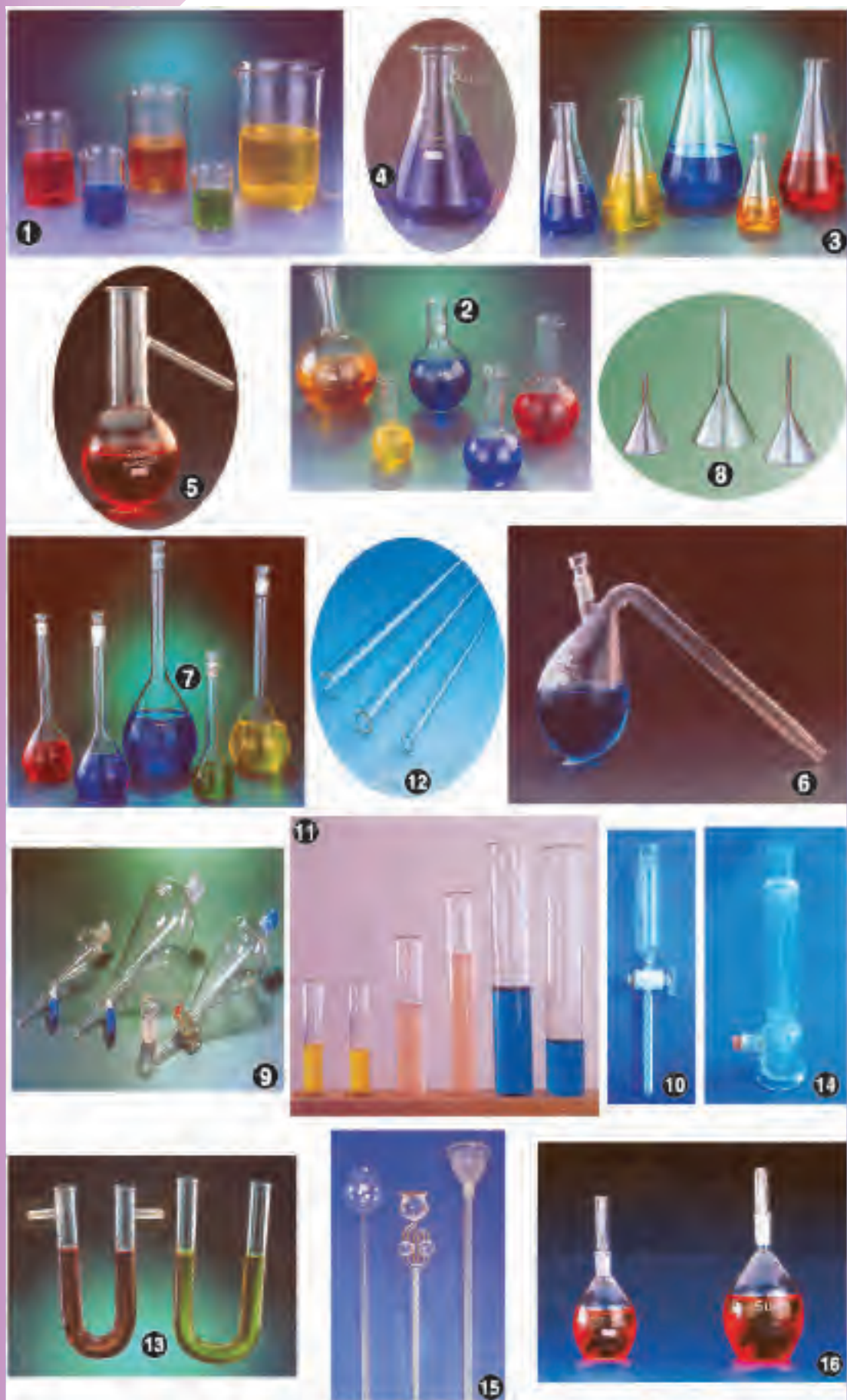
الأجهزة والأدوات الزجاجية :

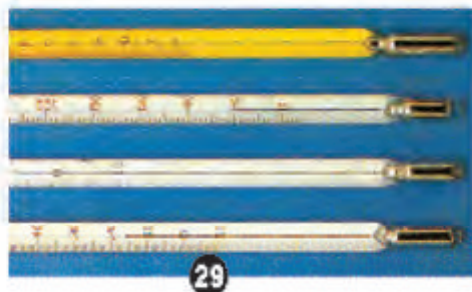
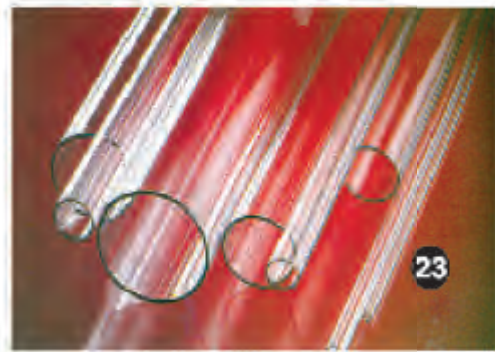
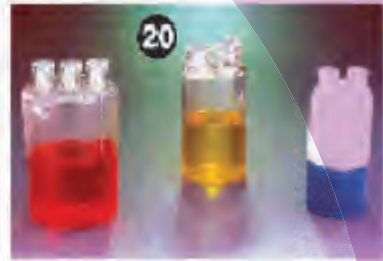
٢ / أ- الأجهزة :

1- Hoffmann's Voltmeter App.	١- جهاز هوفمان لتحليل الماء.
2- Liebig Condenser.	٢- مكثف ليبيج.
3- Graham Condenser.	٣- مكثف جراهام.
4- Kipp Gas Generator App.	٤- جهاز كب لتوليد الغاز.
5- Desiccator.	٥- مجفف .
6- copper voltammeter.	٦- الفولتا متر النحاسي.



1- Graduated Beakers.	١- كؤوس مدرجة (حجوم مختلفة).
2- Boiling flasks, Round & flat Bottom.	٢- دوارق غليان كروية ومستوية القاع.
3- Conical flasks , Graduated.	٣- دوارق مخروطية مدرجة وحجوم مختلفة.
4- Filtering flasks (conical).	٤- دوارق ترشيح بأنبوبة جانبية (مخروطي الشكل) .
5- Distillation flasks.	٥- دوارق تقطير .
6- Retort flasks.	٦- دوارق معوجة زجاجي لتحضير حمض النتريك.
7- Volumetric flasks.	٧- دوارق حجمية مع الأغشية (حجوم مختلفة) .
8- Filter funnels.	٨- أقماغ ترشيح زجاج او بروبيلين .
9- Separating funnels.	٩- أقماغ فصل بحنفية (مخروطية واسطوانية).
10- Dropping funnels.	١٠- أقماغ تقطير بحنفية وساق طويلة (تتقطط) .
11- Test Tubes.	١١- أنابيب اختبار مختلفة الحجم.
12- Combustion Tubes.	١٢- أنابيب احتراق مفتوحة الطرفين أو طرف وثقب.
13- Absorption Tubes (U form).	١٣- أنابيب تجفيف شكل U بذراعين وبدون .
14- Absorption Tower.	١٤- برج تجفيف.
15- Thistle funnels.	١٥- أقماغ زهرة الحسك بانتفاخ أمان وبدون.
16- Specific Gravity Bottles (Density Bottles).	١٦- زجاجات الوزن النوعي (قنينات كثافة) .
17- Burettes.	١٧- سحاحات بحنفية سعة ٥٠ مل و ١٠٠ مل.
18- Pipettes.	١٨- ماصات مدرجة ، ومحدودة السعة.
19- Capillary Tubes , set.	١٩- أنابيب شعرية ، مجموعة مختلفة الفتحات.
20- Wolff Bottles.	٢٠- زجاجات وولف برقبتين وثلاث (زجاج أو بوليثلين) .
21- Gas Jars.	٢١- مخابير جمع الغاز مع الأغشية.
22- Watch Glasses.	٢٢- زجاجات ساعة.
23- Soda Glass Tubing.	٢٣- أنابيب زجاج صودا (للتشكيل) لعمل التوصيلات .
24- Stirring rods glass.	٢٤- قضبان تحريك زجاج.
25- Glass Plate.	٢٥- لوح زجاجي.
26- Dropping Bottles.	٢٦- زجاجات تقطير .
27- Reagent Bottles (clear & amber).	٢٧- زجاجات حفظ الكواشف (شفافة ومعتمة) .
28- Salt Bridge.	٢٨- قنطرة ملحية.
29- Thermometers , Mercury.	٢٩- ترمومترات زئبقية.





ثانياً : المواد الكيميائية :

المواد الكيميائية المستخدمة فى المختبرات المدرسية

م	الاسم	الصيغة	الإشارة التحذيرية	Name
١-	حمض الخليك أو الإيثانويك .	CH_3COOH	آكلة	Acetic Acid (Ethanoic acid).
٢-	أسيتون (بروبانون) .	$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	قابلة للاشتعال	Aceton ((Propanone)).
٣-	ألومنيوم (مسحوق ورق) .	Al	المسحوق قابل للاشتعال	Aluminum (Powder & Sheets).
٤-	كربيد الألومنيوم .	Al_4C_3	قابلة للاشتعال	Aluminum Carbide.
٥-	كلوريد الألومنيوم	AlCl_3	آكلة	Aluminum Chloride.
٦-	نترات الألومنيوم المائية	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	مهيجة/مؤكسدة	Aluminum Nitrate hydrated.
٧-	أوكسيد الألومنيوم	Al_2O_3	-	Aluminum Oxide.
٨-	كبريتات الألومنيوم المائية .	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$	-	Aluminum sulphate .
٩-	كبريتات الألومنيوم والبوتاسيوم (شرب البوتاسا) .	$\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	-	Aluminum Potassium Sulphate hydrated.
١٠-	هيدروكسيد الألومنيوم .	$\text{Al}(\text{OH})_3$	آكلة	Aluminum Hydroxide.
١١-	محلول الأمونيا (مركز) .	NH_3	آكلة/سامة	Ammonium Solution.
١٢-	محلول هيدروكسيد الأمونيوم .	NH_4OH	آكلة/ضارة	Ammonium Hydroxide Solution .
١٣-	كربونات الأمونيوم .	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	ضارة	Ammonium Carbonate.
١٤-	كلوريد الأمونيوم .	NH_4Cl	ضارة	Ammonium Chloride.
١٥-	خلات (إيثانات) الأمونيوم .	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	مهيجة	Ammonium Acetate ((Ethanote)).
١٦-	نترات الامونيوم .	NH_4NO_3	مهيجة/مؤكسدة	Ammonium Nitrate.
١٧-	مولبيدات الأمونيوم .	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	-	Aluminum Molybdate.
١٨-	أوكسالات الأمونيوم .	$(\text{COO NH}_4)_2$	ضارة	Ammonium Oxalate .
١٩-	كبريتات الأمونيوم .	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	-	Ammonium Sulphate.
٢٠-	انيلين .	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	سامة	Aniline ((Phenylamine)).
٢١-	كلوريد الباريوم .	$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	ضارة	Barium Chloride.
٢٢-	نترات الباريوم .	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	مؤكسده/ضارة	Barium Nitrate.
٢٣-	كبريتات الباريوم .	BaSO_4	ضارة	Barium Sulphate.
٢٤-	محلول بندكت .	-----	ضارة	Benedict's Solution.
٢٥-	بنزين (نقى) .	C_6H_6	قابلة للاشتعال / مسرطنة	Benzene (Pure).
٢٦-	بنزالدهايد .	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$	ضارة	Benzaldehyde.
٢٧-	حمض البنزويك .	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	ضارة	Benzoic Acid ((Benzene Carboxylic acid)).
٢٨-	بروم .	Br_2	آكله/سامة	Bromine .
٢٩-	ماء البروم .	$\text{Br}_{2(\text{aq})}$	ضارة	Bromine Water.
٣٠-	بوراكس .	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	-	Borax ((Di-Sodium Tetra Borate)).
٣١-	حمض البوريك .	H_3BO_3	-	Boric Acid.
٣٢-	كالسيوم معدن .	Ca	قابلة للاشتعال	Calcium, Metal .
٣٣-	كربيد الكالسيوم .	CaC_2	قابلة للاشتعال	Calcium Carbide ((Calcium Dicarbide)).
٣٤-	كربونات الكالسيوم .	CaCO_3	-	Calcium Carbonate.
٣٥-	كلوريد الكالسيوم .	CaCl_2	مهيجة	Calcium Chloride.

م	الاسم	الصيغة	الإشارة التحذيرية	Name
-٣٦	هيدروكسيد الكالسيوم.	Ca(OH)_2	آكلة	Calcium Hydroxide.
-٣٧	نترات الكالسيوم المائية.	$\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	مهيجة/مؤكسدة	Calcium Nitrate hydrated.
-٣٨	أكسيد الكالسيوم (الجير الحي).	CaO	مهيجة/ضارة	Calcium Oxide ((Quicklime)).
-٣٩	كبريتات الكالسيوم.	CaSO_4	-	Calcium Sulphate.
-٤٠	بلسم كندا.	-	ضارة	Canada Balsam.
-٤١	فحم حيواني (مسحوق، حبيبات).	C	-	Charcoal Animal (Powder, Granulated).
-٤٢	فحم نباتي (مسحوق، حبيبات).	C	-	Charcoal Wood (Powder, Granulated).
-٤٣	كلوروفورم.	CHCl_3	ضارة	Choloroform ((Trichloromethan)).
-٤٤	حمض الستريك (الليمون).	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	-	Citric Acid.
-٤٥	كلوريد الكوبلت II.	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	ضارة	Cobalt (II) Chlorid.
-٤٦	نترات الكوبلت II.	$\text{Co(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	ضارة/مؤكسدة	Cobalt (II) Nitrate.
-٤٧	كبريتات الكوبلت II.	$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	ضارة	Cobalt (II) Sulphate.
-٤٨	نحاس معدن.	Cu	-	Copper Metal.
-٤٩	كربونات النحاس.	CuCO_3	ضارة	Copper (II) Carbonate.
-٥٠	كلوريد النحاسوز.	CuCl	ضارة	Copper (I) Chloride (Cupric) .
-٥١	كلوريد النحاسيك II	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	ضارة/سامة	Copper (II) Chloride (Capric) .
-٥٢	أكسيد النحاسوز.	Cu_2O	ضارة	Copper (I) Oxide (Cuprous Oxide).
-٥٣	أكسيد النحاسيك.	CuO	ضارة	Copper (II) Oxide (Cupric Oxide).
-٥٤	كبريتات النحاس II (المائية) الزرقاء.	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	ضارة	Copper (II) Sulphate . 5-Water.
-٥٥	كبريتات النحاس II اللامائية.	CuSO_4	ضاره	Copper (II) Sulphate An hydrous.
-٥٦	نترات النحاس II.	$\text{Cu(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	ضارة/مؤكسدة	Copper (II) Nitrate .3 water.
-٥٧	كبريتيد النحاس.	CuS	ضارة	Copper (II) Sulphide.
-٥٨	كلوريد الميثيلين.	CH_2Cl_2	ضارة	Dichloromethane (Methylene Chloride).
-٥٩	إيثر (ثنائي إيثر إيثر) .	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	قابلة للاشتعال	Diethy Ether (Ether; Ethoxyethane)).
-٦٠	أيو سين.	-	قابلة للاشتعال	Eosion.
-٦١	إيثانال (أسيئالدهيد).	CH_3CHO	قابلة للاشتعال/ضارة	Ethanal (Acetaldehyde).
-٦٢	إيثانول (كحول إيثيلي).	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	قابلة للاشتعال	Ethanol (Ethyealcohol).
-٦٣	خلات (إيثانوات) الإيثيل.	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	قابلة للاشتعال	Ethyl (Acetate (Ethyl ethanoate)).
-٦٤	بنزوات الإيثيل.	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$	ضارة/قابلة للاشتعال	Ethyl Benzoate.
-٦٥	بروميد الإيثيل.	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$	ضارة	Ethyl Bromide ((Bromoethane)).
-٦٦	محلول فهلنج (١).	CuSO_4	-	Fehling's Solution No. 1 (Copper (II) Sulphate)).
-٦٧	محلول فهلنج (٢).	-	آكلة	Fehling's Solution No.2 (Alkaline KNa) Tartarate.
-٦٨	فورمالدهايد (فورمالين).	HCHO	سامة	Formaldehyde (Formalin).
-٦٩	حمض فورميك.	HCOOH	آكلة	Formic Acid (Carboxylic Acid).
-٧٠	فركتوز.	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	-	Fructose.
-٧١	جلوكوز.	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	-	Glucose.
-٧٢	جليسرول (جليسرين).	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	-	Glycerol ((Glycerin; 1,2,3-Trihydroxypropane)).

م	الاسم	الصيغة	الإشارة التحذيرية	Name
٧٣-	جرافيت معدن (كربون).	C	-	Graphite (Carbon).
٧٤-	حمض الهيدروكلوريك.	HCl	آكلة	Hydrochloric Acid (Conc. 37%).
٧٥-	فوق أوكسيد الهيدروجين.	H ₂ O ₂	آكلة	Hydrogen Peroxide.
٧٦-	يود .	I ₂	ضارة	Iodine.
٧٧-	يوديد الإيثيل.	C ₂ H ₅ I	ضارة	Iodoethane (Ethyl iodide).
٧٨-	حديد (برادة).	Fe	-	Iron (Filings).
٧٩-	كلوريد الحديدوز.	FeCl ₂ .4H ₂ O	ضارة	Iron (II) Chloride (Ferrous Chloride) .
٨٠-	كلوريد الحديدك.	FeCl ₃ .6H ₂ O	آكلة	Iron (III) Chloride ((Ferric Chloride).
٨١-	كلوريد الحديدك لامائي.	FeCl ₃	آكلة	Iron (III) Chloride (Ferric Chloride) Anhydrous.
٨٢-	نترات الحديدك.	Fe(NO ₃) ₃ .9H ₂ O	ضارة/مؤكسدة	Iron (III) Nitrate (Ferric Nitrate).
٨٣-	أوكسيد الحديدك.	Fe ₂ O ₃	-	Iron (III) Oxide.
٨٤-	أوكسيد الحديد المغناطيسي.	Fe ₃ O ₄	-	Iron Oxide Magnetic.
٨٥-	كبريتات الحديدوز.	FeSO ₄ .7H ₂ O	ضارة	Iron (II) Sulphate (Ferrous Sulphate).
٨٦-	كبريتات الحديدك.	Fe ₂ (SO ₄) ₃	ضارة	Iron (III) Sulphate (Ferric Sulphate).
٨٧-	لكتوز.	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ .H ₂ O	-	Lactose.
٨٨-	رصاص معدن (حببات).	Pb	ضارة	Lead Metal(Granulated).
٨٩-	خلات (إيثانوات) الرصاص.	(CH ₃ COO) ₂ Pb.3H ₂ O	سامة	Lead (II) Acetate. (Lead (II) Ethanoate).
٩٠-	بروميد الرصاص.	PbBr ₂	سامة	Lead Bormide.
٩١-	كربونات الرصاص.	PbCO ₃	سامة	Lead Carbonate.
٩٢-	نترات الرصاص.	Pb(NO ₃) ₂	سامة/مؤكسدة	Lead Nitrate.
٩٣-	أوكسيد الرصاص الأحمر.	PbO	سامة	Lead Oxide.
٩٤-	ثاني أوكسيد الرصاص.	PbO ₂ (Pb ₃ O ₄)	سامة/مؤكسدة	Lead (IV) Oxide (Dilead(II) Oxide).
٩٥-	كبريتات الرصاص.	PbSO ₄	سامة	Lead (II) Sulphate.
٩٦-	كبريتيد الرصاص.	PbS	سامة	Lead (II) Sulphide .
٩٧-	ليثيوم معدن.	Li	آكلة/قابلة للاشتعال	Lithium Metal (Inliquid Paraffin).
٩٨-	كربونات الليثيوم.	Li ₂ CO ₃	ضارة	Lithium Carbonate.
٩٩-	كلوريد الليثيوم.	LiCl	ضارة	Lithium Chloride.
١٠٠-	عباد الشمس (حببات).	-	-	Litmus (Granulated).
١٠١-	ماغنسيوم (شريط، مسحوق).	Mg	قابلة للاشتعال	Magnesium (Ribbon , Powder).
١٠٢-	كربونات الماغنسيوم.	MgCO ₃	-	Magnesium Carbonate.
١٠٣-	كلوريد الماغنسيوم.	MgCl ₂	-	Magnesium Chloride, 6-Water.
١٠٤-	هيدروكسيد الماغنسيوم.	Mg(OH) ₂	مهيجة/ضارة	Magnesium Hydroxide.
١٠٥-	كبريتات الماغنسيوم.	MgSO ₄	-	Magnesium Sulphate, 7-Water.
١٠٦-	مالتوز.	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	-	Maltose.
١٠٧-	ثاني أوكسيد المنجنيز.	MnO ₂	ضارة	(Manganese Dioxide).
١٠٨-	زئبق (معدن).	Hg	سامة	Mercury (Metal).
١٠٩-	كلوريد الزئبق.	HgCl ₂	سامة	Mercury (II) Chloride.
١١٠-	أوكسيد الزئبق الأحمر.	HgO	سامة	Mercury (II) Oxide.
١١١-	كحول ميثيلي (ميثانول).	CH ₃ OH	سامة/قابلة للاشتعال	Methyl Alcohol (Methanol).
١١٢-	ميثيل بنزين (تولوين).	C ₆ H ₅ .CH ₃	قابلة للاشتعال/ضارة	Methyl Benzene (Toluene).

م	الاسم	الصيغة	الإشارة التحذيرية	Name
١١٣-	أزرق ميثيلين.	-	ضارة	Methylene Blue.
١١٤-	ميثيل برتقالي.	-	سامة	Methyl Orange.
١١٥-	ميثيل أحمر.	-	ضارة	Methyl Red.
١١٦-	نفتالين.	$C_{10}H_8$	ضارة	Naphthalene.
١١٧-	حمض النيتريك مركز.	HNO_3	آكلة/مؤكسدة	Nitric Acid, Conc.
١١٨-	زيت سيدر.	-	-	Oil Of Cedar Wood (Cedar Oil).
١١٩-	زيت البرافين.	-	ضارة	Oil, Paraffin (Kerosene).
١٢٠-	حمض الأجزاءليك (الأكساليك).	$(COOH)_2 \cdot 2H_2O$	ضارة	Oxalic Acid ((Ethanedioic Acid 2-Water.
١٢١-	شمع البرافين.	-	-	Paraffin Wax.
١٢٢-	فينول (حمض الكربوليك).	$C_6H_5.OH$	سامة	Phenol ((Carbolic Acid)).
١٢٣-	فينولفتالين.	-	ضارة	Phenol Phthalein.
١٢٤-	أنيلين (فينيل امين).	$C_6H_5.NH_2$	سامة	Phenylamine ((Aniline)).
١٢٥-	حمض الفوسفوريك.	H_3PO_4	آكلة	Phosphoric (II) Acid.
١٢٦-	فوسفور أحمر.	P	قابلة للاشتعال	Phosphorus, (Red).
١٢٧-	فوسفور أبيض أو أصفر .	P	قابلة للاشتعال	Phosphorus, (White).
١٢٨-	بوتاسيوم (معدن).	K	آكلة/قابلة للاشتعال	Potassium (Inliquidparaffin).
١٢٩-	ثاني كرومات البوتاسيوم.	$K_2Cr_2O_7$	سامة وحارقة للنبات	Potassium Bichromate ((Dichromate)).
١٣٠-	كلورات البوتاسيوم.	$KClO_3$	مؤكسدة/ضارة	Potassium Chlorate (VI).
١٣١-	كلوريد البوتاسيوم .	KCl	-	Potassium Chloride.
١٣٢-	كرومات البوتاسيوم.	K_2CrO_4	سامة وحارقة مؤكسدة للنبات	Potassium Chromate (VI).
١٣٣-	هيدروكسيد البوتاسيوم.	KOH	آكلة	Potassium Hydroxide.
١٣٤-	يودات البوتاسيوم.	KIO_3	مؤكسدة/ضارة	Potassium Iodate (V).
١٣٥-	يوديد البوتاسيوم.	KI	ضارة	Potassium Iodide.
١٣٦-	برمنجنات البوتاسيوم.	$KMnO_4$	مؤكسدة/ضارة	Potassium Permanganate.
١٣٧-	نترات البوتاسيوم.	KNO_3	مؤكسدة/سامة	Potassium Nitrate.
١٣٨-	ترترات البوتاسيوم والصوديوم.	$KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$	-	Potassium Sodium Tartrate .
١٣٩-	كبريتات البوتاسيوم.	K_2SO_4	-	Potassium Sulphate.
١٤٠-	ثيوسيانات البوتاسيوم.	KSCN	سام	Potassium Thiocyanate.
١٤١-	حديدو سيانيد البوتاسيوم.	$K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$	سام	Potassium Ferrocynide.
١٤٢-	حديدي سيانيد البوتاسيوم.	$K_3[Fe(CN)_6]$	سام	Potassium Ferricynide.
١٤٣-	فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين.	KH_2PO_4	-	Potassium Dihydrogen Phosphate
١٤٤-	بروميد البوتاسيوم.	KBr	ضارة	Potassium Bromide.
١٤٥-	نيتريت البوتاسيوم.	KNO_2	مؤكسدة/ضارة	Potassium Nitrite.
١٤٦-	نترات الفضة.	$AgNO_3$	آكلة	Sliver Nitrate.
١٤٧-	صفرانين.	-	ضارة/قابلة للاشتعال	Safranin (Soluble In Alchole).
١٤٨-	جير صودي.	-	آكلة	Sodalime.
١٤٩-	صوديوم (معدن).	Na	آكلة/قابلة للاشتعال	Sodium ((In Liquid Paraffin)).
١٥٠-	خلات الصوديوم (إيثانوات).	CH_3COONa	-	Sodium Acetate ((Ethanoate)).
١٥١-	بيكربونات الصوديوم.	$NaHCO_3$	-	Sodium Bicarbonate or Hydrogencarbonate.
١٥٢-	بيكبريتات الصوديوم.	$NaHSO_4$	آكلة	Sodium Bisulphate Or Hydrogen Sulphate.

الاسم	الصيغة	الإشارة التحذيرية	Name	م
بروميد الصوديوم.	NaBr	ضارة	Sodium Bromide.	١٥٣-
كربونات الصوديوم.	Na ₂ CO ₃	ضارة	Sodium Carbonate.	١٥٤-
كلورات الصوديوم.	NaClO ₃	ضارة/مؤكسدة	Sodium Chlorate (V).	١٥٥-
كلوريد الصوديوم.	NaCl	-	Sodium Chloride.	١٥٦-
سترات الصوديوم.	Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ .2H ₂ O	-	Sodium Citrate.	١٥٧-
فوسفات الصوديوم ثنائية الهيدروجين.	NaH ₂ PO ₄	-	Sodium Dihydrogen Phosphate(V) . 2-Water.	١٥٨-
فوسفات الصوديوم الهيدروجينية.	NaHPO ₄	ضارة	Di Sodium Hydrogen Phosphate (V) . 12-Water.	١٥٩-
ثاني كرومات الصوديوم.	Na ₂ Cr ₂ O ₇	سامة/مهيجة	Sodium Dicromate (VI) 2-water.	١٦٠-
هيدروكسيد الصوديوم.	NaOH	آكلة	Sodium Hydroxide.	١٦١-
يودات الصوديوم.	NaIO ₃	مهيجة/مؤكسدة	Sodium Iodate (V).	١٦٢-
يوديد الصوديوم.	NaI	ضارة	Sodium Iodide.	١٦٣-
فورمات الصوديوم.	HCOONa	ضارة	Sodium Formate.	١٦٤-
فلوريد الصوديوم.	NaF	سامة	Sodium Floride.	١٦٥-
هيبوكلورات الصوديوم.	NaClO	آكلة	Sodium Hypochlorite.	١٦٦-
نترات الصوديوم.	NaNO ₃	مؤكسدة/ضارة	Sodium Nitrate.	١٦٧-
نيتريت الصوديوم.	NaNO ₂	مؤكسدة/سامة	Sodium Nitrite.	١٦٨-
أوجزالات الصوديوم.	(COONa) ₂	ضارة	Sodium Oxzlate.	١٦٩-
كبريتات الصوديوم.	Na ₂ SO ₄	ضارة	Sodium Sulphate.	١٧٠-
كبريتيد الصوديوم.	Na ₂ S	آكلة	Sodium Sulphid -9-Water.	١٧١-
كبريتيت الصوديوم.	Na ₂ SO ₃	ضارة	Sodium Sulphite.	١٧٢-
سيليكات الصوديوم.	Na ₂ SiO ₃	ضارة	Sodium Silicate (Trisilicate).	١٧٣-
ثيوكبريتات الصوديوم.	Na ₂ S ₂ O ₃	ضارة	Sodium Thio Sulphate.	١٧٤-
أوكسيد الصوديوم.	Na ₂ O	ضارة	Sodium Oxide.	١٧٥-
فوسفات الصوديوم.	Na ₃ PO ₄	ضارة	Sodium Phosphate.	١٧٦-
ثيوسيانات الصوديوم.	NaSCN	ضارة	Sodium Thiocyanate.	١٧٧-
نشأ يذوب.	-	-	Starch Soluble.	١٧٨-
كبريت (زهر __ قضبان).	S	قابلة للاشتعال	Sulpher (Flowers – Roll).	١٧٩-
حمض الكبريتيك المركز.	H ₂ SO ₄	آكلة	Sulphuric Acid Conc.	١٨٠-
قصدير (حببات).	Sn	-	Tin (Granulated).	١٨١-
أوكسيد القصدير.	SnO	-	Tin Oxide.	١٨٢-
خارصين (زنك).	Zn	قابلة للاشتعال	Zinc (Powder Or Granulated).	١٨٣-
أوكسيد الخارصين.	ZnO	-	Zinc Oxide.	١٨٤-
كبريتات الخارصين.	ZnSO ₄	مهيجة	Zinc Sulphate, 7-Water.	١٨٥-
يوريا.	CO (NH ₂) ₂	-	Urea.	١٨٦-
يوراز.	إنزيم	-	Urease.	١٨٧-



التصنيف والخرن

أولاً : تصنيف وترتيب وخرن الأجهزة والأدوات :

أ - التصنيف :

تصنف الأجهزة والأدوات اللازمة لمختبر الكيمياء إلى :

- أجهزة وأدوات زجاجية .
- أجهزة وأدوات غير زجاجية .

ويخصص لترتيبها وخرنها دولا ب أو أكثر وبالطريقة التي يراها أمين المختبر مناسبة وبحسب الدواليب المتوافرة ومساحة المكان .

ب - الترتيب والخرن والحفظ :

للحفاظ على الأجهزة والأدوات المخبرية بالشكل الصحيح ، ولضمان فاعليتها وسلامتها لأطول فترة ممكنة ، ينبغي اتباع طرق صحيحة وسليمة عند تصنيفها وترتيبها وحفظها ، بحيث تراعي هذه الطرق ما يلي :

- 1- عدم تكديس الأجهزة والأدوات فوق بعضها ، حيث يؤدي إلى تلفها مع الزمن وكذلك إلى صعوبة الوصول إلى الجهاز أو الأداة عند الحاجة .
- 2- سهولة الوصول إلى الأداة أو الجهاز عند الحاجة إليه وبالسرية الممكنة .
- 3- حفظ جميع أجزاء الجهاز الواحد (الجهاز وملحقاته) مع بعضها وكذلك كتاب التشغيل (manual) في المكان نفسه للوصول إليها عند الحاجة بسهولة ويسر .
- 4- حفظ الأجهزة والأدوات المعدنية والكهربائية والإلكترونية في مكان جاف جيد التهوية وبعيداً عن الرطوبة والغبار وأشعة الشمس المباشرة وأبخرة المواد الكيميائية وبخاصة الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ، حيث تؤثر عليها الأبخرة وتلفها .
- 5- حفظ الأجهزة والأدوات الثقيلة في الرفوف السفلى من الدولا ب .
- 6- حفظ الأجهزة والأدوات الصغيرة والخفيفة في الرفوف العليا من الدولا ب .
- 7- حفظ الأجهزة والأدوات في الرف الواحد كما يلي :
 - وضع الأدوات الأكبر حجماً في الداخل ويتقدمها من الخارج الأصغر فالأصغر .
 - وضع الأدوات ذات الاستخدام المتكرر في الأمام نحو الخارج ، والأدوات ذات الاستخدام القليل في الخلف نحو الداخل في الرف نفسه .
 - وضع الأجهزة والأدوات التي لا يمكن حفظها في الدولا ب نظراً لطولها أو كبر حجمها في مكان مناسب ، وتغطي جيداً بغطاء بلاستيكي لحمايتها من الغبار والأتربة .
 - حفظ الأجهزة والأدوات الزجاجية في دولا ب أو أكثر خاص بها حسب أنواعها وحجومها وبطريقة تضمن سلامتها وسهولة الوصول إليها ، بحيث توضع الأدوات الصغيرة كالمكثفات وزجاجيات الوزن النوعي وزجاجات الساعة وغيرها في رفوف تكون بمستوى النظر ؛ وذلك لتسهيل الوصول إليها عند الحاجة .
 - أما الزجاجيات الأخرى فيتبع في ترتيبها وحفظها عادة في الصنف الواحد بأن توضع الأقل سعة نحو الخارج فالأكبر سعة نحو الداخل من الرف .
 - وبالنسبة للدوايق الكروية القاعدة والمستخدمه فتوضع على حواملها الخاصة بها أو إعادتها بعد تنظيفها وتجفيفها إلى كراتينها لوقايتها من الكسر . كما يجب تنظيف الأدوات والأجهزة الزجاجية مباشرة بعد الانتهاء من استخدامها وتجفيفها ثم إعادتها

- إلى مكانها على الرفوف ، وذلك منعاً من (تكلسها) ترسب الأملاح والمواد على جدرانها ما يؤدي إلى تلفها بمرور الزمن .
- وفيما يلي ما ينبغي اتباعه للمحافظة على سلامة وحفظ وصيانة أدوات تعيين حجوم السوائل :
- ١- السحاحات :**

فالسحاحة ذات الصنبور الزجاجي، يكون له صمام ذو فتحة ضيقة، وهي أكثر الأجزاء المعرضة للقفل بسبب تراكم الأوساخ أو زيت التشحيم، وأخطر ما يعرضها للتلف هو بقايا هيدروكسيد الصوديوم داخلها لفترة طويلة ؛ لأنه يتحول إلى كربونات صوديوم فيقفل الفتحة ويثبت الصمام ، ومن الصعب فكه مرة أخرى ما يؤدي إلى إتلافها . ولتفادي هذا التلف يجب غسلها بعد استعمالها مباشرة، وفك الصمام وغسله وتركه يجف تماماً، ومن الأفضل ربطه بخيط مع السحاحة وتركه معلقاً . وعند استعمال السحاحة يجب تشحيم الصمام بالفازلين أو أي دهان آخر بعيداً عن الفتحة الموجودة في الصمام بحوالي (٣ مم)، وتحفظ السحاحة بوضعها فوق حاملها الخاص على الوضع المقلوب أو في كراتينها أو في درج خاص؛ لوقايتها من الكسر نظراً لقلة أعدادها وارتفاع أسعارها .

٢- الماصات : (ذات السعة المحدودة أو المدرجة) :

يراعى بعد استعمالها غسلها وتنظيفها وتجفيفها . ولحفظها وصيانتها من الكسر توضع فوق الحامل المخصص لها على الوضع المقلوب أو في كراتينها أو في درج خاص .

٣- المخبار المدرج (الزجاجي) :

يراعى للمحافظة على سلامته ما يلي :

- عند استخدامه يوضع على ماسة متزنة أفقياً ، ويستحب أن يكون على قطعة من المطاط .
- عدم استخدامه لتعيين حجوم سوائل ساخنة .
- عدم إلقاء الجسم المراد تعيين حجمه بواسطة المخبار المدرج ، بل يجب ربط الجسم بخيط رفيع ويدلى به باحتراس في السائل لينغمر الجسم كله فيه .

٤- قنينات الكثافة (زجاجات الوزن النوعي) :

هي زجاجات صغيرة ذات سعة محدودة ، شفافه رقيقة الجدار ، ذات عنق مخشنة، لها سداد زجاجي مخشن، تتوسطه قناة ضيقة لخروج ما يزيد من السائل عن سعتها عند تغطيتها بالسداد . وللمحافظة على سلامتها وحفظها بعد الاستعمال يجب اتباع التالي :

- عدم تركها بعد استعمالها بدون تنظيف أو غسيل .
- يجب تغطيتها بغطائها الذي ورد معها عند استعمالها أو حفظها .
- عدم لف السداد عند تغطيتها واستعمالها ؛ لأن ذلك يعرض رقبتها للكسر .
- عدم وضعها معكوسة عند تخزينها أو فوق بعضها .

٥- الدوارق ذات السعة المحدودة (الدوارق العيارية أو الحجمية) :

هي دوارق زجاجية شفافة ذات أعناق طويلة ، ضيقة وقاعدة مفلطحة ، وعادة ما تكون مخشنة العنق، ولها سداد زجاجي مخشن أو بولي بروبيلين .

وللمحافظة على سلامتها وحفظها يراعى ما يلي :

- التنظيف الكامل بعد الاستعمال .
- دهان السداد بطبقة رقيقة من الفازلين بعد الاستعمال أو لف ورقة رقيقة حول السداد الزجاجي ، كي يسهل رفعه مع تغييرها بين حين وآخر .
- عدم تكديسها فوق بعضها لرقه جدارها ، بل وضعها جوار بعضها لوقايتها من الكسر .

ملحوظة : في جميع الزجاجيات السابقة ينبغي عدم تعرضها للهب مباشرة ؛ لأنها مصنوعة من زجاج لا يتحمل درجة الحرارة العالية والمباشرة .

- لا يستحسن استعمال الدوارق ذات القاعدة المستوية في التسخين ، ويفضل استعمال الدوارق الكروية القاعدة ، وذلك لأن سمك جدار القاعدة أكبر من سمك جدار الدورق ، وبالتالي يتمدد بمقدار يختلف عن مقدار تمدد جدار الدوارق فيتعرض للتهشم عند تسخينه . أما جدار الدورق الكروي فممتنظم السمك بالإضافة إلى أنه مصنوع من زجاج يتحمل الحرارة العالية .

ثانياً : تصنيف وترتيب و تخزين المواد الكيميائية :

أ- التصنيف :

تتبع طرق عدة في تصنيف المواد الكيميائية وترتيبها : لتسهيل الوصول إليها عند الحاجة ، ولضمان سلامتها وسلامة الأشخاص المتعاملين معها وبخاصة أمين المختبر . ومن هذه الطرق :

١- تصنيف المواد الكيميائية في مجموعات حسب مركبات العنصر (مجموعة مركبات العنصر) مثل:

- مركبات البوتاسيوم .
- مركبات الصوديوم .
- مركبات الكالسيوم .
- مركبات الألمنيوم .
- مركبات الحديد ... وهكذا .

بحيث توضع كل مجموعة في جزء من رف أو في رف كامل في دولا ب خاص بالمواد وبحسب عدد مركبات العنصر، وتلصق قائمة على كل دولا ب أو رف بأسماء المواد التي يحتويها، والتي ترقم بأرقام مسلسلة لتسهيل الوصول إليها عند الحاجة. وتعتبر هذه الطريقة من أسهل الطرق وأكثرها اتباعاً .

٢- تصنيف المواد الكيميائية حسب التسلسل الأبجدي للمواد الكيميائية المتداولة للعنصر . فمثلاً

نترات الصوديوم في مجموعة حرف (ن) والحموض في مجموعة حرف (ح) ، وهكذا .

٣- تصنيف المواد الكيميائية حسب تأثيرها :

- مثل : - الأحماض في مجموعة خاصة بها .
- القلويات في مجموعة خاصة بها .
- الكواشف في مجموعة خاصة بها .

إلا أن خطورة هذه الطريقة والطريقة الثانية تكمن في إمكانية تجميع مواد تشكل خطورة إذا

اجتمعت مع بعضها .

فمثلاً يمكن أن تجتمع مادة مؤكسدة مع مادة قابلة للاشتعال أو مادة سامة مع مادة قابلة للاشتعال في المجموعة نفسها وفي الرف نفسه أو الدولا ب نفسه وبجانب بعضها ، ما يشكل خطراً على المتعاملين مع هذه المواد، لذلك يجب فيما لو اتبعت هذه الطرق في تصنيف وترتيب المواد الكيميائية إبعاد هذه المواد عن بعضها البعض .

٤- تصنيف وترتيب المواد الكيميائية في مجموعات حسب الإشارات التحذيرية الموضوعة على

العبوات. أي حسب أنواعها ، وتخزن كل مجموعة مع بعضها بعيداً عن المجموعات الأخرى.

فمثلاً : • المواد السامة في مجموعة مع بعضها .

• المواد القابلة للاشتعال في مجموعة مع بعضها .

• المواد المؤكسدة في مجموعة مع بعضها .. وهكذا .

ولكن قد لا يكون على العبوات أو على بعضها أي إشارات تحذيرية ، ما يجعل هذه الطريقة

في التصنيف والترتيب سلبية .

وعموماً فإنه عند اتباع أية طريقة من هذه الطرق الأربع في تصنيف وترتيب وحفظ المواد

الكيميائية يجب الأخذ في الاعتبار عدم وضع المواد الواردة فيما بعد بجانب بعضها متقاربة، وذلك منعاً

لوقوع حوادث قد تكون لها آثار وخيمة. لهذا ينبغي في ترتيب وحفظ هذه المواد مراعاة أن توضع :

- ١- حمض الخليك بعيداً عن: حمض النيتريك، البرمنجنات، مركبات الهيدروكسيد، وحمض الكروميك.
- ٢- حمض النيتريك بعيداً عن : الأحماض مثل الخليك ، الكروميك ، المعادن الثقيلة والنحاس ، كبريتيد الهيدروجين ، الجلوسرين ، الأمونيا ، السوائل والغازات القابلة للاشتعال .
- ٣- حمض الكبريتيك بعيداً عن : البرمنجنات ، الكلورات ، المعادن الخفيفة .
- ٤- الحموض بعيداً عن : الكبريتات بشكل عام ، والنيتريتات .
- ٥- الأسيتون بعيداً عن : حمض الكبريتيك المركز ومحاليله وحمض النيتريك المركز .
- ٦- الفسفور الأبيض بعيداً : عن القلويات والمواد المختزلة ، الهواء والأوكسجين .
- ٧- اليود بعيداً عن : الأمونيا ، الهيدروجين ، الأسيتلين .
- ٨- الأمونيا بعيداً عن : الزئبق ، الهالوجينات ، اليود ، هيبوكلوريت الكالسيوم ، الأحماض .
- ٩- كلورات البوتاسيوم بعيداً عن : المركبات العضوية مثل مسحوق الفحم .. إلخ .
- ١٠- الهيدروكربونات بعيداً عن : البروم ، حمض الكروميك ، فوق أوكسيد الصوديوم (بيروكسيد الصوديوم) ، الكلور .
- ١١- فوق أكسيد الهيدروجين بعيداً عن: الأسيتون، الكحولات، الكروم، النحاس، المواد العضوية.
- ١٢- الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم وكبريد الكالسيوم بعيداً عن : الماء ، المحاليل المائية .
- ١٣- المواد المؤكسدة بعيداً عن : الهواء ، الماء ، المواد سريعة الاشتعال، المواد القابلة للاحتراق .
- ١٤- المواد الآكلة بعيداً عن : المواد سريعة الاشتعال والمؤكسدة .
- ١٥- المواد سريعة الاشتعال بعيداً عن : المواد القابلة للاحتراق .
- ١٦- السوائل المشتعلة بعيداً عن : نترات الألمنيوم ، فوق أوكسيد الهيدروجين ، الهالوجينات ، حمض النيتريك، الهيدروجين، حمض الكروميك .
- ١٧- الكربون المنشط بعيداً عن : المواد المؤكسدة ، هيبوكلوريد الكالسيوم .
- ١٨- الفضة بعيداً عن : مركبات الألمنيوم ، الأسيتلين ، حمض الأوجزاليك .
- ١٩- النحاس بعيداً عن : فوق أوكسيد الهيدروجين ، الأسيتلين .

ب- الخزن والحفظ :

تخزن وتحفظ الكيماويات وفق نظام يسمح ويقلل من الوقت والجهد اللازمين لاستخدامها ، فمثلاً توضع مجموعة أملاح الفلز الواحد مع بعضها مرتبة حسب ترتيبها الأبجدي باللغة الإنجليزية ، أو توضع المواد حسب أنواعها . أي في مجموعات حسب الإشارات التحذيرية الموجودة على العبوات ، فضلاً عن أن هناك أخطاراً تتعلق بتخزين وحفظ الكيماويات يمكن تجنبها باتباع قواعد السلامة العامة في التخزين :

- يجب استخدام دواليب خاصة أو إلحاق غرفة صغيرة بالمختبر ، تكون مزودة بنظام تهوية جيد؛ للتخلص من الروائح والأبخرة المنبعثة من عبوات بعض المواد الكيميائية ، وتستخدم لتخزين الكيماويات ؛ لتجنب حدوث أي إصابات منها .
- استخدام دواليب ذات رفوف من الأسبستوس أو مغطاة بالفورميكا المقاومة للمواد الكيميائية.
- يجب وضع الملصقات المناسبة على عبوات الكيماويات والمحتوية على الإشارة التحذيرية لكل مادة واسمها ورمزها الكيميائي ، ودرجة تركيزها .
- في حالة عدم توافر دواليب خاصة بالكيماويات فإنه من الممكن استخدام أرفف معدنية تكون بعيدة عن متناول أيدي الطلبة ، وعن أجهزة التسخين وأشعة الشمس المباشرة ، وألا يزيد ارتفاع هذه الرفوف عن مستوى نظر الشخص المتعامل معها .
- لا تحفظ المواد الكيميائية التي تتفاعل معاً قريباً من بعضها ، مثل : الجلوسرين وحمض

النيتريك، النشادر (الأمونيا) والأحماض والمواد الملتهبة ، كلورات البوتاسيوم ومسحوق الفحم، الصوديوم والبوتاسيوم والمحاليل المائية أو الماء .

- ضع العبوات الكبيرة في الرفوف السفلى ، والعبوات الصغيرة في الرفوف العليا .
- ضع في الرف الواحد العبوات قليلة الاستخدام في الخلف نحو الداخل والعبوات ذات الاستخدام الأكثر في الأمام نحو الخارج .
- يجب أن تحفظ الأحماض المركزة في زجاجات محكمة الغلق في حجرة التحضير ، ويفرش مكانها بالرمل ، وليس في دواليب عادية .
- إذا وضعت زجاجات الحفظ الكبيرة التي تحوي أحماضاً أو قلويات مركزة ، على أرصف فينبغي ألا تكون على ارتفاع أكثر من نصف متر عن الأرض ، أو توضع على رمل على الأرض .
- وضع جردل مملوء بمحلول بيكربونات الصوديوم بالقرب من المكان الذي تخزن فيه الأحماض .
- تحفظ المواد القابلة للاحتراق في دواب معدني أو خزانة لها فتحات تهوية أعلاها وأسفلها؛ للتخلص من الغازات المنبعثة من الكيماويات .
- تحفظ المواد المتطايرة سريعة الاشتعال في مكان رطب بعيداً عن ضوء الشمس ، وفي صناديق خشبية مبطنة بالزئبق بها رمل .
- المواد السامة تحفظ في دواب معدني خاص بها ويكتب عليه (سموم) بوضوح ، ويراعى العناية التامة في تناولها .

• خزن المواد الكيميائية في المختبرات المدرسية : تخزن المواد الكيميائية في :

- ١- الدواليب الخاصة بالمواد الكيميائية : ويشترط احتواؤها على فتحات تهوية أعلاها وأسفلها؛ للتخلص من الغازات والأبخرة المنبعثة من الكيماويات .
 - ٢- غرف صغيرة ملحقة بالمختبرات مجهزة بالرفوف ، ويجب تزويدها بمراوح شفط ونظام تهوية جيد ، يسمح بتوفير مجرى هواء دائم لتجديد الهواء .
- وبشكل عام يجب تخزين المواد الكيميائية في مكان بارد وجاف ، بعيداً عن مصادر الحرارة وأشعة الشمس المباشرة ، كما يستحسن تخزين المواد حسب أنواعها ، وذلك باستعمال إشارات (ملصقات) ملونة خاصة بذلك ، حيث يمكن استخدام الألوان التالية :
- الأحمر : ويشير إلى مواد كيميائية قابلة للاشتعال .
 - الأصفر : ويشير إلى مواد كيميائية سريعة الاشتعال .
 - الأبيض : ويشير إلى مواد كيميائية قارضة (أكلة) .
 - الأزرق : ويشير إلى مواد كيميائية سامة .
 - الأخضر : ويشير إلى مواد كيميائية أخرى .
- وفي كل الحالات يتم خزن المواد من كل مجموعة مع بعضها بعيداً عن المجموعات الأخرى، مع الأخذ في الاعتبار عدم وضع المواد الواردة فيما سبق في التصنيف بجانب بعضها متقاربة. كما ينبغي بالنسبة للمواد المشتعلة ألا تخزن أكثر من ٦٠٠ مل. في كل غرفة ، وألا تخزن أكثر من ١٠٠ مل. في الزجاجاة الواحدة .
- لا تخزن المواد الكيميائية على أرضية المختبر ، كذلك لا تخزن على رفوف تقع فوق مستوى عين الشخص الذي يستعملها .

احتياطات السلامة في حفظ المواد الكيميائية :

هناك أخطار تتعلق بتخزين وحفظ الكيماويات يمكن تجنبها باتباع قواعد واحتياطات أمان خاصة في تخزينها وحفظها :

١- المواد الآكلة أو القارضة: (Corrosive)

وهي مواد خطيرة آكلة للجلد ، كما أنها آكلة للمواد العضوية ويتراوح خطر هذه المواد من تجفيف الجلد أو حرقه إلى حرق العظام أو عمى العين إذا وصلت إليها .. ومن هذه المواد :



مادة حارقة أو آكلة أو قارضة

- الأحماض القوية، مثل : الهيدروكلوريك والكبريتيك
- الأبخرة المختلفة، مثل: أبخرة أحماض الهيدروكلوريك، الكبريتيك، والنيتريك والفوسفوريك وغيرها .
- القلويات، مثل : هيدروكسيد الأمونيوم، هيدروكسيد الصوديوم ، وهيدروكسيد البوتاسيوم، وهيدروكسيد الكالسيوم وغيرها .

ويراعى عند تخزين هذه المواد أن تحفظ :

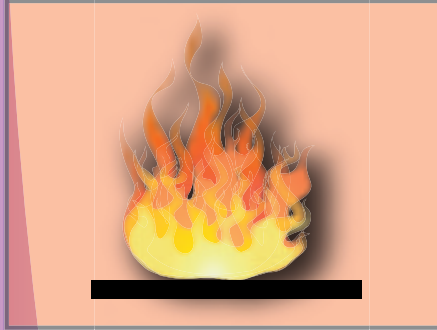
- في مكان بارد تحت درجة حرارة أعلى قليلاً من درجة تجمدها .
- في مكان جاف وجيد التهوية وبعيداً عن مصادر الحرارة وأشعة الشمس المباشرة والغازات القابلة للاشتعال والسوائل الملتهبة.

٢- المواد القابلة للاشتعال: (Flammable)

وهي أي مادة صلبة قابلة للاشتعال أو ذاتية الاشتعال أو تولد غازات وأبخرة قابلة للاشتعال عند ملامستها للماء .

ويراعى عند تخزينها أن تحفظ:

- أ - المواد الصلبة القابلة للاشتعال :
- بعيداً عن الغازات القابلة للاشتعال .
- في أماكن نظيفة وجافة وجيدة التهوية بعيداً عن مصادر الحرارة .



مادة قابلة للاشتعال

- عدم إحداث أي اشتعال قرب مكان تخزينها أو تلامس كهربائي أو التدخين بالقرب منها .

ب- المواد ذاتية الاشتعال :

ويراعى عند تخزينها أن تحفظ :

- في مكان نظيف وجيد التهوية ذي برودة مناسبة .
- بعيداً عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة .

ج- المواد الصلبة التي تولد غازات قابلة للاشتعال:

ويراعى عند تخزينها أن تحفظ :

- بعيداً عن المواد الكيميائية والسوائل الملتهبة (السوائل القابلة للاشتعال) .
- بعيداً عن الأحماض؛ لأن بعض هذه المواد مثل كربيد الكالسيوم يتفاعل بشدة معها .

٣- المواد المؤكسدة: (Oxidising)

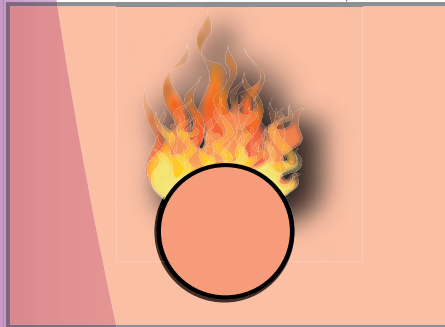
ويراعى عند تخزينها أن تحفظ :

- في زجاجات بنية أو أواني من القصدير بعيداً عن الضوء والحرارة وأشعة الشمس المباشرة .

- بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال وفي مكان بارد

جيد التهوية .

- بعيداً عن الأحماض المركزة والمواد الغذائية .



مادة مؤكسدة

٤ - المواد السامة : (Toxic)

هناك نوعان من السموم :

- النوع الأول : (Very Toxic) حاد تظهر أعراضه مباشرة. ومن السموم الحادة : غاز أول

أوكسيد الكربون، غاز كبريتيد الهيدروجين وغاز ثاني أوكسيد النيتروجين وغيرها .

- النوع الثاني: (Toxic) تراكمي تظهر أعراضه بمرور الزمن. ومن السموم المزمنة : غبار

الأسبستوس، غاز الكلور ، نترات الزئبق ، الرصاص وغيرها .

وتتراوح خطورة السموم الحادة والمزمنة بين الموت والإعاقة التامة ، وذلك تبعاً لنوع المادة وكمية

الجرعة وزمن التعرض للمادة السامة . فمنها ما يؤدي إلى الموت مباشرة، ومنها ما يسبب الشلل

الدماغي أو السرطان الخبيث ، ومنها ما هو أقل خطورة يظهر أثرها مع الزمن.

وتدخل هذه السموم إلى الجسم عن طريق الاستنشاق مثل غاز كبريتيد الهيدروجين، غاز

الكلور، غازي أول وثاني أوكسيد الكربون وغيرها، أو عن طريق الجهاز الهضمي بشرب ماء ملوث

أو الأكل في المختبرات أو استخدام طريقة السحب بالفم عند استخدام الماصة ، وتدخل أيضاً عن

طريق الجلد بالامتصاص مثل نترات الفضة والأسيتون والبنزين والفينول وغيرها. وتنقسم المواد

السامة إلى :

١- مواد سامة غير قابلة للاشتعال : ويراعى عند تخزينها أن تحفظ :

- بعيداً عن المواد الغذائية حتى لا تلوثها .

- في أماكن بعيدة بحيث لا تصل أبخرتها إلى منطقة العمل في المختبر .

٢- مواد سامة وقابلة للاشتعال : ويراعى عند

تخزينها أن تحفظ :

- بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال .

- بعيداً عن مصادر الشرر واللهب وأشعة الشمس

المباشرة .

٥- المواد المتفجرة : (Explosive)

وهي أي مادة أو مركب له خصائص، تجعله وحده

أو بالاتحاد مع مادة أو مواد أخرى يتحلل فجأة، أو يولد

حرارة أو غازاً أو ضغطاً يسبب لهباً أو انفجاراً مدمراً

للمواد المحيطة به .

وتنقسم المواد المتفجرة إلى :

١- غبار متفجر : كتناثر دقيق المغنيسيوم أو الكبريت

في الهواء في وجود الحرارة أو لهب حيث يشكل

مزيجاً متفجراً قوياً .

٢- غازات متفجرة: كالهيدروجين، الأسيتلين،

الأوكسجين، أكاسيد النتروجين ، وبخاصة إذا كانت

مضغوطة في أسطوانات .

٣- الغازات المسالة : فالغاز عندما يكون مسالاً يكون تركيزه أكبر مما هو في حالة الغازات، حتى

لو لم يكن مضغوطاً ، وبالتالي فهو قابل للتبخر بسرعة كبيرة إذا رفع عنه الضغط أو ارتفعت

درجة حرارته .

ويراعى عند تخزين المواد المتفجرة أن تحفظ :



مادة سامة



مادة متفجرة

- بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال .
- في أماكن مغلقة جيدة التهوية وبعيدة عن مصادر الحرارة والشرر الكهربائية.
- بكميات قليلة جداً ، ويتبع عند تخزينها تنفيذ التعليمات والتحذيرات المسجلة عليها .
- أسطوانات الغازات في وضع عمودي ، وتثبت بشكل جيد لتجنب وقوعها .
- عدم تخزين الأسطوانات التي تحتوي على غازات قابلة للتفاعل تلقائياً كالكلور والهيدروجين (وهذه لا تتوافر في المدارس ولكن للعلم بالشيء فقط) .

كيفية حفظ بعض العناصر:

أ- الفلزات القلوية : كالصوديوم والبوتاسيوم :

- تحفظ في زجاجات أو علب من القصدير مملوءة بالكيروسين أو زيت البرافين ومحكمة الإغلاق.
- تخزن في مكان جاف جيد التهوية بعيداً عن الحرارة وأشعة الشمس المباشرة، وكذلك الماء والمحاليل المائية.

ب-الفسفور الأبيض أو الأصفر :

- يحفظ في زجاجات مملوءة بالماء ، وتحكم أغطيتها بالشمع بعد إغلاقها .
- يخزن في مكان رطب جيد التهوية بعيد عن الحرارة وأشعة الشمس المباشرة.

الفصل الثاني

إرشادات السلامة في مختبر الكيمياء

- ❖ الاحتياطات اللازمة لتجنب الحوادث في مختبر الكيمياء .
- السلامة في التعامل مع المواد الكيميائية واستخدام الأدوات:
 - أولاً : التعامل مع المواد الكيميائية الصلبة .
 - ثانياً : التعامل مع المحاليل والسوائل الكيميائية .
 - ثالثاً : التعامل مع الغازات .
- السلامة في التخلص من الفضلات الكيميائية .

الاحتياطات اللازمة لتجنب الحوادث في مختبر الكيمياء

- ١- تعرف على أسماء الأجهزة والأدوات والمواد الكيميائية التي يحتويها المختبر ، واتبع الإرشادات في تناولها واستخدامها ، والطرق الصحيحة والسليمة في تصنيفها وتنظيمها وتخزينها .
- ٢- استعمل أجهزة وأدوات نظيفة دائماً في كل تجربة ، واحفظ الأجهزة والأدوات نظيفة بعد الانتهاء من كل تجربة .
- ٣- نظف طاولة (أو بنش) العمل جيداً قبل وعند نهاية تنفيذ التجارب، وأعد كل أداة إلى مكانها نظيفة.
- ٤- التأكد من سلامة التوصيلات الكهربائية وتوصيلات الغاز والأجهزة والأدوات والمواد قبل تنفيذ أي تجربة .
- ٥- عند نقل زجاجات الأحماض والقلويات والمحاليل أمسكها بكلتا اليدين، ولا تحملها بيد واحدة.
- ٦- لا ترمم البقايا من المواد الصلبة في حوض الماء، ولا تغسل في الحوض إلا الأوعية التي تحتوي على مواد قابلة للذوبان في الماء والصابون، وإذا سكبت محلولاً حمضياً أو قاعدياً في الحوض، دع ماء الصنبور ينساب عليه بكمية كبيرة؛ لتتأكد من تخفيف قوة الحمض أو القاعدة.
- ٧- لا تستخدم الفم لمص السوائل عند استخدام الماصة ، واستخدم الممص المطاطي الذي يركب على الماصة لهذا الغرض .
- ٨- استخدم القمع عند نقل سائل معين من زجاجة إلى دورق أو مخبر، مع الأخذ في الاعتبار رفع القمع، لئلا يتسبب عدم رفعه في منع مرور الهواء فينسكب السائل خارج الدورق أو المخبر.
- ٩- تأكد من اسم المادة الكيميائية المكتوبة على الزجاجة أو الوعاء الذي يحتويها في كل مرة تستعمل هذه المادة ، ولا تستخدم إلا ماصة أو ملعقة نظيفة عند أخذ كمية من المادة من زجاجة الحفظ تحاشياً لتلويثها .
- ١٠- التأكد من أن جميع مصادر اللهب مطفأة عند التعامل مع المواد العضوية المتطايرة .
- ١١- عند تخفيف الأحماض تذكر دائماً أن تضيف الحمض إلى الماء تدريجياً ، بحيث يسيل على الجدار الداخلي لوعاء التخفيف مع التقليب المستمر ليمتزج وليس العكس .
- ١٢- عند انسكاب الأحماض على المنضدة (البنش) أو الطاولة أو أرضية المختبر ، يجب إضافة بيكربونات الصوديوم على المنطقة التي انسكب فيها الحمض ثم إضافة الماء لتخفيفه ، وبعدها تمسح بقطعة قماش.
- ١٣- عند انسكاب مواد قلوية فيجب تخفيفها بالماء أولاً ثم إضافة حمض الخليك المخفف ، ومسحها بقطعة قماش

السلامة في التعامل مع المواد الكيميائية واستخدام الأدوات

أولاً : المواد الكيميائية الصلبة :

يجب الحذر عند أخذ وتناول المواد الكيميائية، فهي على العموم لها أضرارها إذا لامست اليد أو الجلد، وتزداد أضرارها لو نفذت إلى داخل الجسم.. والمواد الكيميائية، الصلبة تحتاج إلى معاملة خاصة عند التسخين، كما أنها إذا كانت مختلطة بشوائب قد تؤدي إلى تفاعلات غير مرغوب فيها. فمنها ما يتفاعل مع الهواء أو الماء ، أو مع بعضها وينتج عنها حرارة أو اشتعال أو غازات أو أبخرة لها خطرها أو إذا لم يحسن تخزينها ، أو سمح لها بالتفاعل دون رقابة أو تحكم فقد تسبب أضراراً لا تحمد عقباه . وهناك مواد كيميائية سامة ، بل وشديدة السمية ، وهذه يجب تجنب استخدامها كلما كان هذا ممكناً، وهناك مواد كيميائية صلبة تشتعل في درجة الحرارة العادية ، أو بمجرد ملامستها للهواء ، وهذه لها طرق خاصة للحفظ والاستخدام .

وفيما يلي بعض احتياطات الأمان التي ينبغي مراعاتها عند التعامل مع المواد الكيميائية الصلبة :

• التعامل مع المواد الكيميائية الصلبة :يراعى ما يلي :

- 1- عدم أخذ أو لمس المواد الكيميائية الصلبة باليد مباشرة أو بقطعة من الورق ، ويجب استخدام المعلقة الخاصة بهذا الغرض .
- 2- قص الأظافر الطويلة حتى لا تحمل أسفلها بقايا مواد كيميائية، قد تختلط بالطعام وتلوثه.
- 3- غسل اليدين جيداً بالماء والصابون بعد الانتهاء من العمل المخبري ، فهذا يقلل من خطر التسمم بالمواد الكيميائية السامة .
- 4- التأكد من الاسم المكتوب على الزجاجات قبل استخدامها ، وذلك في كل مرة تستخدم فيها الزجاجات، واستخدام الملصقات التحذيرية على عبوات المواد الكيميائية للتنبيه على خطورة محتواها والاحتياطات اللازم اتباعها عند استخدامها .
- 5- عدم تذوق أي مادة كيميائية ، ما لم ينص على هذا صراحة في طريقة إجراء التجربة .
- 6- عدم استخدام مقادير كبيرة من المواد الكيميائية ، فالكميات الصغيرة يمكن التحكم في تفاعلاتها بسهولة أكثر .
- 7- قراءة التعليمات والتحذيرات الموجودة على عبوات المواد الكيميائية قبل استعمالها والتعامل معها بجدية .
- 8- عدم العبث بالمواد الكيميائية والمحاليل وخلطها مع بعضها ، لمجرد العبث أو إشباع حب الاستطلاع الذي لا يقوم على أساس علمي ، حفاظاً على الكيماويات ؛ ولتجنب ما قد ينشأ عن خلطها من أضرار .
- 9- التحرك بهدوء وتجنب السرعة أو الجري أثناء حمل المواد الكيميائية تجنباً للاصطدام أو السقوط.
- 10- إغلاق الزجاجات أو العبوات بأغطيتها الخاصة مباشرة بعد أخذ الكمية المناسبة منها، منعاً لخلط الأغذية ببعضها ما يؤدي إلى تلوث المواد الكيميائية، وبالتالي فشل بعض التجارب.
- 11- تجنب تناول الأطعمة والأشربة أو تخزينها في المختبر، وعدم الشرب من الماء المخصص للمختبر.
- 12- الانتباه عند التعامل مع السيانيدات والفلوريدات والكبريتيدات والزنبق ومركباته ، فهي مواد خطيرة جداً .
- 13- لا تهمل لبس البالطو الخاص بالمختبر والنظارات والقفازات الواقية عند التعامل مع المواد الكيميائية المختلفة حفاظاً على سلامتك .

١٤- عند أخذ عينة صلبة من عبوة، استخدم ملعقة خاصة نظيفة، وأغلق العبوة مباشرة بعد أخذ العينة منها وأعدّها إلى مكانها، واغسل أيضاً الملعقة مباشرة بعد استخدامها وجففها جيداً.

• تسخين الكيماويات الصلبة في أنابيب أو دوارق: يراعى ما يلي :

- ١- التأكّد من نقاوة المادة الصلبة ما أمكن قبل تسخينها ، ومن عدم وجود شوائب بها قد تسبب اشتعالاً أو تفاعلات خطيرة .
- ٢- عند تسخين مادة صلبة في أنبوبة اختبار يجب التأكّد من جفاف الأنبوبة من الداخل والخارج.
- ٣- تحتاج بعض المواد الكيميائية الصلبة إلى درجات حرارة مرتفعة لصهرها ، وعند الحاجة لذلك تستخدم أنابيب من البيركس أو البروسيليكت الذي يتحمل درجات الحرارة العالية .
- ٤- توزيع اللهب على جميع أجزاء أنبوبة الاختبار عند تسخين مادة صلبة بها .
- ٥- المواد الصلبة قد تحوي نسبة من الرطوبة ، أو تحوي ماء تبلر ، فهي ليست خالية من الماء تماماً . وعند تسخينها تتبخّر النسبة القليلة من الماء التي توجد بها ، ولهذا يراعى ما يلي :
- أ- عدم وضع دورق التسخين أو الأنبوبة التي يتم بها التسخين في وضع رأسي ؛ لأن هذا يعوق خروج بخار الماء ، فيتكثف ويؤدي إلى كسر الدورق أو الأنبوبة .
- ب- أن يكون التسخين شديداً حتى لا تكون هناك فرصة لتكثف البخار ما يؤدي إلى كسر الدورق أو الأنبوبة .

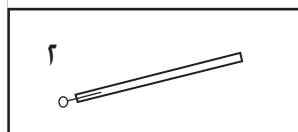


• تسخين المواد الصلبة التي تتسامى: يراعى ما يلي :

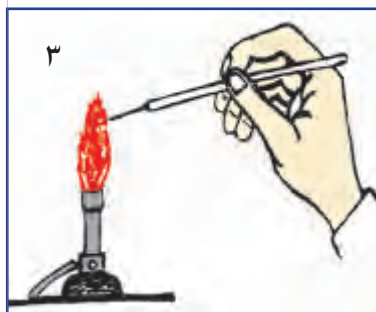
- ١- أن تجري عملية تسخين هذه المواد داخل خزانة الغازات .
- ٢- إذا تم التسخين في جفنة ، ترفع من فوق الموقد قبيل تصاعد البخار ، وتغطى بلوح زجاجي أو بقمع زجاجي ليتكثف عليه البخار ، كما في الشكل (١).

• تسخين المواد الصلبة في اللهب المباشر:

- ١- عند تسخين مواد صلبة لا ينبغي أن تمسك بين فكي ماسك، وتوضع في اللهب مباشرة فقد تنصهر وتسقط على اليد ، أو تسقط في أنبوبة الموقد فتسبب لها انسداداً . ولهذا يستعمل في إجراء هذا الاختبار سلك بلاتيني طوله حوالي ٥ سم. (نهايته الحرة عبارة عن حلقة صغيرة) مثبت في ساق زجاجية. ويجب التأكّد من نظافة السلك قبل الاستعمال كما في الشكل (٢)، ويتم ذلك بإتباع الخطوات التالية:



- ضع قليلاً من حمض الهيدروكلوريك المركز في زجاجة ساعة، ثم اغمس طرف السلك فيه وسخنه في لهب بنزن حتى ينعدم تلون اللهب، وبذلك يكون السلك نظيفاً ومعداً للاستعمال ثم خذ به كمية صغيرة جداً من المادة المراد اختبارها .
- ضع السلك وما عليه في لهب موقد بنزن كما في الشكل (٣)، ثم لاحظ اللون الذي يكتسبه



اللهب مع ملاحظة عدم تعريض المادة المختبرة للمنطقة شديدة الحرارة مباشرة ، وذلك لتجنب التداخل في الألوان المتكونة ، خصوصاً عند وجود خليط من المواد .

(يعزى ظهور اللون إلى الشق القاعدي للمادة المختبرة) .

ومن هذه المواد :

- الصوديوم
- البوتاسيوم
- الكالسيوم
- النحاس
- المنجنيز
- الباريوم
- أصفر ذهبي لامع يستمر مدة .
- بنفسجي باهت يزول بسرعة .
- أحمر طوبي
- أخضر فاتح أو أزرق
- أخضر باهت يزول بسرعة .
- أخضر باهت يستمر مدة .

ملحوظة : يمكن استخدام سلك نيكل كروم بدل البلاتين في حالة عدم توفره .

٢ - في الكشف عن الغازات بتلوين اللهب ، ينبغي عدم النظر إلى اللهب من أعلى ؛ حتى لا تستنشق الأبخرة المتصاعدة .

● التعامل مع الفلزات القابلة للاشتعال : يراعى ما يلي :

١- عدم لمس الفلز القابل للاشتعال باليد مطلقاً ، فحرارة اليد تكون كافية لإشعاله ، ما يسبب حروقاً مؤلمة . وقد يحدث هذا إذا تناثرت قطعة من الفلز أثناء التقطيع وسقطت في جيب المعطف مثلاً دون أن ينتبه لها ، فمجرد وضع اليد في الجيب وملامستها لقطعة الفلز تكون كافية لإشعالها فتحرق الجلد والقماش ، ويكون أخذ الفلزات القابلة للاشتعال مثل الصوديوم والبوتاسيوم بواسطة طرف آلة حادة أو بواسطة ملقط .



ملقط الصوديوم

٢- عدم تقطيع الفلز القابل للاشتعال بنفس السكين التي قطع بها لا فلز قابل للاشتعال ، مثل الفسفور الأبيض .

٣- عدم استخدام حمام مائي في تسخين فلز قابل للاشتعال لا يحفظ تحت الماء ، مثل الصوديوم والبوتاسيوم اللذين يتفاعلان بشدة مع الماء مع حدوث فرقة ، ويحفظان في زيت البرافين أو الكيروسين .

٤- يتم تقطيع كل من الصوديوم والبوتاسيوم تحت الكيروسين في زجاجة ساعة (أي تحت سائل حفظهما) ولا يقطعان في الهواء ، لأنهما يشتعلان أثناء التقطيع ، حيث يتأكسدان في درجة الحرارة العادية ، مع انطلاق حرارة كافية لاشتعالهما .

٥- تجفف الأيدي تماماً قبل التعامل مع الصوديوم والبوتاسيوم .

٦- بمجرد سقوط قطعة من الصوديوم على المنضدة ، يسرع بتغطيتها بنقطة أو أكثر من سائل حفظهما الكيروسين أو الزيت (البرافين) .

٧- لا يقرب الصوديوم أو البوتاسيوم من الأحماض ، لأنهما شديداً التفاعل معها ، وينتج عن ذلك هيدروجين مع ارتفاع درجة الحرارة ما يشعل الهيدروجين وتحدث فرقة .

٨- ينبغي ألا يستخدم الصوديوم النقي في التجارب ويستخدم بدلاً منه مملغم . الصوديوم (صوديوم مغطى بطبقة من الزئبق) فتفاعلاته هي نفس تفاعلات الصوديوم، ولكنها أكثر هدوءاً .

٩- في تجربة تفاعل الصوديوم مع الماء، لا يلقى الصوديوم في حوض الماء، إذ يتصاعد هيدروجين وترتفع درجة الحرارة بشدة، وتقفز قطعة الصوديوم من مكان لآخر، وقد تصيب شخصاً قريباً منك ، ولهذا ينبغي وضع قطعة الصوديوم (قطعة صغيرة) داخل شبكة من السلك أو داخل قطعة من ورق الألمنيوم التي تستخدم في لف الأغذية، وتثقب بدبوس قبل وضعها في الماء أو نستخدم كأس زجاجية عميقة مع قليل من الماء في قاعدتها .

• التعامل مع اللافلزات القابلة للاشتعال :

من أمثلة هذه اللافلزات الفسفور الأصفر (الأبيض) والذي يتوافر في بعض المدارس، حيث يشتعل إذا ترك في الهواء ، ويحفظ في الماء . ويراعى في التعامل معه ما يلي :

- ١- عدم لمس الفوسفور باليد مطلقاً ، ويستخدم طرف آلة حادة أو ملقط لأخذه .
- ٢- عدم تقطيع اللافلز القابل للاشتعال - مثل الفوسفور الأبيض - بنفس السكين التي قطع بها فلز قابل للاشتعال مثل الصوديوم .
- ٣- يتم تقطيع الفسفور تحت الماء (سائل حفظه) ، وعدم تقطيعه في الهواء ، حيث تكون حرارة الاحتكاك كافية لإشعاله .
- ٤- إذا سقطت قطعة من الفسفور على الماسة تغطى فوراً بقطرات من الماء .
- ٥- ينبغي عدم ملامسة الفسفور للصودا الكاوية ؛ لأنه يتفاعل معها منتجاً غاز الفوسفين الذي يشتعل بمجرد ملامسته للهواء وينتج أبخرة سامة، وإذا استلزم الأمر إجراء هذا التفاعل فيجربى في خزانة الغازات.
- ٦- عند تحضير الكبريت المعيني- إذا استخدم ثاني كبريتيد الكربون كمذيب - ينبغي فتح النوافذ، وعدم إشعال أي لهب . وبعد الانتهاء من التجربة ، توضع زجاجات الساعة التي تمت فيها الإذابة في خزانة الغازات .

• التعامل مع المركبات شديدة الخطورة :

- هناك عدد من المركبات شديدة الخطورة والتي يجب التعامل معها بحذر ومعرفة، ومنها التالي:
- ١- مركبات النتروجين الأوكسجينية والبيركلورات، فهي مواد متفجرة ، ويحذر من تعرضها للتسخين الشديد .
 - ٢- عدم لمس سيانيد البوتاسيوم أو محلوله، خصوصاً إذا كان باليد جروح ولو بسيطة، فهو شديد السمية ومميت .
 - ٣- عدم ملامسة سيانيد البوتاسيوم للأحماض، إذ يتولد غاز مميت هو غاز سيانيد الهيدروجين.

ثانياً : التعامل مع المحاليل والسوائل الكيميائية :

تتم كثير من التفاعلات التي تجرى في المختبر والمواد الكيميائية في حالة سائلة ، سواء كانت نقية أو محاليل سهلة الانسكاب، ثم إنها عند انسكابها تنتشر بسرعة وتغطي مساحة كبيرة ، ولهذا ينبغي الحذر عند أخذ أو لمس الزجاجات أو الأواني التي تحويها، أو سكبها من إناء لآخر، أو عند تسخينها ، وإذا كانت هناك أبخرة تتصاعد منها فينبغي الحذر من استنشاقها ، كما أن بعض السوائل تكون هي أو أبخرتها سامة ، مثل الزئبق والبنزين فإن أبخرتهما سامة جداً ومسرطنة ، ولهذا ينبغي معرفة ذلك والحذر من التعرض لهذه السمية .

وفيما يلي بعض الاحتياطات المتعلقة باستخدام السوائل الكيميائية :

- ١- تحفظ المحاليل والسوائل في زجاجات خاصة ، ويجب أن تلتصق ورقة عليها إسم المحلول أو السائل على الزجاجات ، وتغطي الورقة بلاصق شفاف ، كي يحميها من التمزق والوقوع عن الزجاجات ، ويحافظ على الكتابة من أن تتأثر بالبلل .
- ٢- إذا فقدت الورقة المكتوب عليها اسم المحلول أو السائل ، فلا ينبغي اللجوء إلى التخمين لاستنتاج ماهيته (لمعرفته) ، وإنما تجرى التجارب الأساسية للتأكد منه ، أو يتم التخلص من محتوى الزجاجات .
- ٣- يجب عدم إرجاع (فضلات) بقية السوائل والمحاليل والمواد إلى زجاجات الحفظ .

- ٤- يجب عدم إبدال أغطية زجاجات حفظ السوائل أو المواد الصلبة .
- ٥- يجب عدم ترك الزجاجات فوق المناضد (البنشات) أو المساط بعد الانتهاء من استخدامها، فهذا يعرضها للوقوع والكسر، ولهذا تعاد إلى أماكنها المخصصة لحفظها فور الانتهاء من استخدامها.
- ٦- عدم ترك الزجاجات دون أغطية ، فهذا يعرض محتوياتها للانسكاب، أو التبخر بالنسبة للسوائل الطيارة .
- ٧- عدم أخذ زجاجات حفظ المواد الكيميائية (المحاليل والسوائل) بيد واحدة فقط أو من العنق فقط، فهذا الجزء أضعف أجزائها، وقد يحدث أن يتسبب ثقل محتويات الزجاجاة، أو التصاق قاعدتها في انفصال الزجاجاة عند منطقة العنق، وربما انسكاب ما بها .. ولهذا يجب مسك الزجاجاة عند العنق بيد ووضع راحة اليد الأخرى أسفل الزجاجاة .



• كيفية صب السوائل أو المحاليل من زجاجاتها إلى

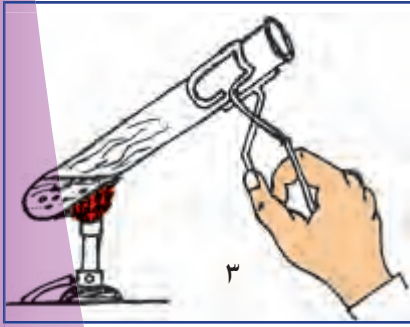
أنابيب الاختبار:

يراعى في هذه الحالة الحرص حتى لا ينسكب السائل خارج أنبوبة الاختبار أو على جدارها الخارجي أو ملامسته للجلد، كما يراعى عدم استبدال غطاء زجاجة الحفظ، وسكب الكمية المناسبة فقط من الزجاجاة إلى أنبوبة الاختبار. ويكون هذا بمراعاة ما يلي :



- ١- إمساك أنبوبة الاختبار بماسك من أعلاها باليد اليسرى.
- ٢- مسك الزجاجاة براحة اليد اليمنى من منتصفها ، ويرفع غطاء الزجاجاة بالضغط عليه ، وينزع بهدوء بواسطة راحة اليد اليسرى ، إذا كان الغطاء له حافة متسعة القطر كما في الشكل (١).

- ٣- يصب السائل بالتدريج من زجاجة الحفظ، بحيث يسيل على الجدار الداخلي لأنبوبة الاختبار، ويستحسن ألا يزيد ارتفاع السائل في أنبوبة الاختبار عن ٢ سم.
- ٤- إذا كانت الزجاجاة ذات غطاء ضيق القطر ، يمسك



- الغطاء بظهر اليد اليمنى بين السبابة والوسطى، ثم تمسك الزجاجاة براحة اليد نفسها كما في الشكل (٢).
- ٥- تغطى الزجاجاة بغطائها فور الانتهاء من صب السائل منها، وتعاد إلى المكان المخصص لها ولا تترك على البنش.

• عند تسخين سائل أو محلول في أنبوبة اختبار:

يراعى ما يلي : كما في الشكل (٣).

- ١- ينبغي ألا تكون الأنبوبة ممتلئة بالسائل أو المحلول، ويكفي أن يكون ارتفاعه فيها حوالي ثلث ارتفاعها .

- ٢- أن تمسك الأنبوبة بماسك الأنابيب .

- ٣- أن تكون فوهة الأنبوبة في اتجاه مائل ، بحيث إذا تآثر منها شيء من السائل فلا يضر أحداً ، أي عدم توجيه فوهة الأنبوبة نحوك أو نحو أي شخص آخر .

- ٤- ألا يركز التسخين باللهب على الجزء السفلي للأنبوبة، حتى لا تتكون فقاعات بخار تسبب كسر

قاع الأنبوبة، أو تسبب تناثر السائل فجأة من فوهة الأنبوبة عندما تنفجر فقاعات البخار.
٥- أن يكون التسخين من أعلى إلى أسفل مع تحريك الأنبوبة باستمرار على اللهب .

• عند تسخين سائل أو محلول في كأس أو دورق زجاجي :

الخوف هنا من كسر الكأس أو الدورق أثناء التسخين نتيجة البلل أو تركيز اللهب على جزء من الكأس أو الدورق أو تناثر بعض محتوياته .

ولهذا يراعى ما يلي :

- ١- تجفيف السطح الخارجي للكأس- وبخاصة قاعدته - وكذا تجفيف الدورق جيداً .
- ٢- وضع الكأس أو الدورق على شبكة معدنية فوق الحامل ثلاثي الأرجل قبل إشعال الموقد .
- ٣- وضع قطع من الخزف أو الزجاج في الكأس أو الدورق لتنظيم عملية التسخين .
- ٤- قلب السائل أو المحلول في الكأس بساق زجاجية .
- ٥- عدم تقريب الوجه للنظر مباشرة في الكأس .

• عند تسخين سائل أو محلول في جفنة :

تتمثل المخاطر في سرعة تسخين جانب من الجفنة ما يسبب تناثر بعض السائل خارجها ، وكذلك استنشاق الأبخرة .

ولهذا يراعى ما يلي :

- ١- عدم ملء الجفنة بالسائل ، وإنما لحوالي منتصفها أو أقل .
- ٢- عدم وضع الجفنة على اللهب مباشرة ، وإنما توضع فوق حمام رملي .
- ٣- يقلب السائل قليلاً مستمراً بقضيب زجاجي لتنظيم عملية الغليان .
- ٤- يجب الحذر من استنشاق الأبخرة المتصاعدة ، وفي حالة احتمال تصاعد أبخرة سامة يجب إجراء التجربة داخل خزانة الغازات .

• عند استخدام الزئبق السائل :

قد يدعشك أن تعلم أن الزئبق يتبخر حتى في درجة الصفر المئوية (درجة تجمد الماء) ، وبخاره عديم الرائحة والطعم واللون، وتزداد كميته بارتفاع درجة الحرارة.. ولهذا يحذر من استخدام الزئبق في التجارب ما أمكن عند وجود البديل؛ لأن أبخرة الزئبق سامة جداً قد تؤدي إلى إتلاف الجهاز العصبي، كما أن ملامسة الزئبق للجلد قد تسبب أضراراً قد لا يظهر أثرها إلا بعد سنوات، حيث إن التعرض الدائم للزئبق ينجم عنه تسمم تراكمي، تظهر أعراضه كأمراض عصبية وانفعالات نفسانية.

ولهذا يراعى ما يلي في حالة الضرورة القصوى التي يستخدم فيها الزئبق :

- ١- عدم ترك أوعية حفظ الزئبق بدون أغطية أو في غير مكانها ، حيث تحفظ في مكان بارد وجيد التهوية بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة .
- ٢- عدم ملامسته للجلد ، كما يحدث عندما توضع كرات من الزئبق فوق راحة اليد بغرض اللعب أو غيره ، ويجب اتخاذ كافة السبل لمنع ملامسة الزئبق أو بخاره للجلد ، ولذلك تلبس القفازات والأحذية المطاطية غير المسامية .
- ٣- إذا تناثر أو انسكب شيء من الزئبق فوق منضدة (بنش) العمل أو أرضية المختبر فلا تهمله، لما يتصاعد منه من أبخرة سامة ، ويجب جمعه حالاً ، كما ينبغي إخلاء المختبر وفتح نوافذه لزيادة التهوية ، وإقفال الأبواب المؤدية إلى غرف مجاورة للمختبر . وتستخدم لجمع كرات الزئبق المتناثرة أو المنسكبة مضخة ماصة، أو تزال بمركب (مادة) تنظيف مرطب بالماء أو تجمع في كتلة واحدة بالمكنس والملف أو بمسحة مبللة ثم تصب في وعاء الحفظ . ويمكن جمعه بماسك في نهايته قطعة قطن مبللة بحامض نيتريك مخفف ، ويمرر بين كرات الزئبق أو قطرات الزئبق حتى تتجمع حوله ثم تصب في زجاجة أو وعاء حفظ الزئبق .

وتبقى إمكانية التلوث عن طريق الكريات العديدة من الزئبق المنسكب التي تجد طريقها إلى الشقوق والفجوات في أرضية الغرف بعد إزالة القسم الأكبر من الزئبق المنسكب أو المتناثر، وللتخلص من مفعولها الضار ترش المنطقة الملوثة بزهر الكبريت (مسحوق الكبريت) أو بمركب الصوديوم أو الكالسيوم المتعدد الكبريتيدات، فهذه المواد تتحد مع الزئبق وتكون مواد غير فعالة وعديمة التبخر.

ولهذا يستحسن إبقاء كمية من زهر الكبريت في متناول اليد حيثما يستعمل الزئبق .

● التعامل مع السوائل الطيارة سريعة الاشتعال :

السوائل الطيارة سريعة الاشتعال تتطاير وتتبخر بسهولة، وإذا كانت داخل زجاجات وتعرضت للحرارة ارتفع ضغط بخارها، بحيث لو فتحت الزجاجات خرج البخار مندفعاً وقد يحمل معه بعض السائل، وفي حالات كثيرة تكون هذه الأبخرة والسوائل مؤذية للجلد، شديدة الأذى إذا وصلت إلى العين.

ولتجنب مخاطر هذه السوائل يراعى ما يلي :

١- التأكد من عدم وجود لهب مباشر داخل المختبر أو على منضدة العمل عند استعمال هذه السوائل. وتشمل الإيثر (مادة شديدة العشق للهب حتى ولو كان على بعد أمتار منها)، والأسيتون، والطورولين، والبنزين، والكحول، وثاني كبريتيد الكربون وغيرها. ولا يشعل لهب في المختبر قبل تهويته جيداً بعد استخدامها ، ويتم التخلص من الورق والخرق المبللة بها بواسطة وعاء من الفخار مضاد للحريق.

٢- فتح نوافذ المختبر لتلطيف درجة حرارة المختبر ، أو تشغيل مروحة أو شفاطات الهواء- إن وجدت- حتى تتوافر تهوية جيدة أثناء استخدام هذه السوائل .

٣- عدم ترك الزجاجات التي تحوي هذه السوائل دون أغطية .

٤- عند فتح زجاجات حفظ هذه السوائل يراعى تبريدها بفوطة مبللة بالماء ، ثم تفتح داخل خزانة الغازات .

٥- تجرى عملية غليان هذه السوائل توضع قطع صغيرة من الخزف أو الزجاج في دورق التسخين.

٦- إذا اشتعل أحد هذه السوائل في كأس يطفأ اللهب بتغطية الكأس بلوح من الزجاج أو الأسبستوس.

٧- الحذر من انسكاب هذه السوائل على الجلد .

٨- عدم التعرض لاستنشاق أبخرة هذه السوائل .

● التعامل مع الأحماض :

الأحماض المركزة: ذات خطر شديد ، ويراعى في التعامل معها ما يلي :

أ - التعامل مع الأحماض المركزة :

١- تستخدم القطارة لنقل الكميات الصغيرة من الحمض المركز .

٢- لا توضع القطارة التي استخدمت لتناول حامض ما في حامض آخر في نفس الوقت .

٣- لا تملأ القطارة بالقدر الذي يجعل بعض قطرات الحامض تتساقط منها .

٤- يكون فتح زجاجات الأحماض بعيداً عن العين ، بحيث تكون بمأمن أثناء الفتح من تطاير الحمض إلى العين .

٥- لا تستخدم الماصة مطلقاً لنقل حجم معين من الحمض أو القلوي المركز ، ويستخدم المخبر المدرج لهذا الغرض .

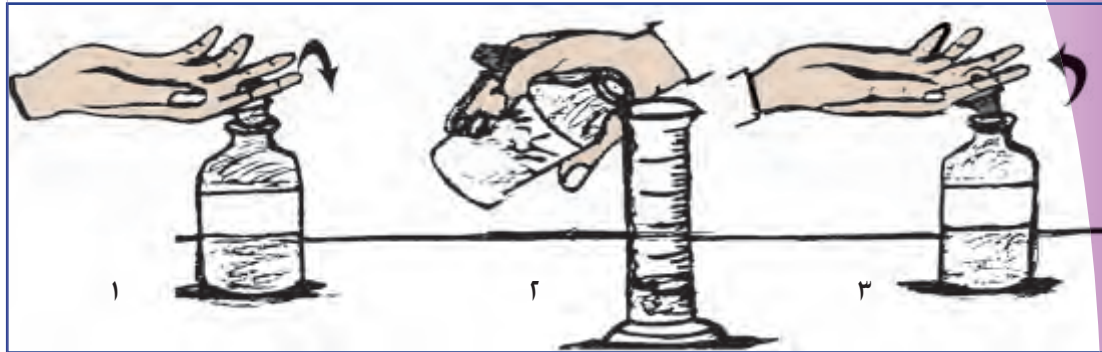
٦- جميع العمليات التي تتطلب تبخر الأحماض المركزة تجرى داخل خزانة الغازات .

ب - سكب حمض مركز من زجاجة الحفظ إلى أنبوبة اختبار أو مخبر :

يراعى في هذه العملية الحرص حتى لا ينسكب الحمض خارج الأنبوبة أو المخبر أو على

جداره الخارجي أو ملامسته للجلد ، كما يراعى صب الكمية المناسبة فقط من الزجاجاة والتي تفي بالغرض ، حيث يسيل ببطء على جدار الأنبوبة أو المخبار من الداخل .
ويكون ذلك كما يلي :

- ١- يمسك الغطاء بظهر اليد اليمنى بين السبابة والوسطى كما في الشكل (١)، ثم تمسك الزجاجاة براحة اليد نفسها كما في الشكل (٢) .
- ٢- لامس عنق الزجاجاة بفوهة المخبار بحيث تكون فوهة الزجاجاة إلى الداخل قليلاً .



- ٣- يصب الحمض بالتدريج من زجاجاة الحفظ بحيث يسيل على الجدار الداخلي للمخبار كما في الشكل (٢) ، ويراعى أن يصب منه أقل قدر ممكن يفي بالغرض .
- ٤- تغطى الزجاجاة بغطائها فور الانتهاء من صب الحمض كما في الشكل (٣)، وتعاد إلى المكان المخصص لها .

٥- ينبغي تجفيف أنبوبة الاختبار أو المخبار جيداً من الداخل والخارج قبل صب حمض مركز فيها .

ج- عند تحضير محلول مخفف من حمض :

يراعى دائماً أن يضاف الحمض المركز ببطء إلى الماء وليس العكس ، وتكون إضافة الحمض إلى الماء ببطء (قطرة قطرة) بحيث يسيل على الجدار الداخلي لوعاء التخفيف مع التقليب المستمر؛ ليمتزج وحتى لا تتولد كمية كبيرة من الحرارة بسرعة تسبب تآثر الحمض إلى الخارج (اندفاعه إلى خارج الوعاء) .

د- التعامل مع حمض النيتريك المركز :

يجب مراعاة التالي للتعامل مع حمض النيتريك المركز :



معوكة زجاجية

- ١- عدم استخدام توصيلات من المطاط في تجارب يستخدم فيها حمض النيتريك المركز .
- ٢- يجب أن تستخدم معوكة زجاجية لتحضير حمض النيتريك، ولا تستخدم أجهزة تحوي توصيلات مطاطية، لأن بخار حمض النيتريك يسبب تآكل المطاط ، وقد يتسرب بخار الحمض منها، وهو ضار بالصحة .

• التعامل مع القلويات المركزة :

- ١- يراعى اتباع الطريقة التي سبق شرحها في الفقرة (ب)، الخاصة بصب حمض مركز .
- ٢- ينبغي توخي الحرص عند إضافة الأحماض المركزة إلى القلويات المركزة في عمليات التعادل .
- ٣- عند تحضير قلوي مخفف فيتم هذا في وعاء من الزجاج ، أو من الفخار .
- ٤- لا تستخدم الماصة لنقل حجم معين من القلوي المركز ، وإنما استخدم المخبار المدرج لهذا الغرض ، كما جاء في الأحماض المركزة .

أما إذا كان ضرورياً استخدام الماصة لإجراء قياسات أدق فليكن السحب باستخدام المص الخاص (الانتفاخ المطاطي) الذي يركب على الماصة .

● تحضير الأسترات :

تسخن المواد في أنابيب اختبار فوق حمام مائي ، بدلاً من التسخين على اللهب مباشرة ، فالحرارة الشديدة يمكن أن تسبب تآثراً للمخلوط الذي يحوي حامض كبريتيك مركزاً .

● محلول الفوسفور في ثاني كبريتيد الكربون :

عند استخدام المحلول لتوضيح ظاهرة الاحتراق التلقائي ، ينبغي أن يتم هذا بحذر شديد ، ويغطى المحلول بطبقة من الماء ، ويحفظ في زجاجة صغيرة لها سداد / وتحفظ الزجاجة في إناء معدني به رمل .

ولاستخدام المحلول تستخدم قطارة لسحب المحلول من أسفل الماء وبعد الاستخدام تحفظ القطارة في نفس الإناء المعدني ، حيث تربط بسلك بجانب الزجاجة، وتغسل الأشياء التي لوثت بالفوسفور بمحلول كبريتات نحاس .

ثالثاً : التعامل مع الغازات :

التعامل مع الغازات قد تنشأ عنه أخطار ، ولهذا يحتاج الأمر لاتخاذ بعض الاحتياطات ، حتى يكون هذا التعامل آمناً .

فعند تحضير غاز هناك احتمال حدوث انفجار بسبب انسداد أنابيب توصيل وجمع الغازات، أو بسبب عدم نقاوة المواد في بعض الحالات، وكذلك هناك خطر من أن ترتفع السوائل وخاصة الأحماض المركزة في الساق الطويلة لقمع إضافة السائل حتى تصل إلى القمع وتملؤه، ثم تفيض منه على دورق التحضير منضدة (بنش) العرض، ويحدث هذا بسبب وجود انسداد في أنبوبة توصيل الغاز.

كما أنه في الغازات التي تجمع فوق الماء ، هناك خطر في أن يسحب الماء من حوض جمع الغاز إلى دورق التحضير الساخن فيسبب كسره إذا أطفئ اللهب قبل فصل أنبوبة جمع الغاز عن دورق التحضير لما يحدثه من تبريد وانخفاض في الضغط داخل الدورق .

والغازات بعضها مهيج للأغشية المخاطية للأنف والجهاز التنفسي ، مثل النشادر الذي ينبغي تجنب استنشاقه مباشرة من جهاز توليد الغاز ، وبعضها لها رائحة كريهة ، وبعضها سام ، وينبغي الحذر من تلوث جو المختبر بها ، فمثلاً الغازات التالية تسبب التسمم وربما الوفاة إذا وصلت نسبتها في الهواء إلى النسب المحددة فيما يلي :

- كبريتيد الهيدروجين ١ / ١٠٠٠ .

- أول أوكسيد الكربون ٢٠ / ١٠٠٠ .

وثاني أوكسيد النيتروجين وكبريتيد الهيدروجين لهما نفس خطورة سيانيد الهيدروجين . وبعض الغازات مثل الهيدروجين قابلة للاشتعال ومخلوطها مع الهواء يكون قابلاً للانفجار .

وفيما يلي بعض احتياطات الأمان عند التعامل مع الغازات ، وأيضاً بعض الاحتياطات الخاصة بتجارب معينة قد تترتب عليها خطورات من نوع خاص :

أ- احتياطات عند تحضير الغازات :

١- التأكد من عدم وجود انسداد في أنابيب توصيل أو جمع الغاز ، خصوصاً الأنابيب الزجاجية الملتوية التي على شكل زاوية قائمة ، فهي عرضة لحدوث انسدادات بها أثناء ثنيها على اللهب، ويمنع وجود هذه الانسدادات السريان الحر للغاز إلى حيث يتم جمعه ، وينحبس في دورق التحضير ويزداد ضغطه، وقد يسبب هذا :

- انفجار دورق التحضير .

- انفصال سداد المطاط الذي يسد الدورق وتتفد منه أنبوبة التوصيل ، ويصحب هذا صوت مزعج وربما تتأثر بعض محتويات الدورق .

- في أجهزة التحضير التي يكون فيها السداد الذي يسد الدورق له ثقبان ، أحدهما تنفذ منه الساق الطويلة لقمع الإضافة الذي يضاف منه السائل المستخدم في التحضير (مثل حمض مركز)، والثقب الثاني تنفذ منه أنبوبة التوصيل الزجاجية ، فإن ضغط الغاز المتولد يسبب ارتفاع السائل (الحامض المركز مثلاً) الموجود في دورق التحضير في ساق قمع الإضافة ، ويظل يرتفع ، وإذا لم يتنبه المعلم أو أمين المختبر ويسارع برفع السداد عن فوهة الدورق ؛ ليسمح بتسرب الغاز المتولد والمحبوس فإن السائل قد يملأ القمع ويفيض منه على الجدران ، وقد يسبب كسر دورق التحضير .
ولذا يتم التأكد من عدم وجود انسداد في أنابيب التوصيل المستخدمة قبل تركيبها بالنفخ فيها .

٢- فصل أنبوبة جمع الغاز (أنبوبة التوصيل) عن دورق التحضير في حالة الغازات التي تجمع فوق الماء قبل إطفاء اللهب ؛ لأنه إذا أطفئ اللهب قبل فصل أنبوبة جمع الغاز (أنبوبة التوصيل) فقد يبرد الغاز في الدورق فيقل ضغطه ويسحب الماء من حوض جمع الغاز ، ويتسرب إلى أنبوبة التوصيل حتى يصل إلى دورق التحضير ، وقد يتسبب في كسر الدورق بسبب برودة الماء وسخونة الدورق .

٣- عدم الوقوف فترة طويلة أمام جهاز تحضير الغاز تجنباً لاستنشاق كمية زائدة منه قد تسبب الضرر .
٤- تحضير الغازات السامة أو ذات الرائحة الكريهة أو الخانقة أو النفاذة في خزانات الغازات .
٥- تجهيز عدد كاف من مخابير جمع الغاز ، حتى لا يتم ملء المخابير المتواجدة مع استمرار تولد الغاز وتصاعده في جو المختبر ما يسبب تلوث الهواء الموجود فيه . ولهذا حضر كميات قليلة من الغازات وخاصة الكلور والبروم واليود للاستخدام الآني فقط ، وإن استخدمت التسخين فليكن بلطف على أن يتم ذلك في خزانات الغازات أو في مكان جيد التهوية .

٦- المخابير المملوءة بالغاز الزائدة عن الحاجة ، يفرغ ما بها من غاز في خزانات الغازات ، ومن الخطأ أن يتم إفراغ الغاز في جو المختبر ، حيث إن تفريغ ٤ أو ٥ مخابير من غاز سام له تأثير ضار جداً على جو المختبر ومن فيه .

- وإذا لم توجد خزانات الغازات ولا مراوح شفط فيتم التخلص من الغازات الزائدة عن الحاجة الموجودة في المخابير بإذابتها في المذيبات المناسبة ، فمثلاً :
• الكلور يذاب في محلول هيدروكسيد الصوديوم .

• كبريتيد الهيدروجين يذاب في محلول كبريتات النحاس ... وهكذا .

- وتجنباً لزيادة الغازات المتولدة وعدم وجود وسيلة للتخلص من الزيادة الموجودة في المخابير ، ينبغي أن تكون المواد المتفاعلة لتوليد الغاز قليلة ومناسبة لحجم الغاز الذي نريد تحضيره ، بحيث لا تكون هناك حاجة لجمع الغاز في مخابير عديدة نتيجة لاستمرار تولد الغاز ؛ لأن الكمية من المواد المتفاعلة كانت كبيرة مثلاً . ولذا ينبغي استخدام مواد بكمية بسيطة لتلافي أي أخطار أو أضرار قد تنتج .

٧- للكشف عن رائحة غاز ، يجب عدم تقريب الأنف من جهاز توليد الغاز ، ولا من الأنبوبة التي يتم التفاعل فيها (كما في الشكل) ؛ لاستنشاق الغاز منها مباشرة ، فقد تستنشق كمية أكبر من اللازم من الغاز تسبب تهيجاً في الجهاز التنفسي أو اختناقاً أو تسمماً ، خصوصاً عندما يكون المرء مصاباً بالزكام ، فلا يحس برائحة الغاز إلا بعد أن يكون قد استنشق كمية كبيرة منه . والطريقة السليمة للكشف عن رائحة غاز (كما في الشكل) هي التلويح باليد بالقرب

من فوهة الأنبوبة التي يتم فيها التفاعل ، أو الموصلة بجهاز توليد الغاز ، فتصل كمية بسيطة من الغاز للأنف مخففة بالهواء .



الطريقة الصحيحة



الطريقة الخاطئة

ب- احتياطات خاصة ببعض التجارب لتحضير الغازات :

• عند تحضير الأوكسجين في المختبر ينبغي مراعاة التالي :

- ١- التأكد من عدم تلوث المواد التي يحضر منها الأوكسجين بالشوائب . ويشمل هذا كلورات البوتاسيوم ، ثاني أكسيد المنجنيز ، فوق أكسيد الصوديوم ، فقد تحدث انفجارات خطيرة من تلوث العامل المؤكسد بمواد عضوية ، مثل الكربون وغيره .
- ٢- عند تحضير الأوكسجين بتسخين كلورات البوتاسيوم مع ثاني أكسيد المنجنيز ينبغي التأكد من عدم الخلط بين ثاني أكسيد المنجنيز ومسحوق الكربون ، فهما عبارة عن مسحوق أسود؛ لأن تسخين مسحوق الكربون مع كلورات البوتاسيوم يتسبب عنه انفجار شديد . ولهذا يجب عدم حفظ ثاني أكسيد المنجنيز على نفس الرف مع مسحوق الكربون .
- ويمكن التأكد من نقاوة ثاني أكسيد المنجنيز وعدم اختلاطه بمواد عضوية قد تسبب انفجارا عند التسخين مع كلورات البوتاسيوم بوضع كمية صغيرة منه ومن كلورات البوتاسيوم في أنبوبة اختبار وتسخينها ، فعدم حدوث انفجار يعطي اطمئنانا لنقاوة المواد قبل وضعها بكميات أكبر في جهاز التحضير .
- ٣- الحذر من سقوط خشب متفحم أو بقايا شظية مشتعلة (عود كبريت) على مزيج كلورات البوتاسيوم وثاني أكسيد المنجنيز ، وإذا حدث هذا يوقف التسخين فوراً .
- ٤- عند تحضير الأوكسجين باستخدام فوق أكسيد الصوديوم يجب مراعاة ما يلي :
 - تجنب ملامسة الجلد لفوق أكسيد الصوديوم الرطب .
 - عدم استخدام ورق لأخذ كميات من فوق أكسيد الصوديوم، وإذا حدث هذا أو لامس فوق أكسيد الصوديوم أي مادة قابلة للاحتراق، فيجب غمس الورقة أو المادة جيداً في الماء حتى تتسرب منه تماماً قبل إلقائها في سلة المهملات؛ لأنها قد تحترق إذا لم يراع هذا .
 - يؤخذ في الاعتبار أن الدورق أو الزجاجاة التي تم فيها تحضير الأوكسجين بإضافة الماء إلى فوق أكسيد الصوديوم يتبقى فيه أو فيها مادة كاوية هي (هيدروكسيد الصوديوم) فيحذر من تلوث الجلد أو الملابس بها .
- ٥- يمكن تحضير الأوكسجين بسهولة دون الحاجة إلى تسخين ، بتقطيط محلول ٣ - ٥ ٪ من فوق أكسيد الهيدروجين على مسحوق ثاني أكسيد المنجنيز أو حبيبات الفحم النباتي المنشطة .

• تجارب الهيدروجين :

١- عند تحضير غاز الهيدروجين يجب التأكد من عدم وجود لهب بالقرب من جهاز التحضير، حيث إن الغاز قابل للاشتعال، ومخلوطه مع الهواء يحدث انفجاراً إذا اشتعل (يشعل في الهواء بفرقة).

٢- يجب أن يكون جهاز التحضير محكماً لايسمح بنفاذ الهواء حتى لا يختلط بالغاز ويحدث انفجاراً.

٣- يجب الانتظار حتى يزيج الغاز الهواء الذي كان يوجد في الجهاز قبل جمع الهيدروجين في مخابير.

- تجربة إشعال الهيدروجين :

١- تلف فوطة مبللة بالماء حول جهاز توليد الهيدروجين.

٢- يجب أن تكون فوهة الأنبوبة التي يخرج منها الهيدروجين ضيقة ومسحوبة الطرف حتى لا يتسرب اللهب إلى داخل الجهاز .

٣- لا تشعل الهيدروجين الخارج من جهاز التحضير قبل التأكد تماماً من التخلص من أي هواء متبق في جهاز التحضير، وذلك بجمع عينات من الغاز في أنابيب اختبار صغيرة، ثم تقرب لهب منها فإذا اشتعل بفرقة فهذا يدل على أن الجهاز ما زال به هواء ، فيستمر في أخذ عينات حتى يشتعل الغاز دون فرقة ، فعندئذ يكون الجهاز قد خلا من الهواء ويشعل الهيدروجين الخارج من جهاز التحضير.

- تجربة إحلال الصوديوم محل هيدروجين الماء :

تستخدم قطعة صغيرة من الصوديوم توضع داخل شبكة من السلك أو داخل ورقة ألومنيوم ، وتثقب بدبوس، وتوضع في حوض به ماء .

• تحضير النيتروجين ومركباته في المختبر :

١- عند تحضير النيتروجين بتسخين مزيج نترات الصوديوم وكلوريد الأمونيوم ، قد يحدث انفجار لو كان التسخين شديداً ، لهذا يجب ألا تستخدم هذه الطريقة إطلاقاً في المختبر ، وإذا أجراها المعلم كتجربة عرض يجب أن يكون التسخين هيناً والتأكد من أن المحلول لا يغلي ، وإذا حدث غليان يضاف ماء عن طريق القمع لخفض درجة الحرارة .

٢- عند تحضير حامض النتريك يقترح أن تثبت المعوجة الزجاجية في الموضع المناسب بماسك ذي فكين من الفلين ، حوالي ثلثي المسافة على امتداد الجزء الأنبوبي من المعوجة .

٣- حامض النتريك المركز مادة آكلة ، ويحذر من تآثرها على الجلد والملابس .

• نافورة الأمونيا :

يتم التأكد من أن الدورق المستخدم من زجاج جيد متين ، فإذا كان زجاج الدورق رديئاً فربما يتهشم بسبب انخفاض الضغط داخله، ويفضل أن يكون الدورق كروي القاعدة ، فهو أكثر متانة من الدورق مستوي القاعدة .

• تحضير ثاني أوكسيد الكبريت :

١- يجب أن يتم تحضير الغاز وجمعه في خزانة الغاز .

٢- يجب الحذر من استنشاقه .

• تحضير الهالوجينات والكشف عنها :

١- ينبغي الحذر من استنشاق هذه الغازات ، كما ينبغي وجود زجاجة هيدروكسيد الأمونيوم في متناول اليد ، لاستخدامه في حال حدوث خطأ استنشاق أبخرة الهالوجينات .

٢- لا يستخدم ثاني كبريتيد الكربون في الكشف عن الهالوجينات بل يستخدم رابع كلوريد الكربون بدلاً منه وبنفس الدرجة من الكفاءة ، وهو ليس قابلاً للاشتعال بعكس ثاني كبريتيد الكربون .

٣- يجب جمع أبخرة البروم تحت الماء ؛ لأنها سامة وآكلة للأغشية المخاطية والجلد .

٤- ينبغي أن يحفظ البروم السائل في كبسولات زجاجية ملحومة بالصهرة ، أما الكميات الأكبر فتحفظ في زجاجات ذات غطاء مصنفر ومغطى بالبرافين ، وتحفظ تحت الماء .

٥- بخار اليود سام ، وينبغي أن يحضر بكميات بسيطة في خزانة الغازات فقط .

٦- يمكن تحضير كلوريد الهيدروجين بأمان بإضافة حمض كبريتيك مركز إلى كلوريد الصوديوم بنسبة ١:٢ في دورق مستدير القاعدة (كروي) بتقنيط الحامض من خلال قمع الإضافة الطويل الساق ذي الحنفية نقطة نقطة على الملح ، ولا يحتاج الأمر إلا إلى تسخين هادئ ، ويكون هذا في خزانة الغاز .

• تحضير أول أكسيد الكربون :

١- يراعى عدم إضافة حمض الكبريتيك إلى حمض الفورميك، حيث تتصاعد كمية كبيرة من الغاز بسرعة، ويصعب التحكم في جمعها فيتسرب الغاز في جو المختبر ، وهو سام .

٢- يضاف حمض الفورميك قطرة قطرة إلى حمض الكبريتيك حتى يتم التفاعل ببطء ، ويتولد الغاز بمعدل بطيء ، فيسهل جمعه ولا يتسرب إلى جو المختبر فيلوته .

• تحضير غاز الميثان :

خلات الصوديوم اللامائية قد يكون بها نسبة من الرطوبة (بخار ماء) وعلى هذا يجب :

١- أن يوضع الدورق أو الأنبوبة في وضع مائل لتسهيل خروج البخار عند التسخين .

٢- أن تكون أنبوبة الاحتراق من زجاج البيركس أو البروسيليكا المتحمل للحرارة .

٣- أن يكون التسخين شديداً لطرد بخار الماء .

• تحضير غاز الأستيلين :

١- يوضع بعض حبيبات رمل نظيف أسفل كربيد الكالسيوم ؛ لتلافي كسر الدورق بسبب ارتفاع درجة الحرارة .

٢- يمكن استخدام محلول كلوريد الصوديوم بدلاً من الماء البارد ، وذلك بتقنيته على كربيد الكالسيوم ، فعندئذ لا تتولد كمية من الحرارة ، ويمكن الاستغناء عن وضع الرمل في الدورق أسفل كربيد الكالسيوم .

السلامة في التخلص من الفضلات الكيميائية :

بعد الانتهاء من العمل وإجراء التجارب يجب أن يعاد النظام إلى المختبر، وينظف، ويتم التخلص من الفضلات والمهمات بطريقة سليمة ، بحيث يعود المختبر إلى ما كان عليه قبل بدء العمل ، مهياً لبدء العمل من جديد . وعدم مراعاة الاحتياطات اللازمة في هذه المرحلة يسبب أخطاراً وتعطيلات للعمل . فترك المواد والأدوات بعد الانتهاء من التجارب دون إعادتها لأماكنها الأصلية قد يسبب خطأ استخدام مادة بدلاً من أخرى، وكذلك يضيع الوقت والجهد في البحث عن المواد والأجهزة التي وضعت في غير أماكنها ، وترك المختبر وأرضيته ملوثة بالفضلات أو المهمات يسبب أخطاراً مختلفة . فالمهمات من المواد القابلة للاحتراق إذا لم يتم التخلص منها بطريقة سليمة فقد تتسبب في حريق للمختبر ، والمواد الكيميائية تحتاج إلى عناية خاصة عند التخلص من بقاياها، فبعضها يشتعل إذا لامس الماء أو ترك في الهواء، وبعضها يسبب ارتفاعاً في درجة الحرارة لو اختلط بالماء في حوض الغسيل ، وبعضها يؤثر في توصيلات الصرف (المجاري) لو ألقيت في حوض الغسيل .

وفيما يلي الاحتياطات التي تراعى عند التخلص من الفضلات الكيميائية :

١- ينبغي عدم إرجاع بقايا المواد الكيميائية إلى زجاجات الحفظ الأصلية ما عدا الأحماض والقلويات المركزة .

- ٢- بقايا الفسفور ينبغي حرقها تماماً في خزانة الغازات قبل إلقتها في الإناء الفخاري الذي تلقى فيه المهملات .
- ٣- يتم التخلص من الغازات الزائدة بالمذيبات المناسبة ، فمثلاً :
 - الكلور في محلول هيدروكسيد الصوديوم .
 - كبريتيد الهيدروجين يذاب في كبريتات النحاس إلخ.
 أو يتم التخلص منها بتحرير أبخرتها إلى الجو ، شريطة أن يكون ذلك في الهواء الطلق أو في خزانة طرد الغازات ، وذلك منعا لحدوث أية أخطار.
- ٤- بعد تنظيف السحاحة أو الماصة باستخدام حمض الكروميك يعاد المتبقي من الحمض إلى زجاجته ولا يسكب في حوض الغسيل .
- ٥- إذا أريد التخلص من محتويات أنبوبة تضم حمض كبريتيك مركز ساخن ، يجب ترك الأنبوبة لتبرد أولاً ، ثم يفتح صنبور الماء بشدة في حوض الغسيل ، وتسكب محتويات الأنبوبة في تيار الماء الجاري، وبذلك تخف شدة الحرارة المتولدة من تخفيف الحمض بالماء .
- ٦- الكيوسين الذي توجد به قطع صغيرة من الصوديوم ، لا يلقي على الأرض أو على منضدة (بنش أو ماسة) العمل؛ لأن الكيوسين إذا تبخر فإن الصوديوم يتعرض للهواء فيشتعل- بل يحفظ في زجاجات خاصة .
- ٧- الماء الذي توجد به قطع فوسفور أبيض أو أصفر ، لا يلقي على الأرض أو على منضدة (بنش أو ماسة) العمل أو سلة المهملات ؛ لأن الماء إذا تبخر فإن الفسفور يتعرض للهواء فيشتعل، ويمكن أن يتسبب في حريق المختبر إذا كانت هناك مواد قابلة للاحتراق أو الاشتعال قريبة من المكان الذي هو فيه .
- ٨- لا تترك الأوراق مثل : أوراق الترشيح ، أوراق عباد الشمس ، أوراق المهملات ، وكذلك أعواد الثقاب المستعملة ، على المنضدة (البنش أو الماسة) ، ولا تلقى في الحوض أو على أرضية المختبر وإنما توضع في سلة المهملات الخاصة .
- ٩- عدم إلقاء قطع الفلزات أو اللافلزات- مهما كانت صغيرة- على الأرض، على أن يتم التخلص منها بالطرق المناسبة .
- ١٠- ينبغي توخي الحذر عند التخلص من بقايا الايثر ، ويتم ذلك بتبخيره في الهواء الطلق.
- ١١- تنظيف الأدوات التي استخدمت في إجراء التجارب بعد العمل مباشرة ؛ لأن تنظيفها يكون أسهل وبالتالي يتم التخلص من البقايا بطريقة سليمة ، أما تنظيفها بعد فترة من ذلك فيكون أصعب وبخاصة عندما تلتصق بعض المواد التي تركت فيها حتى جفت بأسطحها وقد يؤدي هذا إلى تلفها .
- ١٢- يمسح سطح منضدة (طاولة أو بنش) العمل بقطعة من الإسفنج ، للتخلص من أي بقايا ، ثم تغسل في حوض الغسيل.
- ١٣- غسل اليدين بالماء والصابون قبل الخروج من المختبر ، (أي بعد الانتهاء من إجراء التجارب والتنظيف للأدوات والمختبر).

الفصل الثالث

أجهزة مختارة من مختبر الكيمياء

- ❖ جهاز تقطير الماء : - الزجاجي .
- المعدني.
- ❖ جهاز توليد الغازات (جهاز كب) .
- ❖ جهاز تحليل الماء .
- ❖ موقد بنزن .
- ❖ جهاز قياس pH .
- ❖ الميزان الحساس .

جهاز تقطير الماء Water Distillation App

توجد أنواع وأشكال متعددة لأجهزة التقطير، ولكن نوعين منهما يعتبران الأكثر استخداماً في مدارسنا هما: ١- جهاز التقطير (الزجاجي) . ٢- جهاز التقطير (المعدني) .

أولاً : جهاز تقطير الماء (الزجاجي):

هو جهاز بسيط الجزء الرئيسي فيه هو المكثف، ويعتبر من أقل الأجهزة المستخدمة كلفة، إذ يستخدم كمية قليلة من الماء لتبريد أنبوب المكثف، كما أن طريقة استخدامه أسهل من طريقة استخدام جهاز تقطير الماء المعدني، فضلاً عن إمكانية استخدامه في المناطق النائية الأكثر احتياجاً.

(أ) تركيبه :

يتركب الجهاز من الأجزاء الآتية :

١- المكثف الزجاجي Condenser

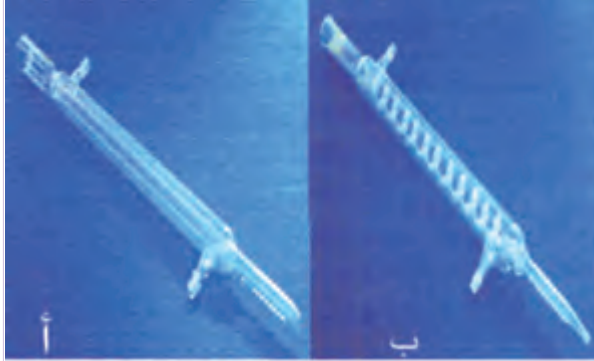
يتوافر منه في المختبرات نوعان :

أ- مكثف لبيج

ب- مكثف جراهام: ويعمل المكثف على

تكثيف بخار الماء المار، إذ يمتلئ

بالماء البارد باستمرار بدخول ماء



بارد وخروج ماء دافئ عن طريق فتحتين على جانبي جداره ، واحدة من الجانب العلوي لخروج الماء ، والأخرى من الجانب السفلي لدخول الماء ما يعمل بدوره على تبريد أنبوب المكثف المحتوي على البخار.

٢- دورق التقطير Distillation Flask: عبارة عن دورق كروي الشكل من الزجاج المقاوم للحرارة تتصل به أنبوبة أسطوانية طويلة مفتوحة الطرفين تتصل بالمكثف الزجاجي.



٣- أنابيب بلاستيكية Plastic Tubes .

٤- ثرمومتر مئوي Thermometer .

٥- سدادات مطاطية Rubber Stopper .

٦- وصلة المكثف Condenser Adaptor .

الوصلة بين المكثف ودورق جمع الماء المقطر .

ملحوظة : يمكن الاستغناء عنها وعمل الجهاز بدونها .

٧- دورق زجاجي لجمع الماء المقطر .

٨- حاملين حديديين (قاعدتين وقضيبين) مع ماسكين،

أحدهما لمسك الدورق، والآخر لمسك وتثبيت المكثف .

٩- حامل ثلاثي الأرجل .

١٠- مصدر حراري .

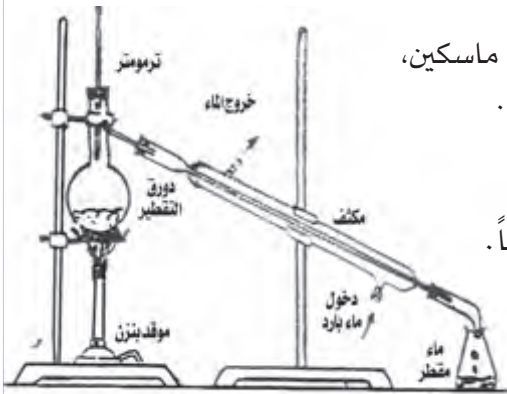
يمكن أن يكون موقد بنزن أو مصدراً حرارياً كهربياً .

(ب) كيفية عمل الجهاز :

١- ركب الجهاز كما هو موضح في الشكل المقابل .

٢- يملأ دورق التقطير بالماء من الصنبور في

المختبر ، ويوضع فوق الحامل ويثبت بالحامل عن طريق الماسك .



- ٣- يثبت الترمومتر المار من السدادة (كما في الشكل) فوق مستوى الماء ، بحيث يبقى في منطقة البخار.
- ٤- توصيل الأنبوب الموصل من الصنبور (الحنفية) بفتحة المكثف السفلى B .
- ٥- توصيل أنبوب آخر بفتحة المكثف العليا A ، ووضع الطرف الآخر للأنبوب في حوض تصريف المياه أو إلى أوعية جمع ، مثل خزان للماء .
- ٦- إشعال الموقد تحت دورق التقطير - عندما يبدأ الماء داخله بالغليان والتبخّر - بفتح صنبور الماء المتصل بالمكثف، ليبدأ عملية تكثيف للبخار المار عبر أنبوب المكثف، فيجمع الماء المقطر في الدورق.

ثانياً : جهاز تقطير الماء (المعدني) :

يعتبر هذا الجهاز أعلى كلفة من الجهاز الزجاجي؛ لاحتياجه إلى كميات كبيرة من الماء الجاري لتبريد أنبوب التكثيف، ما يجعل استخدامه صعباً في مدارسنا ، لشحة المياه.

تركيبه :

- ١- يتركب من الأجزاء الآتية (كما في الشكل):
- ١- عمودي التسخين ، ويتصلان من الداخل بسخان حراري، ومن الخارج بمدخل للتيار الكهربائي لتزويد الجهاز بالتيار اللازم .
- ٢- حوض الجهاز: يحتوي على عمودي التسخين والمكثف وحامل المكثف.
- ٣- مخرج ماء التبريد بعد مروره على أنبوبة التكثيف .
- ٤- الأنبوبة الأسطوانية وهي تحيط بأنبوبة التكثيف (غطاء المكثف).
- ٥- صنبور مدخل الماء، ويتم وصله بصنبور الماء الجاري بواسطة أنبوب مطاطي لتزويد الجهاز بالماء اللازم، إذ يقوم الجهاز بتقطير جزء من هذا الماء الداخل، والجزء الآخر يستخدمه الجهاز في عملية تبريد أنبوبة المكثف.
- ٦- غطاء حوض الجهاز .
- ٧- مخرج الماء المقطر .



كيفية عمل الجهاز :



- ١- يثبت الجهاز بشكل عمودي على الجدار بالقرب من إحدى المغاسل في المختبر.
- ٢- يوصل صنبور مدخل الماء في الجهاز بأنبوبة بلاستيكية بصنبور الماء الجاري.
- ٣- يوصل الجهاز من فتحة مخرج الماء البارد بواسطة أنبوب بلاستيكي آخر بحوض المغسلة، للتخلص من ماء التبريد الزائد.
- ٤- افتح صنبور الماء الجاري، واسمح للماء بالدخول إلى الجهاز حتى يصل مستواه إلى المستوى المطلوب في حوض الجهاز.
- ٥- شغل الجهاز بعد وصله بالتيار الكهربائي .
- ٦- ضع دورقاً زجاجياً نظيفاً ومعقماً تحت مخرج الماء المقطر لتجميعه.
- ٧- افصل الجهاز عن التيار الكهربائي بعد الانتهاء من استخدامه، واقطع الماء عنه.

كيفية العناية بالجهاز :

- ١- تأكد من جهد التيار الذي يعمل به الجهاز قبل وصله بالتيار الكهربائي في المختبر .
- ٢- لا تحاول تشغيل الجهاز قبل وصول الماء إلى المستوى المطلوب في حوض الجهاز .
- ٣- انزع عمودي التسخين بعد الانتهاء من استخدام الجهاز ، واحفظهما جيداً ، بعيداً عن الرطوبة في كيس بلاستيكي ؛ لمنع تشكل الصدأ عليهما .

الأعطال الممكن حدوثها وكيفية التعامل معها :

- أ- إذا كان الجهاز لا يعمل ، فتأكد من :
 - ١- وجود التيار الكهربائي في الإبريز باستخدام مفك (دسميس) الفحص .
 - ٢- سلامة أسلاك التوصيل باستخدام الأفوميتر .
 - ٣- سلامة توصيل الأسلاك داخل الفيش .
 - ٤- صلاحية منصهر الحماية في حالة توافره ، بالنظر مباشرة أو باستخدام الأفوميتر .
 - ٥- صلاحية أعمدة التسخين ، باستخدام جهاز الأفوميتر واستبدال التالف منها .
- ب- إذا كان الجهاز يعمل إلا أن الماء المقطر لا يخرج منه ، فتأكد من :
 - ١- طريقة توصيل الجهاز بالماء الجاري .
 - ٢- مستوى الماء داخل حوض الجهاز ، واحرص على أن يكون مستوى الماء دائماً أعلى من مستوى أعمدة التسخين ، مع المحافظة على تزويد الجهاز بالماء في أثناء عمله باستمرار بإبقاء صنبور الماء مفتوحاً بقدر بسيط .
 - ٣- نظافة مجرى أنبوبة المكثف ، وذلك بالنظر من خلال فتحة المكثف داخل حوض الجهاز بعد رفع غطاء المكثف ، والعمل على تنظيفها في حال وجود أي عائق في داخلها قد يعوق جريان الماء البارد أو الماء المقطر .
- ج- في حال تسرب البخار من الجهاز :
 - ١- تأكد من سلامة المطاط (الباك) الموجود أسفل غطاء الحوض في حال وجود مثل هذا (الباك) المطاط ، واعمل على تغييره إن كان تالفاً .
 - ٢- اعمل على صيانة الغطاء بالشكل الصحيح بحيث يغلق الحوض بإحكام .
 - ٣- في حالة وجود ثقب في جسم الجهاز أرسله إلى المختصين لإجراء الصيانة اللازمة له .

جهاز توليد الغازات وجمعها (جهاز كيب) Gas Generator, Kipps

تركيب الجهاز :

يتركب جهاز (كيب) من الأجزاء الرئيسية التالية :

١- قمع أمان : ويتم استخدامه لتسهيل عملية وضع المحاليل داخل الجهاز، والانحناء الموجود في هذا القمع يعمل على منع خروج الغازات التي يتم تحضيرها داخل الجهاز ، وذلك لأنه يبقى فيه بعض السائل ما يعوق خروج الغازات.



٢- الحجرة العلوية : وهذه تنتهي بأنبوب طويل يصلها بالحجرة السفلى مروراً بالوسطى ، وتستخدم الحجرة العلوية كمستودع للمواد السائلة الداخلة في التفاعل .

٣- الحجرة الوسطى : تستخدم لوضع المواد الصلبة الداخلة في التفاعل ، حيث يوجد بها صمام الأمان للجهاز ، وفيها تجمع الغازات الناتجة عن التفاعل .

٤- الصمام : عبارة عن مفتاح يتم من خلاله إخراج الهواء والغازات الناتجة عن التفاعل من داخل الجهاز ، كما يمكن بواسطته التحكم في سير التفاعل أو إيقافه .

٥- الحجرة السفلى: تنزل إليها المادة السائلة الداخلة في التفاعل من الحجرة العلوية بواسطة الأنبوب الطويل. وغالباً ما تتصل هذه الحجرة بالحجرة الوسطى، في حين يمكن فصل الحجرة العلوية عنهما. وهذه الحجرة بها فتحة تستخدم لتفريغ الجهاز من محتوياته وتنظيفه .

كيفية عمل الجهاز :

١- نقوم بوضع المادة الصلبة الداخلة في التفاعل في الحجرة الوسطى .

٢- يتم تركيب الجهاز كما هو موضح في الشكل أعلاه، مع مراعاة التأكد من إغلاق :

- صمام خروج الغازات في الحجرة الوسطى .
- فتحة تفريغ وتنظيف الجهاز في الحجرة السفلى .

٣- نقوم بصب المادة السائلة الداخلة في التفاعل من خلال قمع الأمان .

٤- نفتح الصمام (في الحجرة الوسطى) حتى يتم خروج الهواء من الحجرة السفلى ؛ لكي يحل محله السائل ، واترك الصمام مفتوحاً حتى يصل السائل ويلامس المادة الصلبة الموجودة في الحجرة الوسطى ومن ثم يبدأ التفاعل .

٥- نقوم بإغلاق الصمام بمجرد أن نلاحظ بأن التفاعل قد بدأ ، وبذلك تتجمع الغازات الناتجة في الحجرة الوسطى .

- ٦- نلاحظ بأن التفاعل يتوقف بمجرد انخفاض مستوى السائل عن المادة الصلبة في الحجرة السفلى ، وذلك بعد مضي فترة من الزمن . وعند الرغبة في استمرار التفاعل يفتح الصمام مرة أخرى حتى يتم ارتفاع السائل ويلامس المادة الصلبة في الحجرة الوسطى مرة أخرى .
- ٧- يمكن الحصول على الغاز الذي تم جمعه بسحبه بواسطة محقن طبي موصل بالصمام بواسطة أنبوب بلاستيكي.

كيفية العناية بالجهاز :

أولاً : التخلص من بقايا الفضلات الكيميائية الناتجة عن التجربة بصورة صحيحة فمثلاً يتم التخلص من الغازات داخل خزانة طرد الغازات أو في الهواء الطلق بعيداً عن التلاميذ.

ثانياً : نقوم بغسل الجهاز بكل مكوناته بلطف وعناية لكي لا يتلف بعض منها ، فيؤدي إلى تعطيل الجهاز وعدم الاستفادة منه ثانية .

ثالثاً : يجفف الجهاز تماماً ثم يعاد تركيبه ووضعه في مكانه الصحيح والمناسب مع مراعاة وضع مادة الفازلين بين أجزائه حتى لا تلتصق ببعضها .

ملحوظات :

- في حالة عدم توافر الفازلين توضع قطع من الورق بين أجزاء الجهاز لمنع الالتصاق.
- عدم خزن الجهاز قبل تنظيفه جيداً للمحافظة عليه من التلف .
- عدم خزن أجزاء الجهاز بعيدة عن بعضها في أكثر من مكان للمحافظة عليها وسهولة العثور عليها بأقل جهد ووقت .

جهاز تحليل الماء (جهاز هوفمان) Hoffmann's Voltmeter



تركيب الجهاز :

- 1- يتركب جهاز تحليل الماء من الأجزاء الرئيسية الآتية :
أ- أنبوبين مدرجين يتصلان معاً بالقرب من نهايتيهما السفليين بأنبوب ثالث بشكل عرضي على شكل حرف (H) مفتوحين من أسفليهما ومغلقين من الأعلى بصمامين .
ب- قمع كروي الشكل يتصل بالأنبوب العرضي في الجهاز بواسطة أنبوب زجاجي أو بلاستيكي .
ج- قضبان من البلاتين أو الكربون يثبتان في أسفل أنبوب الجهاز .

كيفية عمل الجهاز :

- 1- ركب الجهاز كما هو مبين في الشكل مع تثبيت قطبي البلاتين (أو الكربون) في أسفل الأنبوبين .
- 2- حضر محلولاً من الماء وحمض الكبريتيك (H_2SO_4) إذ يستخدم الحمض كعامل محفز أو منشط للتفاعل، ما يسارع في عملية تحليل الماء، وكلما زادت نسبة الحمض كان التفاعل أكثر سرعة .
- 3- صل الجهاز بمصدر قدرة منخفض الجهد DC (2-8V) دون تشغيله .
- 4- ضع المحلول الذي حضرته داخل القمع الكروي للجهاز ، وافتح الصمامين في أعلى أنبوبي الجهاز؛ لتسمح للهواء بالخروج ليحل محله المحلول المائي .
- 5- أغلق الصمامين في أعلى الأنبوبين بعد التأكد من أن الجهاز قد امتلأ بالمحلول ، ثم شغل مصدر القدرة ، على أن يكون جهد التيار الكهربائي الواصل للجهاز ٤ (فولت) في البداية .
- 6- إذا أردت زيادة سرعة التفاعل فارفع جهد التيار الكهربائي إلى ٦ (فولت) أو ٧ (فولت)، واحرص على ألا يزيد جهد التيار على ٨ (فولت) حتى لا يتلف الجهاز .
- 7- ستلاحظ فقاعات من الغاز بدأت بالتصاعد في الأنبوبين من القطبين إلى الأعلى ، وأن كمية الغاز المتجمعة في الأنبوب المتصل بالقطب السالب ضعف كمية الغاز المتجمعة في الأنبوب المتصل بالقطب الموجب ، وهذا يدل على أن الأنبوب المتصل بالقطب السالب قد تجمع فيه غاز الهيدروجين (H_2) في حين أن الأنبوب المتصل بالقطب الموجب قد تجمع فيه غاز الأوكسجين (O_2) .

كيفية العناية بالجهاز :

- 1- افصل الجهاز عن التيار الكهربائي مباشرة بعد الانتهاء من إجراء التجربة .
- 2- فرغ الجهاز من محتوياته بعد الانتهاء من استخدامه مباشرة .
- 3- فك الأقطاب واغسلها بالماء الجاري ثم جففها، واحفظها في مكان جاف بعيداً عن الرطوبة .
- 4- اغسل الجهاز مباشرة بعد الانتهاء من استخدامه بالماء الجاري وجففه جيداً ، واحفظه في مكانه الطبيعي .
- 5- لا تحاول تشغيل الجهاز على جهد أكبر من الجهد المخصص له والمذكور في طريقه تشغيل الجهاز .
- 6- تأكد من التيار الكهربائي في حال عدم عمل الجهاز ، ثم زد جهد التيار الواصل للجهاز أو أضف كمية من الحمض للمحلول داخل الجهاز .

استخدام الجهاز :

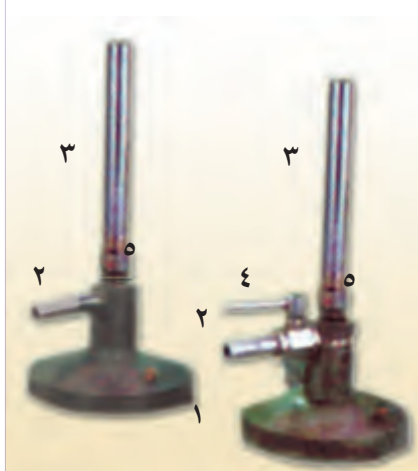
يستخدم هذا الجهاز لتحليل الماء إلى مكوناته وهي: الأوكسجين، والهيدروجين، حيث يظهر عند إجراء عملية تحليل الماء باستخدام هذا الجهاز أن كمية الهيدروجين التي نتجت عن التفاعل تعادل ضعف

كمية الأوكسجين الناتجة، ما يبرهن على أن كمية الهيدروجين في الماء تعادل ضعف كمية الأوكسجين.

ملحوظة :

يفضل استخدام أقطاب البلاتين بدلاً من أقطاب الكربون ، بحيث يظهر جلياً عند استخدامها النسبة الصحيحة بين كميتي الأوكسجين والهيدروجين الناتجتين عن تحليل الماء .

موقد بنزن Bunsen Burner



بوجه عام يعتبر موقد بنزن المصدر الرئيسي للحرارة في مختبر الكيمياء ، وله أشكال عدة تشترك جميعها في معظم الأجزاء تقريباً .

تركيبه :

يتركب موقد بنزن من الأجزاء الآتية :

- 1- قاعدة الموقد : الجزء الذي يرتكز عليه الموقد .
- 2- أنبوب إدخال الغاز: الجزء الذي يتصل بأنبوب الغاز القادم من الأسطوانة أو من محبس الغاز المثبت على المنضدة.
- 3- الأنبوب الأسطواني .
- 4- مفتاح الغاز : لا تحتوي كثير من مواقد بنزن على مثل

هذا المفتاح ، حيث تعتمد على منظم الغاز المتصل بالأسطوانة أو على محبس الغاز المثبت على المنضدة ، أما المواقد التي تكون مزودة بمثل هذا المفتاح فإنه يثبت إما على أنبوب إدخال الغاز أو فوق القاعدة تحت الأنبوب الأسطواني.

5- صمام الهواء : ويتحكم في كمية الهواء الداخلة إلى الأنبوب الأسطواني ما يساعد على الاحتراق الكامل للغاز، لذلك يجب التحكم في هذا الصمام عند إشعال الموقد حتى يصبح لون اللهب أزرق غير مضيء ، ما يدل على الاحتراق الكامل للغاز بشكل فعال.

طريقة إشعاله (استخدامه) :

- 1- أوصل أنبوبة الموقد بمصدر الغاز، وتأكد من صلاحية الأنبوب المطاطي وطريقة تركيبه والتأكد من عدم تسرب الغاز.
- 2- أغلق صمام الهواء، ثم افتح منظم الغاز المتصل بأسطوانة الغاز.
- 3- أشعل الغاز الخارج من الموقد، بأن تقرب عود ثقاب مشتعلاً من فوهة أنبوب الاحتراق فيحترق الغاز بلهب أصفر مضيء.

وفي حالة وجود مفتاح للغاز مثبت على الموقد :

- أغلق صمامي الهواء والغاز ، ثم افتح منظم الغاز المتصل بأسطوانة الغاز .
- أشعل عود ثقاب وقربه من فوهة أنبوب الاحتراق، ثم افتح صمام الغاز المثبت على الموقد ببطء حتى يبدأ احتراق الغاز .
- 4- افتح (حرك) صمام الهواء ببطء ، حتى يتحول لون اللهب الأصفر إلى اللون الأزرق غير المضيء .

ملحوظة :

اشتعال الموقد بلهب أصفر مضيء يدل على أن عملية الاحتراق غير كاملة، لهذا يستدعى تحريك صمام الهواء حتى يختلط الغاز بالهواء الداخل ويتحول لون اللهب إلى الأزرق غير المضيء.

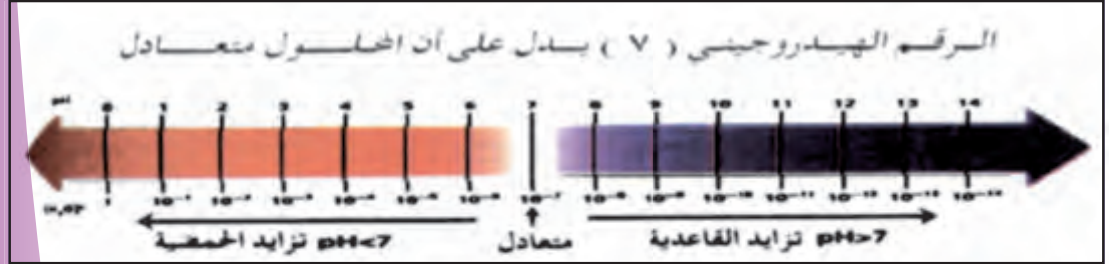
جهاز قياس pH

جهاز الـ pH هو طريقة للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل المائية، وهي عبارة عن اللوغاريتم العشري السالب لتركيز أيونات الهيدروجين ، ويرمز له pH . وهو جهاز يوجد بعدة أشكال وأحجام، سهل الاستعمال قابل للحمل، ويعمل بالبطارية ، ومزود بأقطاب زجاجية وشاشة رقمية . ويعتبر نموذجاً مثالياً للمختبرات المدرسية .



بعض أشكال جهاز pH

والجهاز التقليدي يمكن توصيله بلوحة العداد والماسح الضوئي ، فعندما يكون موضع المجس Probe في محلول الاختبار العداد يصل إلى الماسح الضوئي للدايود فتضيء اللوحة وتشير إلى قيمة الـ pH .
- الجهاز له مدى للقراءة يتراوح بين 0 - 14 .



ملحوظة : قبل استخدام الجهاز لابد أن يعاير بواسطة محلولين منظمين أحدهما pH 7 والآخر بدرجة رقمية 4pH .

الميزان التحليلي أو الكيميائي (الحساس) Analytical Balance



تعتبر الميزانين من الأجهزة الهامة والأكثر استخداماً وشيوعاً في المختبر، وذلك لتعيين كتل المواد أو الأجسام. وهناك أنواع من الميزانين هي: الميزان البسيط، الميزان الإلكتروني، الميزان الحساس أو الكيميائي ذو الكفتين الذي يكون محاطاً بصندوق خشبي وبواجهات زجاجية لحفظه من التراب وغيره، وهو المتوافر في الغالب في مختبراتنا.

تركيبه :

يتركب كما هو مبين في الشكل، وذلك من الأجزاء الآتية :

- ١- القب : وهو عبارة عن ساق معدنية مثبت بها ثلاثة منشورات صغيرة من العقيق، أحد المنشورات يقع في الوسط في منتصف القب (أ) رأسه إلى أسفل، أما الاثنان الآخران (ب، ج) فموضوعان في طرفي القب، ورأس كل منهما متجه إلى أعلى كما في الشكل، ويرتكز على رأس كل منهما حامل كفة الميزان. كما يوجد في كل طرف من طرفي القب مسمار محوي، يمكن بإدارته إلى الداخل أو إلى الخارج العمل على اتزان القب قبل الاستخدام .
- ٢- قائم رأسي أجوف : عبارة عن أسطوانة معدنية جوفاء، لها ذراعان جانبيان من أعلى، يرتكز عليها القب في حالة عدم الاستخدام، ويتحرك داخل الأسطوانة عمود معدني ينتهي من أعلى بسطح مستو من العقيق، يرتكز عليه رأس المنشور الأوسط، ويتصل بالعمود من أسفل بيد أو قرص يمكن بواسطته رفع وخفض القب عند الاستخدام.
- ٣- كفتين : وهما متماثلتان، ولكل منهما حامل يرتكز على المنشور.
- ٤- قاعدة خشبية لها ثلاثة مسامير محوية، تستخدم لضبط وضع الميزان في مستوى أفقي.

كيفية استخدام الميزان:

- ١- يوضع الميزان على طاولة ثابتة لا تتعرض للارتجاج أو الاهتزاز أو التيارات الهوائية ، حتى لا تؤثر على اتزان الميزان عند الاستخدام.
- ٢- يضبط وضع الميزان في مستوى أفقي بواسطة مسامير القاعدة.
- ٣- يرفع القب بواسطة القرص المتصل بالعمود الموجود داخل الأسطوانة الرأسية المجوفة، ثم يضبط القب بحيث يكون في حالة اتزان، وذلك باستخدام المسامير المحوية الموجودة في نهاية طرفي القب بتحريك المسمار إلى اليمين وإلى اليسار حتى يحصل على التوازن ويصبح المؤشر عند الصفر، أي موازياً للأسطوانة الرأسية .
- ٤- يخفض القب وتوضع المادة المراد تعيين كتلتها في إحدى الكفتين على ورقة ترشيح أو زجاجة ساعة أو كأس صغيرة، يعين وزنها قبل وضع المادة عليها أو فيها، ثم توضع الصنجات المناسبة باستعمال الملقط حتى الحصول على الكتلة المطلوبة عند اتزان كفتي الميزان .

إرشادات لاستخدام الميزان :

من أهم العوامل التي تساعد على نجاح العمل المخبري في مختبر الكيمياء العناية بالوزن؛ لأن الخطأ الصغير فيها قد يؤدي إلى خطأ نسبي كبير، فإذا فرضنا مثلاً أن كمية من الملح وزنها الحقيقي أو المطلوب ١,٠٥ جم. قدّر وزنها بجرام واحد فقط فإن الخطأ النسبي في وزنها يقرب من ٥% وهو خطأ كبير قد يؤدي إلى فشل التجربة، وبخاصة إذا تكرر الخطأ في كل من عمليات

الوزن التي تستلزمها التجربة، لهذا يجب أن تراعى الدقة التامة في عملية الوزن واتباع ما يلي :

- ١- أن تكون الكفتان نظيفتين وجافتين .
- ٢- أن تكون الأسطوانة الرأسية موازية لخط المضمار ، فإذا لم تكن كذلك يحرك المسماران المحويان في طرفي القب حتى يصبح الطرف لثقل المضمار فوق الطرف المدب من المسمار المثبت تحته في القاعدة .
- ٣- أن يكون الذراعان متزنين تماماً ، ويعرف ذلك بأن تحرك اليد أو القرص ليرتفع القب ويهتز فيتحرك المؤشر بمقدار واحد إلى يمين صفر التدريج ويساره ، وإذا كان الذراعان غير متزنين يحرك المسمار المحوي إلى اليمين أو اليسار حتى يحصل التوازن .
- ٤- عدم وضع أو أخذ المادة المراد تعيين وزنها ، وعدم وضع أو أخذ الصنجات وبق الميزان مرفوع أي غير ثابت ، بل توضع أو ترفع المادة أو الصنجات وبق الميزان مخفوض أي ثابت .
- ٥- عدم وضع الأجسام وهي ساخنة في كفة الميزان عند تعيين كتلتها ، بل تترك حتى تبرد .
- ٦- عدم وضع مواد كيميائية على كفة الميزان مباشرة ، بل توضع على ورقة ترشيح أو زجاجة ساعة أو بوتقة أو زجاجة وزن أو كأس ... إلخ . ويتم وزن الورقة أو الأداة أولاً ، ثم توضع عليها أو فيها المادة المراد وزنها .

ملحوظة : المادة الكيميائية التي تتميع مثل هيدروكسيد الصوديوم يجب وزنها في كأس .

- ٧- وضع الجسم أو المادة المراد تعيين وزنها في الكفة اليسرى ووضع الصنجات في الكفة اليمنى، باستخدام الملقط الخاص بها، حيث يجب ألا تمسك الصنجات باليد بأي حال من الأحوال .
- ٨- يبدأ بالصنجة التي يظن أن وزنها يساوي وزن الجسم أو المادة، فإذا وجد أنها أثقل يخفض القب وتعاد إلى العلبة، وتجرب التي تليها وهكذا، حتى يعثر على صنجة يكون وزنها أقل من وزن الجسم بقليل، ثم توضع بجانبها الصنجة التالية لها بترتيب تنازلي حسب وجود الصنجات في العلبة أو الصندوق، ويمكن الحصول على مجموعة من الصنجات يكون وزنها مساوياً لوزن الجسم تماماً، ويعرف ذلك بتحريك المؤشر مسافة واحدة إلى يمين صفر التدريج ويساره .
- خشية من حدوث خطأ في جمع أوزان الصنجات يحسن أن تعمل مراجعة للجمع عند إرجاع الصنجات إلى صندوقها أو علبتها .
- ٩- يخفض القب ثم تعاد الصنجات إلى الصندوق الواحدة تلو الأخرى باستخدام الملقط ، ثم يرفع الجسم عن الكفة .
- ١٠- تتوقف دقة الوزن إلى حد كبير على استعمال ميزان حساس من نوع جيد مع العناية بحفظه واستعماله، ويكون هذا باتباع ما يلي :

- أ- يوضع الميزان في مكان غير معرض للاهتزازات ويجب ألا ينقل منه .
- ب- حفظ الميزان بداخل صندوقه المغلق لوقايته من الأتربة والرطوبة والتيارات الهوائية، والغازات المتصاعدة في المختبر، ويستحسن أن توضع داخل الصندوق مادة مجففة .
- ج- أن تتم عملية الوزن والصندوق مقفل، حتى لا يتأثر الميزان بالهزات التي تحدث بتأثير الهواء .
- د- يراعى في عملية الوزن الإرشادات السابقة، وفي العمليات الدقيقة تلاحظ حساسية الوزن باستخدام أجزاء الجرام التي لا تقل على الأكثر عن ٥ مليجرامات .

الفصل الرابع

مهارات أساسية للعمل في مختبر الكيمياء

- ❖ كيفية التعرف على المواد الكيميائية .
- ❖ الكشف عن الشقوق الحامضية والقاعدية .
- ❖ تحضير المحاليل العيارية والمولارية .
- ❖ تحضير محاليل الكواشف الشائعة الاستخدام .
- ❖ تحضير محاليل التنظيف .
- ❖ طرق تصريف الفضلات الكيميائية .
- ❖ قطع وتشكيل زجاج الصودا .

مهارات اساسية للعمل في مختبر الكيمياء

يحتاج فني المختبر إلى مهارات عدة ، يتوجب عليه إتقانها ، لما لها من أهمية كبيرة في العديد من التجارب وفي إنجاح العمل المخبري في مختبر الكيمياء . من أهمها التعرف على المواد الكيميائية ، تحضير محاليل الكواشف الشائعة الاستخدام والمحاليل العيارية ومحاليل الأمن والسلامة ، محاليل التنظيف وتصريف الفضلات الكيميائية ، وتشكيل الزجاج ، واستخدام خامات البيئة في عمل وسائل ونماذج وأدوات وأجهزة تساعد على إنجاح الحصوص العملية ، كعمل التوصيلات أو ماصة أو قطارة ... إلخ.

وفي هذا الفصل سوف نستعرض أهم المهارات الضرورية للعمل المخبري ليتدرب أمين (فني) المختبر عليها بما يمكنه من أدائها وفق الحاجة إليها .

كيفية التعرف على المواد الكيميائية

قد يحدث أحياناً سقوط أو تلف ملصقات الاسم والبيانات الأخرى من بعض العبوات التي تحتوي على مواد كيميائية فتصبح مجهولة . وفيما يلي سنبين وبطريقة عملية كيفية التعرف على المواد من خلال دراسة صفاتها الفيزيائية أولاً .

الصفات الفيزيائية للمادة :

هي الصفات التي تميز أي عينة من المادة عن كل المواد الأخرى ، أو هي الصفات التي تظهر على المادة دون إجراء أي تغيير كيميائي عليها . ومن هذه الصفات :

حالة المادة (صلبة ، سائلة ، غازية) - اللون - الرائحة - الكثافة - ذائبية المادة في الماء أو في محاليل أخرى - درجة الانصهار - درجة الغليان . وفيما يلي نستعرض كلاً منها .

١- حالة المادة في الظروف الطبيعية :

في الظروف الطبيعية التي غالباً ما تكون درجة الحرارة فيها ٢٥ درجة مئوية ، بعيداً عن الرطوبة وأشعة الشمس المباشرة وتحت ضغط الجو الطبيعي ، يمكن مشاهدة حالة المادة بالعين المجردة سواءً كانت صلبة أم سائلة أم غازية .

٢- اللون والرائحة :

تتميز كل مادة بلون ، إلا أن معظم المركبات يكون لونها أبيض ما يصعب التعرف على ماهية المادة أو تمييزها .. أما الرائحة فيمكن تمييز المواد عن بعضها بالاعتماد على الرائحة المنبعثة منها إذا كان لدى فني المختبر الخبرة الطويلة والكفاءة العالية.

٣- الذائبية :

ذائبية المادة : هي الكتلة القصوى التي تذوب من المادة المذابة في حجم معين من المذيب عند درجة حرارة ما ، وهي طريقة من طرق التعرف على ماهية المواد من خلال اختبار ذائبية المادة المجهولة في عدد من المذيبات. انظر الذائبية في المذيبات المختلفة الملحق رقم (٢/٣) .

قواعد الذوبان :

- جميع أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم، وكذلك جميع بيكربونات ونترات وخلات المعادن تذوب في الماء.

- كلوريدات، بروميدات ويوديدات جميع الفلزات تذوب في الماء. ما عدا الرصاص والفضة والزئبقوز.

- هاليدات الرصاص تذوب في الماء الساخن .

- جميع الكبريتات والكربونات تذوب في الماء ما عدا كبريتات و كربونات الرصاص، الزئبقوز، الكالسيوم، الفضة والباريوم.
- جميع هيدروكسيدات المعادن لا تذوب في الماء ما عدا هيدروكسيدات الفلزات القلوية.

٤- الكثافة:

هي نسبة كتلة المادة إلى حجمها (ث = ك / ح) (جم / سم^٣)

أولاً : كيفية تعيين كثافة المواد الصلبة غير المنتظمة :

أدوات التجربة :

ميزان حساس - مخبر مدرج صغير - سائل (مذيب) لا يذيب المادة المراد تعيين كثافتها.

الخطوات :

- ١- ضع حجماً معيناً من الماء في مخبر مدرج (ح سم^٣).
- ٢- زن المادة الصلبة بدقة على الميزان الحساس (الكتلة ك . جم) .
- ٣- زحل المادة الصلبة برفق داخل المخبر المدرج المحتوي على الحجم المعلوم من الماء . (تأكد من أن المادة الصلبة مغمورة تماماً ولا توجد فقاعات ماء محبوسة) .
- ٤- سجل الحجم النهائي للماء (ح سم^٣) ثم اطرح (ح من ح) لتحصل على (ح سم^٣) حجم المادة الصلبة.
- ٥- احسب كثافة المادة الصلبة بتطبيق القانون $\text{ث} = \frac{\text{ك}}{\text{ح}} \text{ جم / سم}^3$.
- ٦- كرر التجربة واحسب الكثافة في كل مرة ، ثم أوجد المتوسط الحسابي للنتائج .

ثانياً : كيفية تعيين كثافة السوائل :

أ- تعيين كثافة سائل لا يتطاير بسهولة مثل الجلسرين .

أدوات التجربة :

ميزان حساس - كأس زجاجية صغيرة - ماصة - سائل .

الخطوات :

١. عين كتلة الكأس الزجاجية نظيفة وجافة وهي فارغة بواسطة الميزان .
 ٢. انقل بواسطة الماصة حجماً معيناً من السائل المراد تعيين كثافته وليكن (ح سم^٣).
 ٣. عين كتلة الكأس وبها السائل بواسطة الميزان .
 ٤. أوجد كتلة السائل الذي يساوي كتلة الكأس والسائل - كتلة الكأس فارغة وليكن (ك جم).
 ٥. بموجب القانون (ث = ك جم / ح سم^٣) فتحصل على كثافة السائل جم / سم^٣ .
- ب- تعيين كثافة سائل يتطاير بسهولة مثل الكحول :

أدوات التجربة :

قنينة كثافة - سائل - ميزان حساس - ورق ترشيح .

الخطوات :

١. عين كتلة قنينة الكثافة وهي نظيفة وجافة فارغة بغطائها بواسطة الميزان .
٢. املأ قنينة الكثافة بالسائل .
٣. سد قنينة الكثافة بغطائها وجففها جيداً من الخارج بواسطة ورق الترشيح .
٤. عين كتلة قنينة الكثافة وهي مملوءة بالسائل بواسطة الميزان .
٥. أوجد كتلة السائل والذي يساوي كتلة القنينة وهي مملوءة بالسائل - كتلة القنينة وهي فارغة وليكن (ك جم) .

٦. اقرأ من جدار القنينة حجمها فيكون هو حجم السائل (ح سم^٣) .

٧. عوض بالعلاقة (ث = ك جم / ح سم^٣) فتحصل على كثافة السائل جم / سم^٣ .

جدول يبين كثافة بعض المواد شائعة الاستعمال (انظر الملحق رقم (٨/٢)).

الوزن النوعي :

لكي نقارن كثافة مادة مع كثافة مادة أخرى وحتى تكون المقارنة ذات معنى لا بد من وجود مادة قياسية .
وقد اتفق علماء الفيزياء أن تكون المادة القياسية هي (الماء) ونسبة الكثافات الوزنية للسوائل وجميع المواد الصلبة للكثافة الوزنية للماء ، وسميت النسبة بين كثافة أي صلب أو سائل وكثافة الماء (بالوزن النوعي) .

$$\text{أي أن الوزن النوعي للمادة} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}}$$

فمثلاً إذا كانت كثافة النحاس الكتلية (٨,٩ جم / سم^٣ . وكثافة الماء ١ جم / سم^٣) فإن النحاس كثافته أكبر من كثافة الماء بمقدار (٨,٩) مرة وعليه فالوزن النوعي للنحاس = ٨,٩ .
ومن الملاحظ أن الوزن النوعي هو نسبة بين كميتين مقاستين بنفس الوحدات ؛ ولهذا فالوزن النوعي لأي مادة ليس له وحدة .

مثال :

إذا كانت كثافة الحديد ٧,٨ جم / سم^٣ . وكثافة الماء ١ جم / سم^٣ ، أوجد الوزن النوعي للحديد .

الحل :

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}} = \frac{٧,٨ \text{ جم / سم}^٣}{١ \text{ جم / سم}^٣}$$

إذاً الوزن النوعي للحديد = ٧,٨ ومن هذا المثال يتضح أن الوزن النوعي ليس له وحدة قياس .

قياس الوزن النوعي :

إذا كان الوزن النوعي لمادة ما هو نسبة بين كثافة المادة وكثافة الماء ، فإننا لو أخذنا حجمين متساويين من المادة ومن الماء فإن :

$$\text{الوزن النوعي للمادة} = \frac{\text{وزن المادة}}{\text{وزن حجمها من الماء}}$$

ملحوظة : يمكن تعيين كثافة السوائل بواسطة الهيدرومتر .

٥- نقطة الغليان :

هي درجة الحرارة التي يتساوى فيها ضغط بخار السائل والضغط الجوي .

كيفية تحديد نقطة الغليان :

أدوات التجربة :

حامل معدني ، ماسك، موقد بنزن، كأس زجاجية، ترمومتر (١٠- ١١٠) درجة مئوية، أنبوبة اختبار، أنبوب شعري طوله ١٠ سم .
أحد طرفيه مغلق، سائل درجة غليانه عالية (زيت البرافين) .

الخطوات :



١. ركب الجهاز كما هو مبين في الشكل .
٢. ثبت أنبوبة الاختبار باستخدام حلقة مطاطية أو خيط رفيع إلى جانب الترمومتر ، بحيث يكون طرف الأنبوبة السفلي ملامساً لمستودع الترمومتر .
٣. ضع في أنبوبة الاختبار بعض قطرات من السائل المراد اختبارها، ثم نكس الأنبوب الشعري داخل أنبوبة الاختبار بحيث يكون طرفه المغلق إلى الأعلى .
٤. ضع في الكأس الزجاجية سائلاً درجة غليانه عالية مثل زيت البرافين .

٥. سخن السائل الذي في الكأس ببطء مع التحريك المستمر للسائل.
٦. استمر في عملية التسخين إلى أن تلاحظ خروج فقاعات متتالية وبسرعة من البخار من طرف الأنبوب الشعري ، عند ذلك أوقف عملية التسخين .
٧. راقب الجهاز إلى أن تشاهد تباطؤ خروج فقاعات البخار وتوقفها ، عندما يبدأ السائل بالارتفاع في الأنبوب الشعري، عندها سجل درجة الحرارة التي تعتبر نقطة غليان السائل .
٨. أخرج الأنبوب الشعري ونظفه جيداً أو استخدم أنبوباً آخر ، ثم كرر العملية لتحصل على

المتوسط الحسابي لدرجة غليان السائل .

٦- نقطة الانصهار:

هي درجة الحرارة التي تتحول عندها المادة من حالة الصلابة إلى حالة السيولة ، عند ضغط مقداره (١) جو .

كيفية تحديد نقطة الانصهار :

أدوات التجربة :

حامل معدني ، ماسك ، موقد بنزن ، كأس زجاجية ، ترمومتر ، أنبوب شعري طوله ١٠ سم. وأحد طرفيه مغلق، سائل درجة غليانه عالية (مثل زيت البرافين) كمية من المادة المراد تحديد نقطة انصهارها .

الخطوات :



١- ركب الجهاز كالمبين في الشكل المقابل .

٢- ضع في الأنبوب الشعري كمية قليلة من مسحوق المادة الصلبة المراد معرفة درجة انصهارها، ويتم ذلك

بغمس الطرف المفتوح للأنبوب الشعري في مسحوق المادة الصلبة ؛ لتدخل كمية منها فيه ، ثم أسقطه بشكل عمودي ومن ارتفاع قريب مرات عدة على سطح المنضدة . لجعل المادة تهبط إلى قعر الأنبوب .

٣- ثبت الأنبوب الشعري باستخدام خيط رفيع إلى الترمومتر ، بحيث تجعل الطرف المغلق للأنبوب الشعري إلى الأسفل ملاصقاً لمستودع الترمومتر ، وحاول ألا يلامس الترمومتر السطح السفلي للكأس .

٤- سخن السائل الذي في الكأس وراقب المادة في الأنبوب الشعري وقراءة الترمومتر ، إلى أن تلاحظ بداية حدوث الانصهار عندها سجل قراءة الترمومتر.

٥- سجل قراءة الترمومتر عند مشاهدة انصهار المادة كلياً في الأنبوب الشعري.

٦- اجمع قراءتي الترمومتر في كل من (٤،٥) واقسم الناتج على (٢) لتحصل على درجة الانصهار.

الكشف عن الشقوق الحامضية والقاعدية

تعتبر الكيمياء التحليلية أحد فروع الكيمياء إلا أنها تحتل مركزاً متميزاً بين هذه الفروع نظراً لأهميتها من الناحيتين العلمية والصناعية .

فهي تمكن الباحث والمعلم من التعرف والكشف عن المواد وكذلك طرق فصلها ومعرفة مكوناتها .

فمن الناحية العلمية تمكننا من تعيين الرمز الكيميائي لمركب مجهول عن طريق معرفة النسبة المئوية لمكوناته، وكذلك حساب التراكيز والنسب للمواد المتفاعلة والنواتج عن التفاعل تطبيقاً لقوانين الاتحاد الكيميائي .

وهي تنقسم إلى قسمين :

- ١- **تحليلية وصفية:** وهذه تعنى بمعرفة الشقوق الحامضية والقاعدية الموجودة في مركب .
- ٢- **تحليلية كمية :** وتعنى بتقدير كمية أو النسبة المئوية للعناصر أو المركبات الموجودة في مادة معينة من المواد .

التحليل الوصفي:

وفيه يمكن التعرف على الشقوق الحمضية والقاعدية من خلال التجارب والاختبارات التمهيدية ومن ثم التأكيدية ، التي من خلالها نستطيع الجزم بأن هذه المادة هي (آنيون أو كاتيون) أي شق حمضي أو قاعدي .

قبل الشروع في هذه التجارب لابد لنا من القيام والتعرف على خواص هذه المواد الظاهرية، التي تتمثل في : الشكل - اللون - الذوبان ونوع المذيب ومعرفة ظروفه (بارد ، ساخن) وكذلك أثر الحرارة - اختبار اللهب- وتأثير عباد الشمس بنوعية الأحمر والأزرق، **وهذا ما نطلق عليه الخواص الفيزيائية.**

أما الخواص الكيميائية : فهي عبارة عن التفاعلات للمادة مع الكواشف والمواد الأخرى التي تعطينا التصور والنتيجة النهائية بأن هذه المادة هي المطلوبة من خلال النتائج والمركبات ذات الألوان والصفات المحددة لكل عنصر . والجداول فيما بعد تحدد المجموعة والكاشف الخاص بعناصر هذه المجموعة وكذلك التجارب التأكيدية التي تؤكد انتماء هذه العناصر كل لمجموعته .

أولاً : طريقة الكشف عن الشق الحمضي (الآنيونات) في الأملاح الصلبة البسيطة :

يتم تقسيم العناصر (الآنيونات) إلى مجموعات بحسب نوع الكاشف الذي ينتمي إليه . وعند الكشف عن هذه العناصر فإن الاختبارات تتم على الملح الصلب في المجموعتين الأولى والثانية نتيجة لوجود كاشف محدد لكل منها .

بينما يتم الكشف عن عناصر المجموعة الثالثة (المجموعة العامة أو مجموعة الترسيب) بتحضير محلول مائي للمادة المراد معرفتها نظراً لعدم وجود كاشف محدد أو خاص بهذه المجموعة .

وبعد تحديد ومعرفة الآنيون الذي يجري الاختبار عليه لابد من إجراء التجارب التأكيدية المصاحبة لتحديد نوع الآنيون بالضبط نتيجة للتشابه في بعض التفاعلات وتكوين الراسب عند استخدام كاشف المجموعة .

وفيما يلي أسماء هذه المجموعات والكاشف الخاص بها :

(١) **مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl dil.**

وهي أملاح لا تتفاعل إلا مع هذا الحمض وتعطي نتائج واضحة ومميزة بتصاعد أبخرة وغازات ذات ألوان

وروائح خاصة بعناصرها . ومن عائلاتها :
الكربونات CO_3^{-2} ، البيكربونات HCO_3^{-1} ، الكبريتيت SO_3^{-2} ، الثيوكبريتات $\text{S}_2\text{O}_3^{-2}$ ، الكبريتيد S^{-2} ، النيتريت NO_2^{-1} .

(٢) مجموعة حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 Conc. وهي عبارة عن أملاح لا تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك ولكنها تتفاعل مع حمض الكبريتيك المركز ، ومنها :

الكلوريدات Cl^- ، البروميدات Br^- ، اليوديدات I^- ، النترات NO_3^-

(٣) المجموعة العامة (مجموعة الترسيب) :

وفيها الأملاح التي لا تتفاعل مع الأحماض سابقة الذكر في المجموعتين (1 و 2) ويتم التفاعل فيها بتحضير محلول من الملح بإذابة كمية مناسبة في حجم كاف من المذيب (ماء مقطر) مثلاً ، ويتم الكشف عن كل عنصر على حدة لأنه لا يوجد كاشف محدد لها . ومن أملاحها :

الكبريتات SO_4^{-2} ، البورات $\text{B}_4\text{O}_7^{-2}$ ، الفوسفات PO_4^{-3} ، الزرنيخات AsO_4^{-3} .

مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف :

ضع كمية قليلة من الملح الصلب + قليلاً من حمض HCl المخفف على البارد ثم التسخين الهين في أنبوبة اختبار ولاحظ ما يحدث:

م	المشاهدة	الاستنتاج	التجارب التأكيديّة
١-	حدوث فوران وتصاعد غاز CO_2 عديم اللون والذي يعكر ماء الجير .	١- كربونات CO_3^{-2} أو ٢- بيكربونات HCO_3^{-1}	بإضافة محلول كبريتات المغنسيوم إلى محلول الملح : ١- يتكون راسب أبيض على البارد وبشدة مع الكربونات . ٢- لا يعطي راسباً على البارد ؛ لأن البيكربونات تذوب في الماء ولكن بالتسخين تتحلل البيكربونات إلى كربونات فيعطي راسباً أبيض .
٢-	تصاعد غاز SO_2 الذي يتميز برائحته الخائقة ويحول ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المحمض من الأصفر إلى الأخضر .	١- كبريتيت $[\text{SO}_3]^{-2}$ ٢- الثيوكبريتات $[\text{S}_2\text{O}_3]^{-2}$	مع محلول خلات الرصاص + محلول الملح: ١- يتكون راسب أبيض يذوب في HNO_3 المخفف . ٢- راسب أبيض يتحول إلى الأسود بالتسخين نتيجة لتكون كبريتيد الرصاص .
٣-	تصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S الذي يتميز برائحة البيض الفاسد ويسود ورقة مبللة بخلات الرصاص .	الكبريتيد S^{-2}	بإضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملح يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة يذوب في حمض النيتريك المخفف الساخن .
٤-	تصاعد أبخرة بنية من أكاسيد النيتروجين وتلون المحلول باللون الأزرق نتيجة لتكون حمض النيتروز .	النيتريت NO_2^{-1}	محلول نترات الفضة + محلول الملح يعطي راسباً أبيض مصفر من نترت الفضة .

مجموعة حمض الكبريتيك المركز :

الملح الصلب + حمض H_2SO_4 المركز يعطي النتائج التالية :

م	المشاهدة	الاستنتاج	التجارب التأكيدية
١-	تصاعد غاز كلوريد الهيدروجين HCl الذي يدخن في الهواء مكوناً سحباً بيضاء مع النشادر عند تعرضه لساق مبللة بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم.	الكلوريدات Cl^-	مع ثاني أكسيد المنجنيز والتسخين يتصاعد غاز أصفر مخضر هو غاز الكلور الذي يزيل لون عباد الشمس ويحول ورقة النشا ويوئد البوتاسيوم إلى اللون الأزرق.
٢-	تصاعد غازات لها رائحة نفاذة ولون أحمر وتدخن في الهواء، وبإضافة ثاني أكسيد المنجنيز يزداد تصاعد الأبخرة الحمراء.	البروميدات Br^-	مع ثاني أكسيد المنجنيز مع التسخين تتصاعد أبخرة بنية من غاز البروم الذي يغير لون عباد الشمس ويحول ورقة مبللة بمحلول النشا إلى اللون البرتقالي.
٣-	تصاعد أبخرة بنفسجية حول ورقة مبللة بمحلول النشا إلى الأزرق.	اليوديدات I^-	مع ثاني أكسيد المنجنيز مع التسخين تتصاعد أبخرة اليود البنفسجية اللون.
٤-	تصاعد غازات حمضية ذات رائحة نفاذة بنية اللون ، تزداد بإضافة قطعة (صغيرة) من خراطة النحاس.	النترات NO_3^-	جربة الحلقة السمرء: اسم ^٣ من المحلول + اسم ^٢ كبريتات حديدوز محضر حديثاً ثم باحتراس وعلى جدار الأنبوبة نضيف اسم ^٢ من H_2SO_4 المركز نلاحظ ظهور حلقة بنية عند سطح الانفصال للمخلوط.
٥-	تصاعد غاز عديم اللون يخضر ورق مبللة بمحلول بيكرومات البوتاسيوم الحمضة.	الثيوسيانات SCN^-	مع نترات الكوبلت يظهر لون أزرق نتيجة لتكون أيون كوبلتي ثيوسيانات أو مع كلوريد الحديدك يعطي لوناً أحمر دموياً .

المجموعة العامة (مجموعة الترسيب):

وهي مجموعة ليس لها كاشف محدد ولكن يتم الكشف عنها من خلال تفاعلاتها الفردية ، وكما هو موضح في الجدول التالي :

الترسيب	الترسيبات	البورات	الفوسفات	الكبريتات	التجربة	
راسب أبيض مع الحليب المركزة	راسب أبيض مع الحليب المركزة	راسب أبيض يذوب في الزيادة من الكاشف وفي الأحماض	راسب أبيض يذوب في حمض الخليك وفي الأحماض المعدنية	راسب أبيض لا يذوب في HNO_3 أو HCl	محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم في وسط قلوي	1-
لا يتكون راسب (تغير بين الترسيبات والترسيب)	راسب أصفر كناري مع الغليان	—	راسب أصفر كناري مع التحفقه يذوب في NaOH , NH_4OH	—	محلول الملح الحمض بـ HNO_3 المركز + مولبيدات الأمونيوم	2-
راسب أصفر يذوب في HNO_3 و NH_4OH	راسب بني يذوب في NH_4OH والأحماض المعدنية	راسب أبيض من الحلول المركز يتحول بالتسخين إلى اللون البني	راسب أصفر يذوب في HNO_3 و NH_4OH الخفف مع التسخين	راسب أبيض من الحلول المركز	محلول الملح المتعادل + محلول نترات الفضة	3-
—	ينفصل اليود من الحليب الحمض بـ حمض الهيدروكلوريك	—	—	—	محلول الملح + محلول يوديد البوتاسيوم	4-

❖ مركبات الزرنيخ سامة ولذا يجب استعمالها بحذر.

ثانياً: الكشف عن الشق القاعدي في الأملاح البسيطة:

من الملاحظ بأن الكشف عن الشق القاعدي أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق الحمضي ، وهذا يرجع إلى تزايد عدد الشقوق القاعدية والتداخل فيما بينها .
إلا أن الكشف عن الشق القاعدي أكثر دورية من الشق الحمضي ، كما أن التجارب التأكيدية في حالة الشق القاعدي محددة وهادفة .

ولكي يتم الكشف عن الشق القاعدي في الأملاح البسيطة لابد لنا من تحضير محلول للملح المراد التعامل معه . وللحصول على هذا المحلول يجب أن تذاب كمية مناسبة من الملح في كمية مناسبة من المذيب في أنبوبة اختبار . وإليك بعض المذيبات المناسبة وبحسب الترتيب التالي :

- (١) الماء البارد ثم الساخن .
- (٢) حمض الهيدروكلوريك المخفف على البارد ثم الساخن .
- (٣) حمض الهيدروكلوريك المركز على البارد ثم الساخن .
- (٤) حمض النيتريك المخفف على البارد ثم الساخن .
- (٥) حمض النيتريك المركز على البارد ثم الساخن .
- (٦) الماء الملكي .

والجداول التالية توضح فلزات كل مجموعة والكاشف المميز لكل منها .
وفيه نلاحظ نوع الراسب المتكون لكل فلز ، ونؤكد من ذلك بتجربة تأكيدية واحدة تعطينا تأكيداً لنوع العنصر من خلال المشاهدة للنتائج المختلفة لكل فلز ، مع العلم بأن هناك تجارب تأكيدية أخرى مع كواشف مختلفة .

هناك تجارب تأكيدية أخرى.

ملاحظات	التجارب التأكيذية		صيغة الراسب	المشاهدة	الكاينوات (القلارات)	كاشف المجموعة	المجموعة
<p>يتكون راسب بني من أوكسيد الفضة لا يذوب في زيادة من الكاشف NaOH ولكن يذوب في الأمونيا.</p> <p>يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الرصاص يذوب في الزيادة من الكاشف معطياً رصاصيت الصوديوم Na_2PbO_2</p> <p>يتكون راسب أسود من أوكسيد الزنك لا يذوب في الزيادة من الكاشف ولا في الأمونيا.</p> <p>راسب بني محمر يتحول بالزيادة من الكاشف إلى راسب أصفر.</p> <p>راسب أزرق يتحول إلى الأسود بالقلان.</p> <p>راسب أبيض يتحول إلى الأصفر بالتسخين.</p> <p>راسب أبيض لا يذوب في الزيادة من الكاشف .</p> <p>يضاف الكاشف قطرة قطرة باحتراس ويعطي راسباً أبيض يذوب فوراً في مزيد من الكاشف.</p> <p>راسب أبيض يذوب في محلول NaOH المركز.</p> <p>راسب أبيض لا يذوب في زيادة من الكاشف (ومع محلول كلوريد الزنك يعطي راسباً أبيض يتحول بالتسخين إلى الأسود مع المصديون).</p> <p>راسب أبيض يذوب في الزيادة من الكاشف (ومع محلول كلوريد الزنك نلاحظ عدم حدوث تفاعل مع المصديرك).</p>	إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH		AgCl	راسب أبيض يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم يتحول إلى بنفسجي عند تعرضه للضوء.	فضة	حمض الهيدروكلوريك المخفف	الأولى
	إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تخفف		PbCl_2	راسب أبيض يذوب في الماء الساخن ويتربس بالتبريد.	رصاص	حمض الهيدروكلوريك المخفف	الثانية A
			HgCl_2	راسب أبيض يتحول للأسود بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم.	زئبقوز		
			HgS	راسب أبيض من كبريتيد الزنك يتحول إلى أصفر ثم بني ثم أسود لا يذوب في حمض النيتريك المخفف بالقلان ولكن يذوب في الماء الملكي .	الزئبقيك		
			CuS	راسب أسود من كبريتيد النحاس يذوب في حمض النيتريك المخفف الساخن وكذلك سيانيد البوتاسيوم.	النحاس		
			Bi_2S_3	راسب بني قائم من كبريتيد البرموت لا يذوب في HNO_3 المخفف البارد ولكن يذوب بالقلان.	البرموت		
			CdS	راسب أصفر من كبريتيد الكاديوم يذوب في HNO_3 المخفف الساخن ولا يذوب في سيانيد البوتاسيوم.	كاديوم		
			As_2S_3	راسب أصفر من كبريتيد الزنك يذوب في حمض الهيدروكلوريك المركز ولكن يذوب في حمض HNO_3 المركز الساخن.	زئبق		
			Sb_2S_3	راسب احمر برتقالي من كبريتيد أنتيمون يذوب في HCl المركز الساخن.	أنتيمون		
			SnS	راسب بني قصديوز (SnS) أو أصفر قصديرك (SnS_2) يذوب في HCl المركز وفي محلول كبريتيد الأمونيوم الأصفر ولكن لا يذوب في محلول كربونات الأمونيوم.	قصدير		
			SnS_2			كبريتيد الهيدروجين H_2S +	الثانية B

ملاحظات	التجارب التأكيدية		صبغة الراسب	المشاهدة	الكاتيونات (الفلزات)	كاشف المجموعة	المجموعة
هناك تجارب تأكيدية وخاصة أخرى للفصل بين جميع الفلزات.	راسب أبيض من فوسفات الألومنيوم التي تذوب في الأحماض المعدنية والقلويات.	فوسفات الصوديوم Na_2HPO_4	$\text{Al}(\text{OH})_3$	راسب أبيض من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في الزيادة من الكاشف.	ألمونيوم	NH_4OH هيدروكسيد الأمونيوم + NH_4Cl كلوريد الأمونيوم	الثالثة
	راسب أخضر من فوسفات الكروم يذوب في الأحماض المعدنية.		$\text{Cr}(\text{OH})_3$	راسب رمادي من هيدروكسيد الكروميك.	كروم		
			$\text{Fe}(\text{OH})_2$ $\text{Fe}(\text{OH})_3$	راسب أبيض يتحول للأخضر مع الحديدوز ثم يتحول إلى الأكسيد البني . راسب بني من الهيدروكسيد مع الحديدك.	حديد Fe^{+3} , Fe^{+2}		
	المشقوق بين: الحديد والحديدك: تستخدم حديد و سبائك البوتاسيوم يعطي راسباً أبيض مذرق مع الحديدوز وراسباً أزرق مع الحديدك.		راسب أصفر من فوسفات الحديدك.				
	راسب أبيض جيلاتيني من $\text{Zn}(\text{OH})_2$ يذوب في الزيادة من الكاشف مكوناً خارصينات الصوديوم Na_2ZnO_2 .	NaOH	ZnS	راسب أبيض يذوب في الأحماض المعدنية الخفيفة ولا يذوب في حمض الخليك.	خارصين	$\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{S}$	الرابعة
	راسب أبيض لا يذوب في الزيادة من الكاشف من $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ويتأكسد بتعرضه للجو متحولاً إلى اللون البني.		MnS	راسب لحمي يذوب في الأحماض الخفيفة وكذلك في حمض الخليك	منجنيز		
	راسب أزرق من الملح القاعدي $\text{Co}(\text{OH})\text{NO}_3$ بالتسخين مع مزيد من الكاشف يتحول من وردي إلى بني.		CoS	راسب أسود لا يذوب في الأحماض الخفيفة ولكن يذوب في HNO_3 المركز الساخن مع انفصال الكبريت.	كوبلت		
	راسب أخضر من $\text{Ni}(\text{OH})_2$ يتأكسد في وجود هيبوكلورات الصوديوم إلى اللون البني.		NiS	راسب أسود من كبريتيد النيكل لا يذوب في الأحماض الخفيفة ولكن يذوب في HNO_3 المركز الساخن .	نيكل		

ملاحظات	التجارب التأكيديّة	صيغة الراسب	المشاهدة	الكاتيونات (الفلزات)	كاشف المجموعة	المجموعة
يضاف NH_4Cl لـ ٤ ترسب هيدروكسيد كرومات الغنسيوم.	راسب أبيض في الحال من كبريتات الباريوم.	BaCO_3	راسب أبيض يذوب في حمض الخليك وفي الأحماض المعدنية الخفيفة.	باريوم	كربونات أمونيوم + هيدروكسيد أمونيوم + كلوريد الأمونيوم	الخامسة
لا يتكون راسب .	لا يتكون راسب .	CaCO_3	راسب أبيض يذوب في حمض الخليك والأحماض المعدنية الخفيفة.	كالكسيوم		
للتمييز بين الفلزات الثلاثة.	راسب أبيض من كبريتات الأستراتسيوم يتكون ببطء على البارد ويزداد الراسب بالغليان.	SrCO_3	راسب أبيض يذوب في حمض الهيدروكلوريك .	ستراتسيوم		
لا يوجد كاشف محدد لهذه المجموعة ويتم الكشف عنها بصورة مفردة لكل فلز من فلزاتها. وهناك تفاعله بين بعض أفراد هذه المجموعة.	تساعد غاز النشادر مع محلول NaOH .	NH_4OH	تساعد غاز النشادر المميز . ويتم الكشف عنه بعدة طرق منها تعرضه لساق مبلل بـ HCl المركز فتتصاعد سحب بيضاء .	الأمونيوم	NaOH	
مثل الأمونيوم والبيوتاسيوم . ويتم الكشف عن الأمونيوم قبل الكشف عن المجموعة الأولى لتبسيط عملية الكشف.	راسب أبيض من هيدروكسيد الغنسيوم لا يذوب في زيادة من الكاشف ولكن يذوب في محلول كلوريد الأمونيوم .	MgHPO_4	راسب أبيض في وجود كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم يذوب في حمض الخليك والأحماض المعدنية الخفيفة.	الغنسيوم	Na_2HPO_4	السادسة
	مع NaOH لا يتصاعد غاز النشادر . كما يلون اللهب بلون بنفسجي .	$\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	راسب أبيض متبلر من طرطرات البوتاسيوم الحمضية . والرج الشديد والحك على جدار الأنبوبة يساعد على تكوين الراسب بسرعة.	البوتاسيوم	محلول حمض الطرطريك	
	يلون اللهب بلون ذهبي .		يمكن التعرف عليه من خلال اختبار اللهب الذي يعطي نتائج أكيدة نظراً لتباين الألوان المميزة لهذه المجموعة .	الصوديوم		

التحليل الكمي:

وهذا النوع من التحاليل ينقسم إلى عدة أقسام ، وكل قسم له طريقة معينة لمعرفة كمية أو النسبة المئوية لعنصر أو الأسس أو المركبات الموجودة في مادة من المواد . ومن هذه الأقسام : تحليل كمي حجمي، تحليل كمي لوني، تحليل بالتعكير، تحليل كمي وزني ... إلخ . وأهم ما يمكن أن نتعامل به باستمرار هو التحليل الكمي الحجمي .

التحليل الكمي الحجمي : Volumetric Analysis

وفيه تقدر كمية المادة بقياس حجم محلولها والذي يكافئ حجماً معيناً من محلول قياسي Standard Solution يحتوي على عدد معين من الجرامات المكافئة من المادة القياسية في لتر من محلولها. ويتم حساب وزن المواد المطلوب معرفتها من حجم المحلول المعلوم تركيزه بالضبط والذي يتفاعل كميّاً مع محاليل هذه المواد من حجم المحلول العياري ومن قوانين التكافؤ الكيميائية .

وفي التحليل الحجمي يجب أن تتوافر الشروط التالية :

- ١- يجب أن يكون التفاعل بسيطاً ويمكن تمثيله بمعادلة كيميائية.
 - ٢- يجب أن يكون التفاعل سريعاً جداً.
 - ٣- يجب أن يكون هناك تغيير واضح للمحلول عند نقطة انتهاء التفاعل End Point.
 - ٤- يجب توافر الدليل المناسب والذي نستدل بواسطته على نقطة انتهاء التفاعل.
- وعادة فإن عملية التحليل الحجمي تحتاج إلى أجهزة وأدوات ، مثل:
- ١- أوعية لقياس الأحجام (سحاحات، ماصات، دوارق معايرة، دوارق حجمية) .
 - ٢- مواد نقية لتحضير المحاليل العيارية "القياسية الأولية" .
 - ٣- أدلة وأجهزة لتقدير نقطة انتهاء التفاعل.
- والمادة القياسية يجب أن تمتاز بما يلي :
- سهولة الحصول عليها وألا تتغير صفاتها أثناء الوزن والتخفيف أو تركها في الهواء.
 - أن يكون وزنها المكافئ كبيراً نسبياً ، وذلك لتلافي الأخطاء الناتجة عن الوزن.
 - أن تكون سهلة الذوبان في ظروف العمل للتجربة.
 - أن يحدث معها تفاعل بسرعة.
- والمواد القياسية الأولية تستعمل في التفاعلات المختلفة . ومن الأمثلة عليها مايلي :

أ- مواد قياسية أولية تستعمل في تفاعلات التعادل:

● أملاح قاعدية :

Na_2CO_3	- كربونات الصوديوم
NaHCO_3	- بيكربونات الصوديوم
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	- البوراكس

● أملاح حامضية :

$\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$	- فثالات البوتاسيوم
$\text{KH}(\text{IO}_3)_2$	- ثاني يودات البوتاسيوم

● أحماض :

HCl	- حمض الهيدروكلوريك
$\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}$	- حمض السكسينيك
$\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_2$	- حمض البنزويك

ب- مواد قياسية أولية تستعمل في تفاعلات الأكسدة والاختزال:

● عوامل مؤكسدة :

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	- بيكرومات البوتاسيوم
KBrO_3	- برومات البوتاسيوم
KIO_3	- يودات البوتاسيوم

● عوامل مختزلة :

$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	-	أكسالات الصوديوم
As_2O_3	-	أكسيد الزرنيخوز

ج- المواد القياسية الأولية المستعملة في تفاعلات الترسيب:

AgNO_3	-	نترات الفضة
NaCl	-	كلوريد الصوديوم
KCl	-	كلوريد البوتاسيوم
KBr	-	بروميد البوتاسيوم

ومن التفاعلات المستخدمة في التحليل الحجمي مايلي :

(١) تفاعلات تعادل :

وهي تفاعلات بين حامض أو محلول حامضي بقاعدة أو معادلة قاعدة بحامض. وفي هذه التفاعلات يتحد أيون الهيدروجين H^+ بأيون الهيدروكسيل OH^- ويتكون جزيء الماء.



(٢) تفاعلات الترسيب :

وفيه تتحد الأيونات لتكوين راسب بسيط



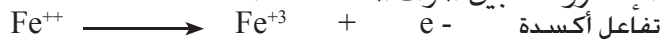
وفي هذين التفاعلين لا يحدث تغيير في تكافؤ المواد المتفاعلة.

(٣) تفاعلات التأكسد والاختزال :

وتشمل هذه التفاعلات معادلة المواد المؤكسدة بمواد مختزلة أو العكس.

وفيها يحدث تغيير في عدد التأكسد للمواد المؤكسدة والمختزلة ، ويتم خلالها انتقال

الإلكترونات بين المواد المتفاعلة. أمثلة :



الأوزان المكافئة's Equivalent weight :

يتوقف تعريف الوزن المكافئ على نوع التفاعل الذي تدخل فيه المادة ، فمثلاً في تفاعلات التعادل يكون :

أ) الوزن المكافئ لحمض :

هو ذلك الوزن الذي يحتوي على ذرة واحدة أو وحدة وزنية من الهيدروجين (١,٠٠٨ جم).

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي للحمض}}{\text{قاعدية الحمض}} = \therefore \text{الوزن المكافئ للحمض}$$

- قاعدية الحمض :

هي عدد ذرات الهيدروجين البدول الذي يحتويها الحمض.

مثال : احسب الوزن المكافئ لحمض H_2SO_4 .

الحل : نحسب الوزن الجزيئي لـ H_2SO_4 .

$$= 1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98 \text{ جم / مول}$$

$$\therefore \text{الوزن المكافئ للحمض} = \frac{98}{2} = 49 \text{ جم / مكافئ}$$

ب) الوزن المكافئ لقاعدة :

$$\frac{\text{الوزن الجزيئي للقاعدة}}{\text{حامضية القاعدة}} = \therefore \text{الوزن المكافئ لقاعدة}$$

- حامضية القاعدة :

احتواؤها على مجموعات الهيدروكسيل القابلة للاستبدال (OH^-) .

مثال : احسب الوزن المكافئ لـ $NaOH$.

الحل : نحسب الوزن الجزيئي لـ $NaOH$.

$$= 1 + 16 + 23 = 40 \text{ جم / مول}$$

$$\therefore \text{الوزن المكافئ للقاعدة} = \frac{40}{1} = 40 \text{ جم / مكافئ}$$

ج) الوزن المكافئ للأملاح :

- في حالة الأملاح القاعدية: يعرف بأنه وزن الملح الذي يتفاعل مع (1) جم. مكافئ من الحمض. أي

(1) جم. جزيئي لحمض أحادي القاعدية أو $1/2$ الوزن الجزيئي لحمض ثنائي القاعدية... إلخ.

مثال :

تتفاعل كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك في وجود دليل ph. ph

حسب المعادلة التالية :



أي أن : $Na_2CO_3 \equiv HCl$

وفي هذه الحالة يكون الوزن المكافئ للكربونات مساوياً وزنها الجزيئي .

بينما في حالة دليل الميثيل البرتقالي M.O

يتم التفاعل حسب المعادلة الآتية :



أي أن : $1 \text{ MOL } Na_2CO_3 \equiv 2 \text{ MOL } HCl$

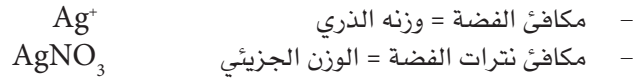
$$\frac{\text{الوزن الجزيئي}}{2} = \text{الوزن المكافئ}$$

- **في حالة الأملاح الحامضية:** يعرف بأنه وزن الملح الذي يتفاعل مع 1 جم. مكافئ من القاعدة. أي = الوزن الجزيئي لقاعدة أحادية ، 0.5 الوزن الجزيئي لقاعدة ثنائية ... إلخ.



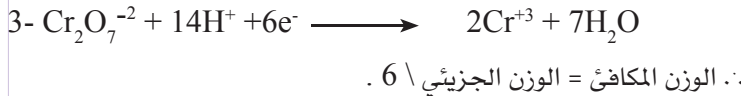
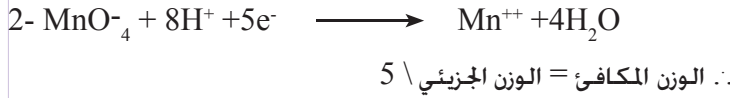
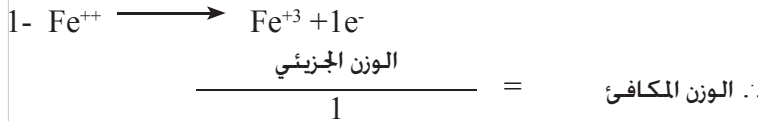
تفاعلات الترسيب :

يعرف الوزن المكافئ في هذا التفاعل بوزن المادة التي تحتوي على أو تتفاعل مع جرام ذري من فلز أحادي التكافؤ أو 0.5 جرام من فلز ثنائي التكافؤ.
 ∴ الوزن المكافئ لفلز = الوزن الذري مقسوماً على التكافؤ للفلز.
 الوزن المكافئ للملح = الوزن الجزيئي للملح مقسوماً على تكافؤ الفلز الداخل في التفاعل .
 مثال :



تفاعلات الأكسدة والاختزال :

الوزن المكافئ لعامل مؤكسد أو مختزل: هو عبارة عن وزنها الجزيئي مقسوماً على عدد الإلكترونات التي يفقدها أو يكتسبها جزيء واحد من المادة في التفاعل.
 أمثلة :



وهكذا مع بقية التفاعلات.

عملية حساب الأوزان الجزيئية :

هي عملية حساب للأوزان الذرية الداخلة في تكوين المركب .

مثال (1) : احسب الوزن الجزيئي لكبريتات الصوديوم Na_2SO_4 علماً بأن الوزن الذري لمكوناته هي:
 $\text{O} = 16 \text{ gm/mol}$ ، $\text{S} = 32 \text{ gm/mol}$ ، $\text{Na} = 23 \text{ gm/mol}$

الحل :

حساب الوزن الجزيئي لـ Na_2SO_4 = $23 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 142$ وحدة كتلة ذرية.

مثال (2) : احسب الوزن الجزيئي لحمض الكبريتيك H_2SO_4 علماً بأن الوزن الذري لمكوناته هي:
 $\text{O} = 16$ ، $\text{S} = 32$ ، $\text{H} = 1$

الحل :

حساب الوزن الجزيئي لـ H_2SO_4 = $1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$ وحدة كتلة ذرية.

مثال (3) : احسب الوزن الجزيئي لهيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)_2 علماً بأن الوزن الذري لمكوناته هي:
 $\text{O} = 16$ ، $\text{H} = 1$ ، $\text{Ca} = 40$

الحل : الوزن الجزيئي لـ Ca(OH)_2 = $2(16+1) + 40 = 74$ وحدة كتلة ذرية.

الطرق المختلفة للتعبير عن تراكيز المحاليل :

- **النسبة المئوية بالوزن :** عبارة عن عدد الجرامات المذابة في 100 جم. من المحلول (المذاب + المذيب).

مثال :

كيف تحضر محلولاً من كبريتات النحاس بتركيز 5% وزناً ؟.

الطريقة :

١- نزن 5 جم. من كبريتات النحاس .

٢- نأخذ 95 جم. (مل) من الماء المقطر .

٣- نقوم بإذابة 5 جم. من الملح في 95 مل ماء مقطر، وبذلك نحصل على محلول بتركيز 5%.

مثال :

حضر 500 جم من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المئوي بالوزن 10%.

الطريقة :

الثابت : كل 100 جم. من المحلول يحتوي على 10 جم. من هيدروكسيد الصوديوم.

المتغير : كل 500 جم. من المحلول يحتوي على X جم. من الهيدروكسيد .

∴ X (عدد جرامات هيدروكسيد الصوديوم المطلوبة)

$$500 \text{ جم} \times \frac{10 \text{ جم}}{100} = 50 \text{ جم}.$$

إذا كتلة المادة (وزنه) = 50 جم.

كمية الماء المقطر = 500 - 50 = 450 جم.

إذا نقوم بإذابة 50 جم من NaOH في 450 جم من الماء .

- **المحلول القياسي :** هو المحلول المعروف قوته أو تركيزه بالضبط .

- **المحلول المعياري (N) :** هو ذلك المحلول الذي يحتوي على الوزن المكافئ الجرامي للمذاب في لتر من المحلول.

$$\frac{\text{الوزن للمذاب بالجرام}}{\text{الوزن المكافئ} \times \text{الحجم باللتر}} = (N) \therefore$$

- **المحلول المولاري (M) :** وهو المحلول الذي يذاب في لتر منه الوزن الجزيئي مقدراً بالجم.

أو الوزن الذي يحتوي على الوزن الجزيئي الجرامي للمذاب في لتر من المحلول.

$$\frac{\text{الوزن للمذاب بالجم}}{\text{الوزن الجزيئي} \times \text{الحجم باللتر}} = (M) \therefore$$

ولحساب قوة تركيز المحلول (S):

$$S = \text{العيارية} \times \text{الوزن المكافئ} \quad \text{جم/لتر}$$

وعادة ما يستخدم قانون التخفيف في المعايرات المختلفة لمعرفة عيارية أو حجم أحد المحلولين بمعلومية

عيارية وحجم المحلول الآخر والذي عادة ما يكون محلولاً قياسيًّا .

$$N_2 \cdot V_2 = N_1 \cdot V_1$$

$$V = \text{الحجم باللتر}.$$

$$N = \text{العيارية}.$$

العلاقة بين العيارية والتركيز (جم/لتر) :

$$\frac{\text{عدد الجرامات}}{\text{الوزن المكافئ}} = \text{عدد الجرامات المكافئة}$$

$$\frac{\text{عدد الجرامات}}{\text{الوزن المكافئ}} = \text{عدد الجرامات المكافئة/لتر}$$

ولكن من المعروف أن عدد الجرامات المكافئة/لتر = العيارية N = التركيز.

$$\frac{\text{عدد الجرامات المذابة / لتر}}{\text{الوزن المكافئ}} = \text{العيارية}$$

ومنها عدد الجرامات المذابة في لتر (جم/لتر) = العيارية × الوزن المكافئ .
مثال :

ماهو وزن كربونات الصوديوم التي تتفاعل مع 25مل. من حمض الهيدروكلوريك 1 عياري (1N) ؟
الحل :

$$\frac{\text{عدد الملجرامات المكافئة}}{\text{حجم المحلول بالمل}} = \text{العيارية 1N}$$

$$\frac{\text{عدد الملجرامات}}{\text{الوزن المكافئ}} = \text{عدد الملجرامات المكافئة}$$

∴ عدد الملجرامات = الوزن المكافئ × الحجم بالمل × العيارية

$$= 53 \times 1 \times 25 = 1325 \text{ ملجم} = 1.325 \text{ جم}$$

مثال : احسب عيارية محلول HCl الذي يحتوي على 4.0106 جم/لتر .
الحل :

العيارية = عدد الجرامات المكافئة/حجم المحلول باللتر.

$$\frac{\text{عدد الجرامات}}{\text{الوزن المكافئ} \times \text{الحجم باللتر}} = \text{العيارية N}$$

$$= \frac{4.0106}{36.45} = 0.11 \text{ عياري}$$

أو عدد الجرامات المكافئة = العيارية = 0.11 عياري.

مثال :

احسب عيارية محلول CaCl_2 إذا كانت نسبته المئوية 40% وزناً وكثافته 1.396 جم/مل.

الحل :

40% تعني أن عدد الجرامات من CaCl_2 في 100 جم. محلول = 40 جم.

$$\therefore \text{الوزن المكافئ لـ } \text{CaCl}_2 = \frac{110.99}{2} = 55.5 \text{ جم/مكافئ}$$

∴ عدد الجرامات المكافئة في 100 جم. من المحلول

$$= \frac{40}{55.5} = 0.72 \text{ مكافئ}$$

∴ الكتلة = الحجم × الكثافة

$$\therefore \text{الحجم} = \frac{100}{1.396} = 71.63 \text{ مل}$$

$$\therefore \text{العيارية} = \frac{\text{عدد الجرامات المكافئة}}{\text{الحجم باللتر}} = 1000 \times \frac{0.72}{71.63} = 10.05 \text{ عياري}$$

مثال :

كيف تحضر 1 مولار (M) من NaOH في لتر من الماء المقطر "مذيب" ؟

الحل :

نحسب الوزن الجزيئي لـ $\text{NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40$ جم.

يتم وزن 40 جم. من NaOH وإذابته في لتر من الماء المقطر ، وبهذا نكون حضرنا محلولاً تركيزه 1 مولار NaOH.

مثال :

كم جراماً من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 تلزم لتحضير 100 مل. من محلول تركيزه 0.1 مولار ؟

الحل :

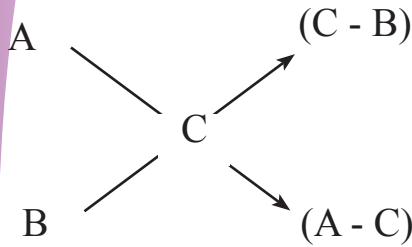
$$\frac{\text{وزن المادة بالجرام} \times 1000}{\text{الوزن الجزيئي} \times \text{حجم المحلول بالمل}} = \text{التركيز المولاري}$$

$$\frac{\text{التركيز المولاري} \times \text{الوزن الجزيئي} \times \text{الحجم بالمل}}{1000} = \text{وزن المادة بالجرام}$$

$$\therefore \text{الوزن الجزيئي للملح} = 23 \times 2 + 12 + 16 \times 3 = 106 \text{ جم / مول}$$

$$\therefore \text{وزن المادة بالجرام} = \frac{100 \times 106 \times 0.1}{1000} = 1.06 \text{ جم / ل}$$

وعملياً يمكننا تحضير محلول له نسبة مئوية معينة من محلول آخر من نفس المادة له نسبة مئوية معروفة، أو محلولين من نفس المادة كل منهما له نسبة مئوية معروفة ، وذلك باستخدام قانون الخلط Mixing Rule كمايلي:



حيث :

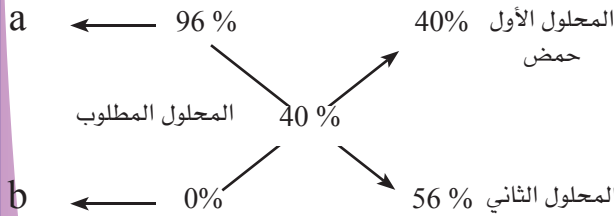
A = نسبة المحلول الأول (مركز) المطلوب التخفيف منه .

B = نسبة المحلول المركز الثاني .

C = نسبة المحلول المطلوب .

مثال :

كيف يتم تحضير محلول يحتوي على 40% من حمض النيتريك HNO_3 من محلول نسبة حمض النيتريك به تبلغ 96% وكثافته النوعية 1.08 ؟



بتطبيق قانون الخلط فإن :

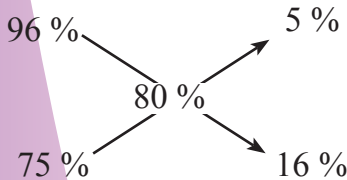
\therefore يتم أخذ 40 جم. من المحلول المحتوي على 96% ثم يضاف إليه 56 جم. ماء مقطر للحصول على محلول يحتوي 40% من HNO_3 .
الوزن = الحجم \times الكثافة

$$\therefore \text{الحجم} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الكثافة}} = \frac{40}{1.08} = 37.04 \text{ مل.}$$

\therefore يتم تحضير المحلول بإضافة 37.04 مل. من HNO_3 مع 56 مل. ماء مقطر ، وبالتالي تحصل على محلول تركيزه 40% .

مثال :

كيف نحضر محلولاً نسبته 80% من محلولين من حمض HNO_3 نسبتهما المئوية 96% ، 75% على التوالي ؟ كثافة الحمض النوعية هي 1.079 .



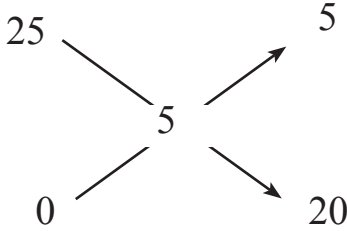
الحل :

نأخذ 5 جم. من الحمض الذي تركيزه 96% ← 4.63 مل. لماذا ؟
ثم نضيف إليه 16 جم. من المحلول الذي تركيزه 75% ← 14.8 مل. لماذا ؟
للحصول على محلول تركيزه 80% .

مثال :

كم جم. من الماء يجب أن يضاف إلى 100 جم. من محلول النشادر تركيزه 25% للحصول على محلول تركيزه 5% ؟

الحل :



∴ يتم إضافة 5 جم. من النشادر إلى 20 جم. من الماء .

∴ 5 جم نشادر ————— 20 جم. ماء

100 جم نشادر ————— س جم ماء .

$$\therefore \text{ (س) عدد الجرامات من الماء } = \frac{20 \times 100}{5} = 400 \text{ جم.}$$

علاقة التركيز العياري بالتركيز المولاري :

أولاً : تحويل التركيز المولاري إلى عياري :

$$\frac{\text{التركيز العياري} = \text{التركيز المولاري} \times \text{الوزن الجزيئي للمادة}}{\text{الوزن المكافئ للمادة}}$$

مثال :

ما هي عيارية محلول H_2SO_4 تركيزه المولاري 0.2 مولار ؟

الحل :

التركيز المولاري = 0.2 مولار ، الوزن الجزيئي لـ H_2SO_4 = 98 جم/مول .

$$\text{الوزن المكافئ لـ } \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{98}{2} = 49 \text{ جم / مول.}$$

نطبق القانون:

$$\text{التركيز العياري} = \frac{98 \times 0.2}{49} = 0.4 \text{ ع.}$$

ثانياً: تحويل التركيز العياري إلى مولاري :

$$\frac{\text{التركيز المولاري} = \text{التركيز العياري} \times \text{الوزن المكافئ للمادة}}{\text{الوزن الجزيئي للمادة}}$$

ما هي مولارية محلول Cu SO_4 تركيزه العياري 0.5 ع ؟

التركيز العياري = 0.5 ع.

الوزن الجزيئي لـ CuSO_4 = 159.5 جم/مول

$$\therefore \text{الوزن المكافئ لـ } \text{Cu SO}_4 = \frac{159.5}{2} = 79.75 \text{ جم / مول.}$$

$$\text{التركيز المولاري} = \frac{0.5 \times 79.75 \text{ جم / مول}}{159.5 \text{ جم}} = 0.25 \text{ مولار.}$$

∴ التركيز المولاري = 0.25 مولار .

المحاليل : SOLUTIONS

يعرف المحلول: بإذابة أو اختفاء ذرات أو جزيئات أو أيونات المادة المذابة بين ذرات أو جزيئات المادة المذيبة. وهو الناتج المتجانس المتحصل عليه عندما تذاب مادة المذاب في المذيب. أنواعها :

(أ) بالنسبة لحجم ذرات أو جزيئات المادة المذابة :

(١) المحاليل الحقيقية : TRUE SOLUTIONS :

وهي محاليل تمر من ورق الترشيح بصورة تامة ، مثل محاليل NaCl ، NaOH .

(٢) المحاليل المعلقة : SUSPENDED SOLUTIONS :

هي محاليل يسهل رؤية المادة المذابة عالقة فيها بواسطة العين المجردة ، ولا تمر عبر ورقة الترشيح، وتترسب إذا تركت فترة من الزمن مثل التراب في الماء .

(٣) المحاليل الغروية : COLLOIDAL SOLUTIONS :

وهي محاليل لا تمر من ورقة الترشيح ولا تترسب إذا تركت راکدة ما لم تضاف إليها مواد كيميائية تسبب ترسيبها .

(ب) بالنسبة لتركيز المذاب في المحلول :

(١) محاليل غير مشبعة : UNSATURATED SOLUTIONS :

وفيه لا يوجد توازن حركي بين المذاب والمذيب ، أي أن كمية المذاب أقل مما يجب أن تكون عند التشبع وعند درجة حرارة معينة في المحلول .

(٢) محاليل مشبعة : SATURATED SOLUTIONS :

وهي محاليل يكون فيها المذاب في حالة توازن حركي مع صورته غير المتأينة في درجة حرارة معينة . بمعنى أن ما يذوب منه في المحلول يساوي ما يترسب منه .

(٣) محاليل فوق مشبعة : SUPER- SATUATED SOLUTIONS :

وهي محاليل تحوي كمية من المذاب أكثر مما تحويه المحاليل المشبعة ، وهذا يحدث كنتيجة لإمكانية المذيب من إذابة كمية أخرى من المذاب بعد رفع درجة حرارته .

(٤) المحاليل القياسية : STANDARD SOLUTIONS :

هي المحاليل المعروف قوتها أو تركيزها بالضبط ، ويمكن تحضيرها :

- بطريقة مباشرة: مثل نترات الفضة أو كربونات الصوديوم بإذابة وزن محدد من المادة الصلبة بالماء المقطر ، ثم تخفيف المحلول الناتج إلى حجم معلوم بواسطة الدورق القياسي .

- الطريقة غير المباشرة: تتم هذه الطريقة عند تعذر وزن المواد الصلبة بدقة وهذا يرجع للأسباب التالية:

- تميع المادة الصلبة عند تعرضها للهواء أثناء الوزن .

- تطايرها .

- احتواؤها على كمية من الشوائب .

وللتخلص من هذا يتم تحضير المحلول بتركيز كبير ، يتم تقديره بدقة بمعيارته بمحلول قياسي آخر معلوم التركيز .

ثم يتم تخفيف حجم معلوم من هذا المحلول بحسب المطلوب .

ولكي نحصل على المادة القياسية يمكن اتباع العلاقات الرياضية التالية :

$$\frac{\text{الوزن} \times \text{العيارية} \times \text{الوزن المكافئ} \times \text{الحجم بالملي}}{1000} =$$

$$\frac{\text{الوزن} \times 1000}{\text{الوزن المكافئ} \times \text{الحجم بالمل}} = \text{ومنه فإن العيارية}$$

المحلول العياري Normal Solution :

ويمكن تعريفه : بأنه المحلول الذي يحتوي اللتر منه على 1 جم. مكافئ من المادة .
أو المحلول الذي يحتوي المليلتر منه على 1 ملجم. مكافئ من المادة.

الشروط الواجب توافرها في المعايرة :

- ١- أن تكون السحاحة رأسية تماماً عند استعمالها ويجب غسلها قبل الاستعمال بالمحلول الذي ستملاً به.
 - ٢- يجب أن تكون الماصة نظيفة حتى لا تتعلق بها قطرات المحلول التي تغسل به قبل الاستعمال.
 - ٣- تتم عملية المعايرة في دوارق مخروطية بعد نقل المحلول بالماصة إليها.
 - ٤- يجب عدم النفخ في الماصة بعد تفريغ محتواها ويكتفي بملامسة طرفها لقاع الدورق لفترة بسيطة.
 - ٥- يفضل استخدام ورقة بيضاء أسفل الدورق المخروطي وذلك لسهولة الحكم على تغيير لون الدليل عند نقطة التعادل.
 - ٦- يستحسن استخدام قمع صغير لملء السحاحة بالمحلول يتم رفعه قبل البدء في المعايرة ، كما يجب التأكد من خلو الجزء السفلي للسحاحة من الفقاعات الهوائية.
 - ٧- يكتفى بقطرة أو قطرتين من الدليل مع مراعاة عدم سقوطها على جدار الدورق المخروطي ؛ حتى تنزل القطرات على المحلول مباشرة .
 - ٨- عند قراءة السحاحة بعد نهاية المعايرة يجب أن تكون العين والسطح المقعر للمحلول وخط التدريج للسحاحة في مستوى واحد .
 - ٩- تكرار عملية المعايرة ثلاث مرات ثم أخذ متوسط النتائج المتقاربة.
 - ١٠- تدون النتائج في جدول بطريقة منظمة ؛ للاستفادة منها في الحسابات الكيميائية لمعرفة العيارية والحجم وقوة المحلول المطلوب.
- مثال: تعيين عيارية وقوة تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم بمعلومية عيارية محلول من حمض الهيدروكلوريك (0.1N) عملياً .



طريقة العمل:

- ١- انقل بالماصة ١٠ مل. من NaOH الى دورق مخروطي نظيف سعة ٢٥٠ مل. ثم تضاف إليه نقطتان من دليل (M . O .) . ميثيل برتقالي .
- ٢- أجر عملية المعايرة مع المحلول القياسي الموجود في السحاحة من HCl حتى يتغير لون الدليل إلى أحمر برتقالي أو لون وردي ضعيف .
- ٣- كرر العملية ثلاثاً للحصول على نتائج متقاربة أو ثابتة ودونها في جدول .
- ٤- كرر العملية مع دليل Ph . Ph حتى يزول لون الدليل (من أحمر - عديم) .
- ٥- احسب العيارية والقوة لمحلول NaOH بالعلاقة الموضحة أدناه :

$$\text{HCl} \quad N \cdot V = N' \cdot V' \quad \text{NaOH}$$

N = معلوم مسبقاً

V = من قراءات السحاحة (المتوسط)

N' = مطلوب ؟

V' = معلوم (يؤخذ بواسطة الماصة من الدورق القياس)

وحساب القوة للتركيز S لـ NaOH

$$\therefore S = N' \times \text{الوزن الجزيئي لـ NaOH}$$

طرق تحضير بعض الكواشف الشائعة للاستعمال

الكواشف (الأدلة) : INDICATORS

هي عبارة عن مواد أو مركبات عضوية إما أن تكون أحماضاً ضعيفة أو قواعد ضعيفة .
ولهذه الأدلة ألوان مختلفة يتغير لونها عند درجة معينة من درجات الرقم الهيدروجيني pH ويعطي هذا الرقم فكرة عن نوع الوسط وقوته ، فنجد أن قيمته تبدأ من الصفر وتنتهي عند الرقم 14.



يكون المحلول متعادلاً عندما يكون $pH = 7$.

بينما يكون حمضياً عندما تكون pH أقل من (7) .

وقاعدياً عندما تكون pH أكثر من (7) وحتى (14) .

وقد وضعت عدة نظريات لتفسير عمل هذه الأدلة منها :

النظرية الأيونية :

وتنص على أن أدلة التعادل حيث يختلف لون جزيئات الدليل غير المتفكك عن لون أيوناته .

مثال : دليل عباد الشمس Litmus (دوار الشمس).

حيث يكون لون دليل عباد الشمس غير المتفكك أحمر أما أيونه فلونه يكون أزرق .



RED وسط حمضي

BLUE وسط قاعدي

فعند إذابة عباد الشمس في الماء فإن جزيئاته غير المتفككة توجد في حالة اتزان مع أيوناته ، وبذلك يتخذ المحلول لوناً وسطاً بين الأحمر والأزرق ، أي يكون بنفسجياً . فعند إضافة قطرة من محلول حامض مثل HCl تتفاعل أيونات H^+ المضافة مع معظم أيونات الدليل In^- وتتكون جزيئات الدليل غير المتفككة HIn وبذلك يظهر لون الدليل أحمر ؛ لأن الاتزان اتجه إلى يسار المعادلة .

أما إذا أضيفت قاعدة إلى محلول عباد الشمس ذي اللون البنفسجي فإن أيون الهيدروكسيل OH^- يتفاعل مع أيونات الهيدروجين الناتجة عن تفكك الدليل وتتكون جزيئات الماء ، وبذلك ينزاح الاتزان جهة اليمين ما يؤدي إلى زيادة أيونات الدليل ، فيتحول لون المحلول من اللون البنفسجي إلى اللون الأزرق.

كذلك دليل Ph. Ph الفينو لفثالين عبارة عن حامض ضعيف يتأين في محلوله حسب المعادلة الآتية :



(عديم اللون) وسط حامضي

(أحمر) وسط قاعدي

وفيما يلي بعض الأدلة المستخدمة وطبيعتها والمدى الهيدروجيني الذي تتغير فيه :

م	الدليل	طبيعته	مدى الرقم الهيدروجيني	اللون	
				حمضي	قاعدي
1	عباد الشمس	حامض	5-8	أحمر	أزرق
2	الفينولفثالين	حامض	8-10	عديم اللون	أحمر وردي
3	الميثيل البرتقالي	قاعدة	2.8-4.6	أحمر	أصفر
4	الميثيل الأحمر	قاعدة	4.2-6.3	أحمر	أصفر
5	الكريزول الأحمر	حامض	0.2-1.8	أحمر	أصفر
6	البروموتيمول الأزرق	قاعدي	6-7.6	أصفر	أزرق
7	التروبلين	قاعدة	1.4-3.2	أحمر	أصفر
8	الثيمول فثالين	حامض	9.3-10.5	عديم اللون	أزرق
9	الأحمر المعتدل	قاعدة	6.8-8	أحمر	أصفر بني
10	الفينول الأحمر	قاعدة	6.6-8.4	أصفر	أحمر

ففي حالة دليل Ph. Ph نلاحظ وجود جزئيات الدليل بوفرة في المحاليل الحمضية، ولهذا يظهر عديم اللون في الوسط الحمضي بينما يظهر لونه أحمر في المحاليل القاعدية نظراً لوجود أيونات الدليل بوفرة في هذه المحاليل.

والكواشف الشائعة الإستعمال هي:

(١) دليل عباد الشمس (دوار الشمس) :

ينقع 10 جم من عباد الشمس الصلب في حوالي 250 مل. من الماء المقطر لعدة ساعات في مكان دافئ، يصفى السائل الرائق ثم يضاف إليه بالتدريج حمض نيتريك مخفف حتى يصبح اللون بنفسجياً. يجب تحضير هذا الدليل كلما كانت الحاجة إليه ضرورية .

(٢) دليل الفينول لفضائين:

يضاف 2 جم. من الدليل إلى 600 مل. من الكحول الإيثيلي (90%) ويكمل بالماء المقطر إلى لتر.

(٣) دليل الميثيل البرتقالي:

يذاب 1 جم. من الدليل الصلب في كمية مناسبة من الكحول الإيثيلي (90%) ثم يكمل إلى لتر بالكحول (50%) المخفف بالماء المقطر بنسبة (1 : 1). أو 4/1 جم. من الدليل الصلب في 60 سم³ من الكحول النقي ثم إكمال الحجم إلى 250 سم³ بإضافة الماء المقطر.

(٤) دليل الميثيل الأحمر :

يذاب 1 جم. من الدليل في لتر من الماء الساخن أو 1 جم. من الدليل في 600 مل. من الكحول الإيثيلي بالماء المقطر يكمل إلى لتر. أو 0.4 جم. من الدليل الصلب في 75 سم³. من الكحول النقي ثم إكمال الحجم إلى 250 سم³. بإضافة الماء المقطر.

(٥) دليل يوديد البوتاسيوم مع النشا :

يسخن 1 جم. من النشا في 100 مل. من الماء المقطر حتى الغليان ثم يضاف 1 جم. من يوديد البوتاسيوم، ويستعمل المحلول الرائق.

٦) محلول فهلنج : وهو نوعان:

- ١- فهلنج (أ) ويحضر بإذابة 35 جم. من كبريتات النحاس الزرقاء $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ في كمية من الماء المقطر في دورق حجمي سعته 500 مل. ثم نضيف الماء المقطر إلى العلامة.
- ٢- فهلنج (ب) ويحضر بإذابة 173 جم. من تترات الصوديوم والبوتاسيوم مع 50 جم. من هيدروكسيد الصوديوم في كمية من الماء المقطر في دورق حجمي سعته 500 مل. ثم نضيف الماء المقطر إلى العلامة .

ملحوظة :

عند استعمال هذا الدليل تضاف كمية معينة من النوع (أ) إلى كمية مماثلة من النوع (ب) مع الرج قبل الاستعمال، ويستخدم في الكشف عن المجموعة الوظيفية للألدهيدات $\left| \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{H} \end{array} \right|$ بصفة عامة بحيث إذا أضيف إلى سكر العنب مع التسخين ينتج راسب أحمر أجري من أكسيد النحاس Cu_2O .

٧) ماء الجير :

هو عبارة عن السائل الرائق الناتج عن تفاعل الجير الحي CaO مع الماء ، ثم ترك المزيج ليركد Ca(OH)_2 فينفصل إلى طبقتين ، إحداهما في الأعلى رائقة وهي ماء الجير المطلوب (رائق الكلس) والأخرى راسبة. يرشح الناتج ويؤخذ السائل الرائق (ماء الجير) الذي يستخدم للكشف عن CO_2 حيث يسبب له تعكيراً نتيجة لتكون كربونات الكالسيوم التي تذوب في الماء.



ومع استمرار إضافة الغاز إلى ماء الجير يلاحظ بأن الراسب يزول ، ويزول التعكير. لماذا؟ (لتكون بيكربونات الكالسيوم الذائبة) .

٨) محلول نسلر : ويحضر بتقسيمه إلى نوعين:

- أ - بإذابة حوالي 5 جم. يوديد البوتاسيوم في 5 مل. ماء مقطر.
 - ب - بإذابة 6 جم. كلوريد الزئبقيك HgCl_2 في 100 مل. ماء مقطر.
- ثم إضافة (ب) إلى (أ) قطرة قطرة مع التحريك المستمر حتى يتكون الراسب ثم يذاب 3 جم. من NaOH في 40 مل. ماء مقطراً ، ويضاف للمحلول السابق (الراسب).
- ويخفف المزيج إلى 250 مل. بالماء المقطر ، ويترك لمدة 24 ساعة، ثم يرشح ويحفظ الرائق في زجاجة بنية اللون.
- الاستخدام : يستخدم للتعرف على أيون الأمونيوم NH_4^+ حيث يعطي معه راسباً برتقالياً يتحول لونه إلى معتم بزيادة تركيز ملح الأمونيوم.

٩- محلول النشا :

خذ ٢ جم. من النشا ثم يضاف إليها كمية من الماء المقطر حتى يصبح على هيئة عجينة، يضاف للعجينة ١٥٠ مل. ماء مقطراً مغلياً؛ لإذابة العجينة لمدة ١٠ دقائق، يترك المحلول ليبرد ثم يأخذ الرائق منه.

يستخدم محلول النشا في التعرف على الهالوجينات (Br ، I) حيث يعطي:

- لوناً أحمر مع البروم.

- لوناً أزرق مع اليود.

ملحوظة : هذا المحلول يتلف بسرعة ، ولذلك يفضل تحضيره دائماً بكميات قليلة .

١٠ - نترات الفضة : AgNO_3

إذابة كمية مناسبة من المادة الصلبة بالماء المقطر ، ثم حفظ المحلول في زجاجة ملونة (بنية داكنة) لحجب ضوء الشمس المباشر عن المحلول .

يستخدم للتفريق بين الهالوجينات أيضاً فيعطي مايلي :

- مع الكلوريد راسباً أبيض من كلوريد الفضة ، يتحول إلى أسود إذا عرض لضوء الشمس ، وينحل في هيدروكسيد الأمونيوم.
- مع البروميد راسباً أصفر فاتحاً من AgBr انحلاله ضعيف في NH_4OH لكن يذوب بسهولة في حمض النيتريك.
- مع اليوديد راسباً أصفر غامقاً من AgI لا يتأثر بهيدروكسيد الأمونيوم .

١١- كاشف بندكت :

يحضر بإذابة 17.3 جم. من كبريتات النحاس CuSO_4 مع 17.3 جم. من أسترات الصوديوم $+ 10$ جم. كربونات الصوديوم اللامائية Na_2CO_3 في الماء المقطر وبالتسخين ، ثم يكمل الحجم إلى 100 سم³ من الماء المقطر. يستخدم في الكشف عن السكريات الأحادية.

تحضير بعض المحاليل الحمضية والقاعدية اللازمة لتجارب الكيمياء

م	الكاشف	طريقة التحضير	التركيز
1	حمض الخليك.	114 مل / لتر ماء مقطر.	ع2
2	حمض الهيدروكلوريك.	172 مل / لتر ماء مقطر.	ع2
3	حمض النتريك.	124 مل / لتر ماء مقطر.	ع2
4	حمض الكبريتيك.	56 مل / لتر ماء مقطر.	ع3
5	محلول نشادر (مركز).	(وزنه النوعي) 0.88 (28%).	ع15
6	محلول نشادر (مخفف).	134 مل / لتر ماء مقطر.	ع2
7	هيدروكسيد الباريوم.	70 جم / لتر (مع الترشيح) ماء مقطر.	ع0.34
8	هيدروكسيد الكالسيوم.	2 - 3 جم / لتر ماء مقطر.	ع2
9	هيدروكسيد الصوديوم.	88 جم / لتر ماء مقطر.	ع2
10	هيدروكسيد البوتاسيوم.	134 جم / لتر ماء مقطر.	ع2
11	هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي.	36 جم / لتر (كحول) ماء مقطر.	-

محاليل التنظيف

من أهم المنظفات الكيميائية التي تستعمل في إزالة البقع :

١- كربونات أمونيوم :

لها رائحة شبيهة برائحة النشادر ، يحضر محلول منها بنسبة ١٦٪ تستعمل في تنظيف الحرير الصناعي والأقمشة ذات الألوان الزاهية .

٢- هيدروكسيد الأمونيوم :

يحضر منه محلول بنسبة ٢,٥٪ ويستخدم في إزالة أثر الفواكه والحشائش من الثياب .

ملحوظة : له تأثير ضار على الجلد والعيون.

٣- البنزين C_6H_6 :

يذيب الدهون مع مراعاة تأثيره الضار على الأقمشة والأصباغ، بل وعلى الإنسان نفسه .

٤- الأسيتون :

عبارة عن مركب عضوي ، ينتمي إلى عائلة الكيتونات ، يسمى حسب نظام IUPAC بروبانون PROPANONE وله تسمية شائعة DI Methyl Ketone ثنائي ميثيل كيتون .

يتم الحصول عليه بتفاعل الإضافة للماء إلى البروبين PROPENE في ظروف خاصة وتوافر حمض الكبريتيك وكبريتات الزئبق.

ويستخدم في تنظيف الأدوات المتسخة أو الملونة بالمواد العضوية ؛ لأنها لا تذوب في الماء، كما يذيب الدهون والصبوغ وكذلك طلاء الأظافر .

٥- ماء الأوكسجين: سائل يزيل أثر الفواكه والورد والقهوة والشاي ويعد من المؤكسدات القوية.

٦- الجلسرين :

سائل لزج بلا لون ولا رائحة ، له طعم كالسكر.

ينظف الثياب من القطران والعطور والحبر والصدأ والقهوة ، الكاكاو ، اليود ، ويستعمل أيضا في أدوات التجميل.

٧- كحول إيثيلي :

سائل ليس له لون.

ينظف الثياب من القهوة وأثر الحشائش والفواكه والحبر.

٨- إيثيلين جليكول :

سائل ليس له لون.

ينظف الثياب من الزلاقيات ، الدم ، الجيلاتين.

٩- حمض الستريك (الليمون) :

يحضر محلول بتركيز ٥٪ ينظف الثياب من الدهون وأثر الفواكه والقهوة والشاي.

١٠- هيدروسلفيت الصوديوم :

يستعمل كمحلول ١٪ يعتبر من المواد المبيضة للأقمشة السيليلوزية والصوفية والحرير.

وينظف الثياب من أثر الفواكه ، اليود ، الحبر ، العطور.

له تأثير على الأقمشة المصبوغة وخاصة صبغة الأزوت.

١١- حمض الكروميك :

المقادير : 2 جم. بيكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$.

5 مل. ماء مقطر.

60 مل. حمض نيتريك مركز HNO_3 أو حمض كبريتيك مركز H_2SO_4 .

الطريقة :

- إذابة بيكرومات البوتاسيوم في الماء المقطر .
 - التسخين حتى يتم ذوبان الملح تماماً .
 - تبريد المحلول .
 - إضافة حمض النيتريك للخليط بالتدريج مع التحريك المستمر .
- ملحوظة : يستعمل حمض الكروميك كمحلول منظف لجميع الأدوات الزجاجية .

كيفية تصريف الفضلات الكيميائية

ينتج عن تفاعل المواد مع بعضها في التجارب الكيميائية مخلفات أو مواد جديدة لا حاجة لها في بعض الحالات، أو قد تنتج هذه المخلفات من عدم تقدير الكمية المطلوبة من المادة الكيميائية بشكل دقيق ما يستوجب في هذه الحالة عدم إعادة الكمية الزائدة إلى عبوة الحفظ ؛ خوفاً من تلوثها أو انتهاء الصلاحية لبعض المواد فلا تعطى النتائج المطلوبة عند استخدامها . ويتم التخلص من هذه المخلفات بطرق معينة عامة وخاصة كما يلي :

أولاً : الطرق العامة :

(١) طريقة التخفيف : وتتم في حالتي :

- ١- الغازات : ويتم التخلص منها (الغازات الفائضة عن الحاجة) في خزانة الغازات إلى الجو، أو بتسريبها إلى الجو في الهواء الطلق ؛ وذلك منعاً لحدوث أي أضرار . ومن الأمثلة على ذلك غاز كبريتيد الهيدروجين، غاز الكلور والبروم .
- ٢- المواد الكيميائية السائلة والصلبة التي تذاب في الماء : ويتم التخلص منها بإلقاء الكمية الزائدة منها في المجاري وبالتدريج مع إضافة الماء باستمرار إلى كل جزء نتخلص منه . ومن الأمثلة على ذلك : التخلص من كرومات البوتاسيوم، نترات الصوديوم، وثاني كرومات البوتاسيوم، ونترات الفضة بشرط أن تكون بكميات بسيطة وغيرها . ويتم التخلص من هذه المواد - إذا كانت محاليل - مباشرة بسكبها في حوض الغسيل وفتح صنوبر الماء عليها لتخفيفها، أما إذا كانت صلبة فتذاب أولاً بالماء ثم تصب في الحوض، ويفتح صنوبر الماء عليها بكمية وافرة .

(٢) طريقة التحويل :

- أي تحويل المواد الكيميائية الخطرة إلى مواد أقل خطراً . ويكون هذا بطرق عدة ، منها :
- ١- معادلة الأحماض والقواعد : مثل هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم وغيرها حيث تخفف أولاً بالماء، ثم يتم معادلتها بمحلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز 6ع، ثم التخلص منها في مصارف الصرف الصحي .
 - ٢- الأكسدة : وتتم بحرق المواد الكيميائية الخطرة في الهواء الطلق .
 - ٣- اختزال المواد المؤكسدة .

(٣) طريقة التخزين أو الدفن :

ويتم ذلك في أرض خلاء غير صالحة للزراعة بعيدة عن المساكن ومصادر المياه، حيث توضع المواد المراد التخلص منها في عبوات تضمن عدم تسربها إلى المياه الجوفية وتلويثها . وتستخدم هذه الطريقة مع المواد الصلبة كالنظائر المشعة أو المواد اللزجة كالزئبق ومركباته، وذلك بالتسويق مع الجهات ذات العلاقة .

ثانياً: الطرق الخاصة:

(أ) الفلزات القلوية، والقلوية الأرضية مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم، ويتم التخلص

منها كما يلي:

- ١- تغطى بطبقة من مسحوق بيكربونات الصوديوم وتمزج به جيداً .
- ٢- إضافة كحول (-2ميثيل بروبانول) ببطء إلى المزيج مع التحريك المستمر (وتكون الإضافة بنسبة 2جم. من المادة/ 100سم3 من الكحول).
- ٣- اترك المزيج لمدة ١٢ ساعة ، ثم تخلص منه عن طريق المجاري مع إتباعه بالماء الجاري من الصنبور وبكمية وافرة.

(ب) المذيبات والمواد القابلة للاشتعال:

ويتم التخلص منها (عن طريق الجهات المختصة) كما يلي:

- توضع في حفرة في أرض خلاء بعيداً عن المساكن وتطمر بالتراب .
- أو يمكن حرق المواد القابلة للاشتعال بعد وضعها في الحفرة وباستخدام لهب متصل بساق طويلة، وذلك حفاظاً على سلامتك من الأذى ويمكن استخدام طريقة الحرق في التخلص من الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم والليثيوم والفسفور؛ لأنها مواد قابلة للاشتعال، ولكن ينبغي أن يتم ذلك بأقصى درجات الحيلة والحذر.

(ج) المواد المتفجرة: لا تحاول العبث بهذه المواد . وللتخلص منها استعن بخبراء المتفجرات ليساعدوك على هذا.

(د) المواد السامة: هناك عدة طرق للتخلص من هذه المواد، منها:

- ١- تحويلها إلى مواد أقل سمية ثم حرقها بعيداً عن المساكن.
- ٢- الاستعانة برجال الدفاع المدني أو المختصين للتخلص منها حسب ما يرونه مناسباً.

(هـ) الغازات المضغوطة: وبخاصة الأسطوانات التي تظهر فيها عيوب ميكانيكية ، فيتم التخلص

من محتوياتها بوضعها في أرض خلاء ، وتسريب محتوياتها إلى الجو أو تحرق عن بعد .

يحتاج أمين المختبر إلى مهارات عدة يجب عليه إتقانها ؛ ليتمكن من إنجاح العمل المخبري ،

من أهمها: التعرف على المواد الكيميائية، تحضير محاليل الكواشف، والأحماض المخففة والمحاليل العيارية، ومحاليل التنظيف، وتصريف الفضلات الكيميائية، وتشكيل الزجاج وغيرها .

قطع وتشكيل الزجاج

يصنع الزجاج بصهر مزيج من الرمل وكربونات البوتاسيوم أو الصوديوم (الصودا) في درجات حرارة عالية، حيث يعطي أشكالاً من السليكا.

- **والزجاج نوعان:** زجاج لا يتحمل الحرارة العالية وزجاج يتحمل الحرارة العالية .
- **زجاج صودا (الزجاج اللين) :** ويمتاز بليونته عالية في درجات الحرارة ما بين ٦٠٠-٨٠٠ درجة مئوية، وتصنع منه بعض الأجهزة والأدوات التي لا تستخدم معها الحرارة .
- **زجاج البيركس:** ويصنع بإضافة حمض البوريك إلى السليكا، ويمتاز بقابليته العالية لمقاومة الآثار الناتجة عن التبريد والتسخين المفاجئ ؛ لأن معامل تمدده الحراري قليل نسبياً . ويستخدم هذا الزجاج في صناعة معظم الأجهزة المخبرية والأدوات التي يستخدم معها التسخين.
- **زجاج البروسيليكت :** وهو نوع من الزجاج يكافئ زجاج البيركس في قابليته العالية على مقاومة الآثار الناتجة عن التبريد والتسخين المفاجئ ، وتصنع منه الأدوات والأجهزة المخبرية التي يستخدم معها التسخين.

كيفية تشكيل زجاج الصودا:

الأنابيب الزجاجية التي تستخدم في المختبرات لعمل القطارات والتوصيلات وغيرها قطرها الخارجي (من ٤-٨ مم.) وتكون من الزجاج الصودا الخالي من الرصاص ، كما تكون عادة رقيقة الجدار (سمك جدارها من ٠.٩-١ مم.) بحيث يسهل قطعها ، وسريعة الانصهار بالنار بحيث يمكن تشكيلها كما نريد بعد تسخينها في اللهب مع التدوير للأنبوب لمدة بسيطة . ونورد هنا بعض الخطوات المتبعة لإعداد الأنابيب اللازمة للعمل .

(١) كيفية قطع الزجاج:

هناك عدة وسائل يمكن أن نستعملها لقطع الزجاج، فهناك المنشار الخاص بقطع الزجاج أو القلم الماسي، ولكن هذه لا تتوافر في المدارس، ويمكن في المختبر المدرسي استخدام المشروط الذي يستعمل لقطع أنبولات العلاج أو المبرد الثلث، وهو الأكثر استعمالاً في قطع أنابيب التوصيل الزجاجية أو قضبان الزجاج الرفيعة.



طريقة العمل :

- أ - حدد أولاً الطول الذي تريده باستخدام المشروط أو المبرد الثلث لعمل خدش خفيف .
- ب- ضع الأنبوبة على المنضدة ، ثم ابدأ في القطع من المكان الذي حددته ، بعمل حزاً بسيطاً عمقه (١مم) وطوله (٤-٥ مم.) باتجاه مقطع الأنبوب كما في الشكل (١) ممسكاً الأنبوبة بيدك اليسرى والمبرد بيدك اليمنى.
- ج- بعد عمل الحز أمسك الأنبوبة من جانبي الحز مستعملاً أصبعي الإبهام ، بحيث تكون كل إبهام على أحد جانبي الحز ومن الجهة المقابلة له، ثم اضغط بإبهاميك ، وذلك بدفعها إلى الأمام مع السحب إلى الجانبين، ولا تضغط بشدة لأن ذلك ربما يكسر الزجاج في محل غير محل الحز. كما في الشكل (٢).
- د- عرض طرف الأنبوبة مكان الكسر للهب لصقلها (تهذيبه) بحمل الأنبوب بزاوية ٤٥ درجة

ودور الطرف أولاً في اللهب المتألق ثم في الجزء الأسخن لبضع ثوان ، وذلك لإزالة التسنن الناتج عن القطع ، الذي يتلف السدادات أو قد يجرح يدك، كما في الشكل (٣) . وتسمى هذه العملية بالتجليخ الحراري.

تحذيرات :

- ١- لا تضغط على الأنبوب بشدة عند استعمال المبرد، فربما يؤدي ذلك إلى تكسر الأنبوب الزجاجي.
- ٢- لا تعمل حزاً دائرياً كاملاً ؛ لأن ذلك غالباً ما يؤدي إلى قطع غير منتظم إذ إنه يصعب عمله بشكل منتظم، وهو زيادة على ذلك مضيعة للوقت لأنك لا تحتاج إليه.
- ٣- لا تقطع بالقرب من أحد طرفي الأنبوب بحيث يصعب المسك من هذا الطرف، إذ ربما ينكسر هذا الطرف في يدك.
- وفي حالة الضرورة أو للاحتياط تستخدم قطعة قماش أو منديل بلفه على الأنبوب ثم الضغط لكسر الأنبوب حتى لا تجرح يدك إن حدث تكسر للأنبوب أثناء الضغط بإبهاميك.
- ٤- عرض الجزء المقطوع للهب بتحريك الأنبوب لفترة بسيطة بغرض صقله لتفادي احتمال جرحك.

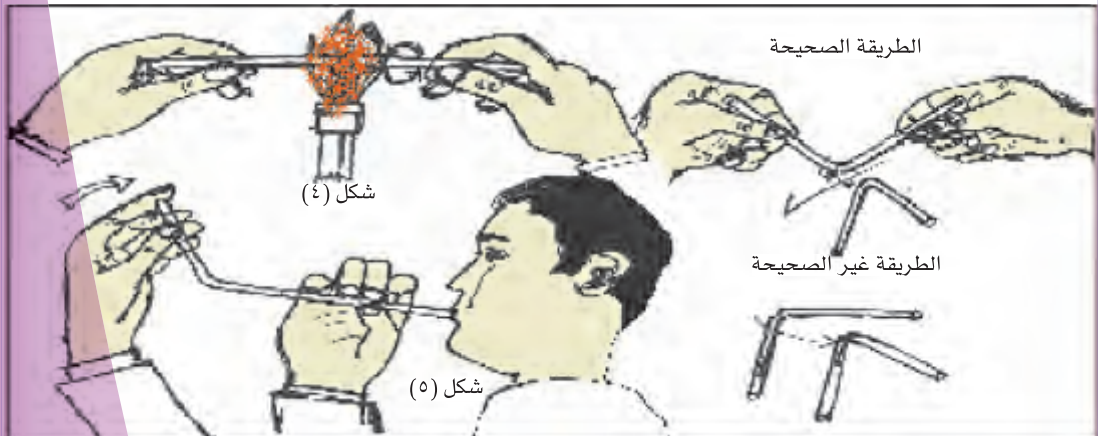
٢) كيفية ثني (حني) الأنابيب الزجاجية:

قبل بدء العمل ارسم الجهاز الذي تريد أن تستعمله ، ومن الرسم توصل إلى الأشياء الآتية:

- طول الأنبوبة المطلوبة.
- عدد الثنيات التي يجب عملها في الأنبوبة .
- الزاوية التي يجب أن تُعمل في كل ثنية .

طريقة العمل :

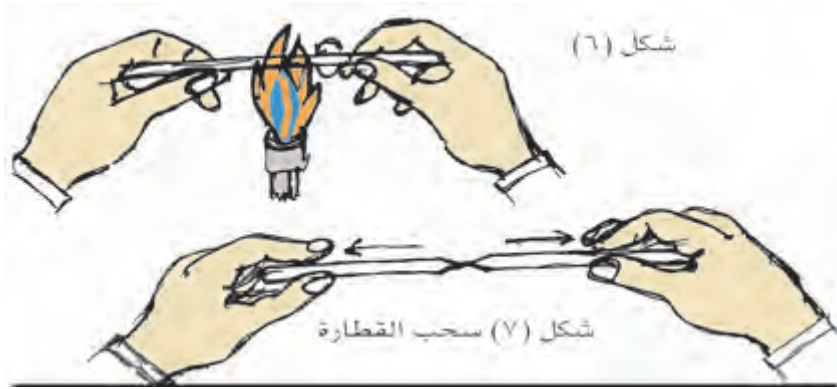
- أ - بعد قطع الأنبوبة بالطول المطلوب، أمسكها بكلتا يديك وسخن الموضع الذي تريد أن تثنيها منه ، وذلك بتدوير الأنبوبة في أسفل جزء من اللهب (الأزرق).
- ب- استمر في التسخين مع لف الأنبوبة بين أصابعك باستمرار مع الأخذ في الاعتبار عدم تركيز التسخين على نقطة واحدة فقط، بل توزيعه على بضع سنتمترات على جانبي الوسط (موضع الثنية).
- ج- ركز التسخين على هذه المنطقة (بضعة سنتمترات على جانبي الوسط) ولا تبعد اللهب عن الأنبوبة، ولا الأنبوبة عن مكان اللهب كما في الشكل (٤).
- د- عندما تشعر أن الأنبوبة بدأت تلين في مكان التسخين ارفعها عن اللهب بسرعة مع المحافظة على يديك في المستوى نفسه، وأقل أحد طرفيها بإصبعك، واثنيها ببطء لعمل الشكل الذي تريده سواء أكان زاوية حادة أو قائمة ، وذلك بالضغط من طرف، وفي أثناء ذلك انفخ من الجهة الأخرى من الأنبوبة كما في الشكل (٥).



ملحوظة : يجب أن تتم هذه العملية بسرعة فقد تبرد الأنبوبة وربما تتكسر إذا أعيد تسخينها، وبعد الشئ يجب وضعها على لوح أسبستوس أو صحن به رمل أو على شبك التسخين حتى تبرد .
الانشاءات السيئة تنتج إذا كان الزجاج حاراً جداً ، أو إذا لم تكن حرارة الزجاج كافية، أو إذا لم ينفخ في الأنبوب في أثناء عملية شفيه .

(٣) كيفية عمل الماصة أو القطارة :

القطارة من الأدوات المفيدة في العمل المخبري، وهي تساعد على نقل المحاليل بكميات قليلة في شكل قطرات . وطريقة عملها بسيطة، وليس هناك حاجة إلى استيرادها أو شرائها طالما كانت عندنا أنابيب زجاجية .



طريقة العمل:

- أ- اقطع أنبوبة من الزجاج قطرها (٤-٦ مم.) ، وطولها حوالي (٣٠ سم) باتباع طريقة العمل الموضحة سابقاً في شكل (١) .
- ب- سخن وسط الأنبوبة على اللهب الأزرق ، وذلك بوضعها بشكل أفقي على اللهب ، بحيث تكون منطقة الوسط مباشرة فوق اللهب كما في الشكل (٦) .
- ج- عندما تشعر بأن الأنبوبة بدأت تلين في منطقة التسخين، أبعداها عن اللهب مع المحافظة على اليدين في المستوى نفسه تماماً، ثم اسحب طرفي الأنبوبة بعيداً عن بعضهما مع لفها بين أصابعك إلى المدى الذي تراه مناسباً كما في الشكل (٧) .
- د- بعد عملية سحب الأنبوبة اتركها لتبرد بوضعها على الشبك، ثم اقطعها من الوسط حيث يمكنك أن تقطع القطارة حسب الفتحة التي تريدها. وفي هذه الحالة عليك أن تحصل على قطارتين بفتحتين مختلفتين .
- هـ- عرض الفتحة للجزء المسحوب للهب الهادئ (الأصفر) لإزالة الأطراف الحادة لفترة قصيرة (ثوان قليلة) .

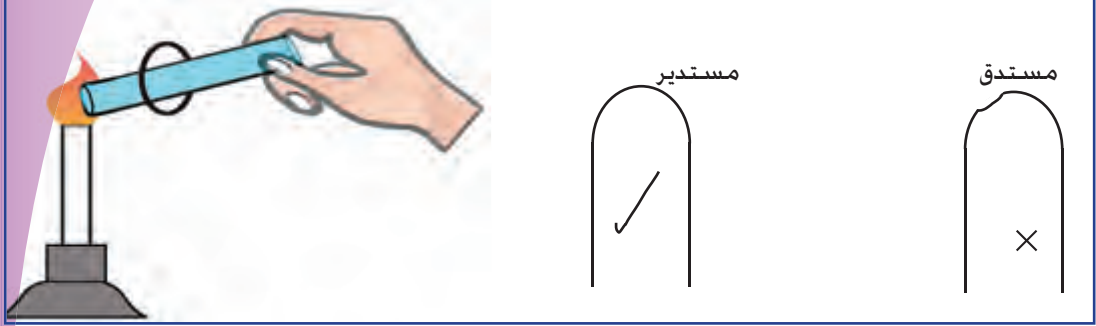
(٤) كيفية قفل (إغلاق) الأنابيب الزجاجية :

كثيراً ما يحتاج أمين المختبر إلى قفل أحد طرفي أنبوب زجاجي لعمل بعض الأجهزة البسيطة كالأنبوبة البارومترية وغيرها ، وعملية القفل بسيطة ولا تحتاج إلى جهد كبير ، وكل المطلوب هو تسخين الطرف المراد قفله .

طريقة العمل :

- أ- قم بتدوير طرف الأنبوب المراد قفله في اللهب المتألق (الجزء الأعلى من اللهب وهو المصفر) أولاً ولبضع ثوان ، وذلك لتسخينه قليلاً ولمنع انكساره ؛ لأن الزجاج رديء التوصيل للحرارة .
- ب- كرر العملية في الجزء الأسخن من اللهب الهادر (القوي) كما في الشكل (الجزء السفلي من اللهب وهو الأزرق) وذلك بحمل الأنبوب من زاوية معينة (بشكل مائل) تمكن الزجاج من

الانحناء عند انصهاره، مع التحريك المستمر للأنبوب وبشكل دائري .
ج- استمر في عملية تدوير الأنبوب في اللهب حتى ينصهر هذا الطرف ، وتكون النهاية الكروية .
أي حتى يصبح الطرف محكم الإغلاق وكامل الاستدارة نحو الداخل، ثم أبعده عن اللهب ودعه يبرد عن طريق تلويحه في الهواء لبضع دقائق أو بوضعه على الشبك .



ملحوظة :

إذا لم يسخن الأنبوب (الأنبوبة) مدة كافية فقد يصبح مستدق (مدبب) الطرف وغير ملائم للاستعمال .
- هناك طريقة أخرى لقفل الأنبوبة، وهي سحب جزء من الأنبوبة على طريقة القطارة ، ثم تسخين الجزء الرفيع في اللهب حتى يلتحم مع بعضه تماماً وغالباً ما تعطي هذه الطريقة نتيجة جيدة .

٥) كيفية عمل قضبان التحريك:

طريقة العمل :

- ١- اقطع القضيب بالطول المطلوب ، وذلك بالطريقة نفسها المتبعة في قطع أنابيب الزجاج .
- ٢- سخن أحد طرفي القضيب الزجاجي بوضعه في اللهب الأزرق لبضع دقائق إلى أن تشعر أن ليونته كافية ، وليكن طول الجزء الذي يتم تسخينه من ١-٢ سم .
- ٣- أبعده عن اللهب وابسط الطرف الذي سخنته بضغطه بثقل على سطح صلب غير قابل للحرق أو باستخدام ملقط خاص لهذه الغاية ، ثم اتركه ليبرد .
- ٤- سخن الطرف الآخر للقضيب إلى أن تشعر أن ليونته كافية، ثم أبعده عن اللهب واضغطه بلطف وبسرعة إلى الأسفل على سطح صلب جاف وغير قابل للحرق، ثم اتركه ليبرد .

٦) كيفية ثقب السدادات وإدخال الأنابيب فيها:

يمكن إنجاز هذه الأعمال على أفضل وجه باستخدام مجموعة من مثاقب الفلين، وفي حالة تعذر وجود هذه المجموعة فإن المثقاب اليدوي هو خير بديل .

أ- كيفية ثقب السدادات الفلينية:

لثقب السدادات الفلينية اتبع الخطوات التالية :

- ١- قم بتطرية الفلينة عن طريق دهسها تحت قدمك .
- ٢- اختر مثقاباً أصغر قليلاً من سمك الأنبوب المراد تمريره في الفلينة .

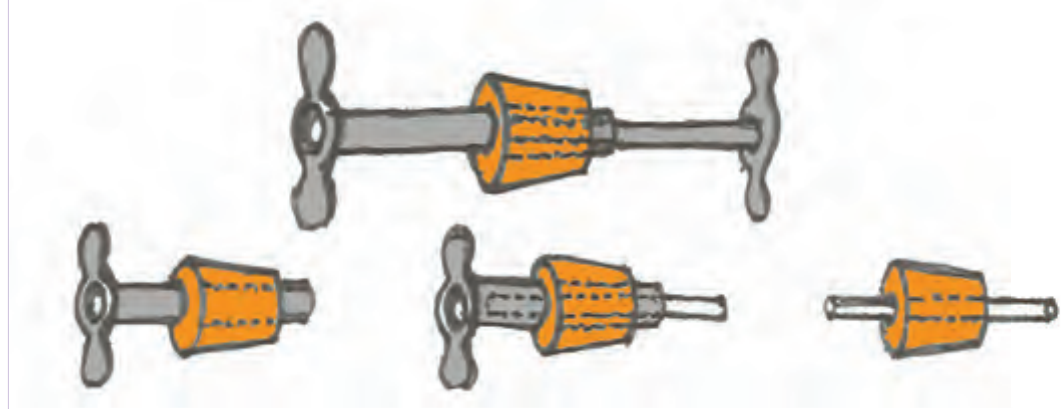


- ٣- أمسك الفليينة في يدك اليسرى وابدأ الثقب بحركة لولبية من طرفها الضيق .
- ٤- انتقل إلى الثقب من طرفها العريض فور ظهور الانتفاخ فيها كما في الشكل السابق.
- ٥- انزع بقايا ثقب الفليينة من المثقاب والثقب بواسطة مسمار (قضيب) التنظيف الموجود مع مجموعة المثاقب.
- ٦- لإدخال الأنبوب الزجاجي، أمسك الأنبوب بواسطة قطعة قماشية ومرره بعناية في الفليينة عن طريق البرم (التدوير) كما في الشكل السابق.

ب- كيفية ثقب السدادات المطاطية:

طريقة العمل :

- ١- استخدم مثقاباً أصغر قليلاً من سمك الأنبوب المراد إدخاله في السدادة وبلله بقليل من الماء.
- ٢- ابدأ الثقب بحركة لولبية عند طرف السدادة الضيق ، ثم توقف عن الثقب عند ظهور انتفاخ في الطرف العريض ، واترك المثقاب داخلها.
- ٣- ابدأ الثقب مستعملاً مثقاباً أكبر قليلاً من الأنبوب من الطرف العريض ، وعندما يخترق المثقاب الكبير السدادة، ويظهر من طرفها الضيق ، انزع المثقاب الصغير.
- ٤- ادفع الأنبوب الزجاجي داخل المثقاب الكبير ثم انزع المثقاب فيثبت الأنبوب في السدادة كما في الشكل أدناه.



ملحوظة :

إذا اتبعت هذه الطريقة بدقة فليس هناك خطر من انزلاق الأنبوب الزجاجي إلى يدك والتعرض لحادث مؤلم ، كما قد يحدث إذا لم تلتزم باستعمال مثاقب الفلين وفق الطريقة المشروحة.

الباب الرابع

مختبر الأحياء BIOLOGY LABORATORY

- ★ الفصل الأول : تجهيزات المختبر .
- ★ الفصل الثاني : إرشادات الأمن والسلامة .
- ★ الفصل الثالث : أجهزة وتجارب مختارة .
- ★ الفصل الرابع : مهارات أساسية للعمل في المختبر .

الفصل الأول

تجهيزات

مختبر الأحياء

- ❖ أولاً : التجهيزات المخبرية .
- ❖ ثانياً : تصنيف وحفظ التجهيزات المخبرية.

أولاً : التجهيزات المخبرية اللازمة :

١- الأجهزة والأدوات :

أ- الأجهزة :

MONOCULAR COMPONND MICROSCOPE	ميكروسكوب مركب بعدسة زيتية أحادي العينة.	1
STEREO MICROSCOPE, 3 D	ميكروسكوب تشريحي ثلاثي الأبعاد.	2
PROJECTION MICROSCOPE	ميكروسكوب عارض بشاشة قطر 15 سم.	3
HAND MICROTOME	جهاز تحضير القطاعات (ميكروتوم يدوي).	4
CENTRIFUGE	جهاز الطرد المركزي.	5
INCUBATOR	حاضنة.	6
ELECTIC LABORATORY OVEN	فرن تجفيف.	7
AUTOClave	وعاء ضغط بخاري (قدر الضغط) أو الموصدة.	8
REFRIGATOR	ثلاجة.	9
POTOMETERS	أجهزة قياس النتح .	10
STETHOSCOPE	سماعة الطبيب.	11



Dissecting Kits (Set)	أطقم تشريح.	1
Dissecting Boards	ألواح تشريح خشبية.	2
Dissecting Dishes	أحواض تشريح.	3
Dissecting Magnifir	عدسات تشريح بحامل مرن وقاعدة ثقيلة.	4
Hand Magnifir	عدسات يدوية.	5
Folding Magnifir	عدسات مطوية ثلاثية.	6
Hand Microscope	ميكروسكوب (جيب) يدوي.	7
Microscope Slides	شرائح زجاجية فارغة.	8
Covers Slides	أغطية شرائح.	9
Microscope Slide Boxes	صناديق لحفظ الشرائح الميكروسكوبية.	10
Petri Dishes	أطباق بتري.	11
Tubes For Samples	أنابيب للعينات.	12
Boxes For Samples	صناديق لحفظ العينات.	13
Bottels For Samples W , M.	زجاجات لحفظ العينات بقم واسع.	14
Staining Troughs	أحواض صبغ (صغيرة).	15
Staining Jars	أوعية صبغ.	16
Test Tubes	أنابيب اختبار.	17
Test Tubes Stand	حامل أنابيب اختبار.	18
Beakers	كوؤس زجاجية مختلفة الأحجام.	19
Boiling Flasks	دوارق غليان .	20
Bunsen Burner	موقد بنزن.	21
Retort Stand	حامل معدني كامل (قواعد، قضبان، مواسك، ركب).	22
Filter Funnels	أقماع ترشيح.	23
Buchner Funnels	أقماع بوشنر (بوخنر).	24
Dropping Funnels	أقماع تنقيط بحنفية وساق طويلة.	25
Measuring Cylinders Graduated	مخابير مدرجة مختلفة.	26
Delivery Tubes	أنابيب توصيل زجاجية.	27
Tripod Stand Complete	حامل ثلاثي الأرجل مع شبك توزيع الحرارة ومثلث خزفي.	28
Pipettes	ماصات مختلفة السعة.	29
Forceps	ملاقط للشرائح والأغطية.	30
Separating Funnels	أقماع فصل.	31
woulff Bottles.	زجاجات وولف (بفتحتين وثلاث).	32

dropping Bottles.	زجاجات تقطير.	33
reagent Bottles.	زجاجات لحفظ الكواشف والصبغات.	34
.Flask Suport	حامل للدوارق الكروية.	35
u-form Tubes.	أنابيب حرف U بذراعين وبدون.	36
wash Bottles.	قوارير غسيل.	37
rubber Stopper.	سدادات مطاطية مختلفة مثقبة وبدون.	38
.Filter Paper	أوراق ترشيح.	39
conical Flasks.	دوارق مخروطية.	40
volumetric Flask.	دوارق حجمية.	41
mortar & Pestle.	الهاون والمدق.	42
watch Glasses.	زجاجات ساعة	43
pipette Filler.	ممص مطاطي للماصات.	44
test Tube Holder.	ماسك أنابيب اختبار.	45
capillary Tubes.	مجموعة أنابيب شعرية.	46
bell Jar.	ناقوس زجاجي.	47
spirit Burner.	موقد كحولي.	48
dropping Pipettes.	ماصات تنقيط.	49
burettes.	سحاحات.	50
burette Clamp.	ماسك سحاحة.	51
weter Bath.	حمام مائي.	52

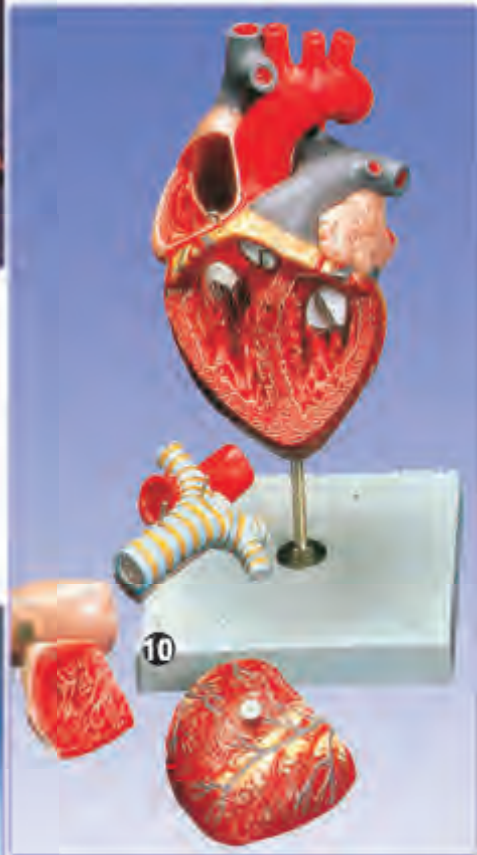
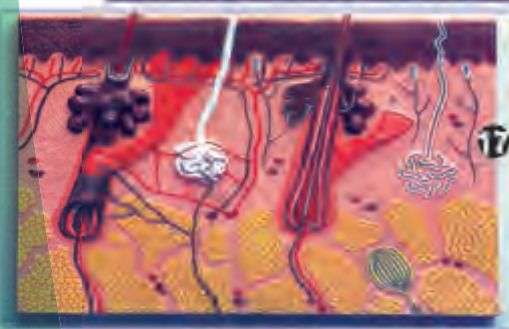
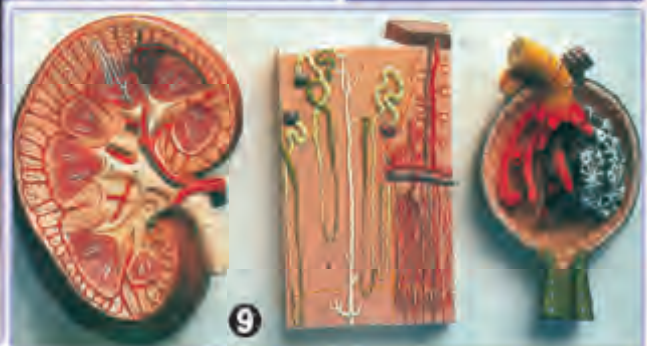
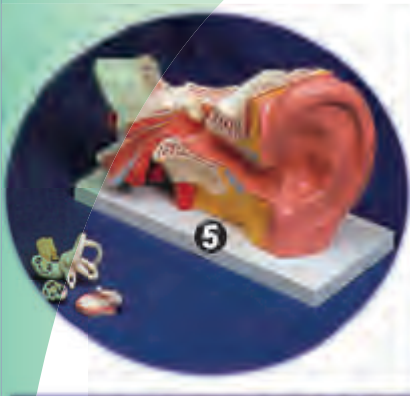


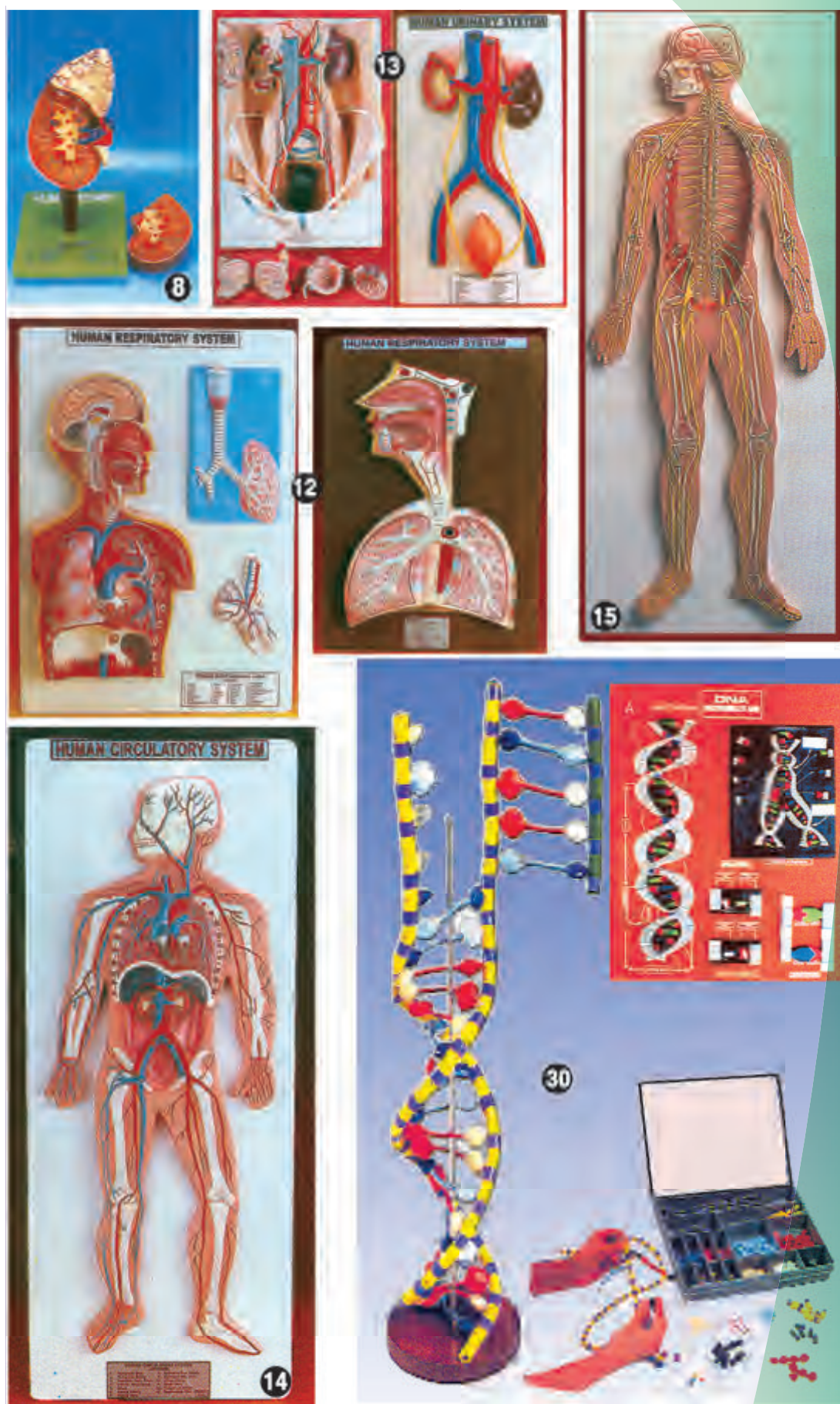


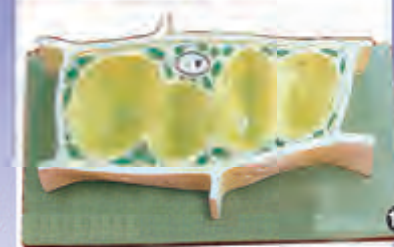
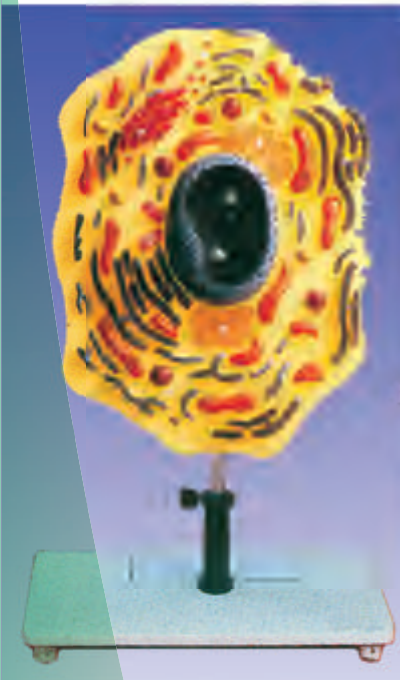
Trunk of Human With Head.	نموذج جذع الإنسان .	1
Articulated human skeleton With stand.	الهيكل العظمي للإنسان مع الحامل الحجم الطبيعي.	2
Brain of Human 4-8 Parts.	نموذج مخ الإنسان 4-8 أجزاء .	3
The eye of human enlarged dissectible.	عين الإنسان مكبرة 3-5 مرات مفككة.	4
.Ear of human enlarged	مجسم أذن الإنسان.	5
Jaws of human upper & lower showing the position of teeth	نموذج للفكين (أسفل وأعلى) تبين وضع الأسنان فيها .	6
Human larynx .2Parts .	نموذج للحنجرة جزآن .	7
Kidney & adrenal gland.	نموذج الكلية مع الغدة الكظرية (قطاع طولي) مكبرة.	8
Kidney showing the nephron & capsule.	نموذج قطاع للكلية يبين (النيفرون والكبيبة) مكبر.	9
Human heart enlarged dissectible	قلب الإنسان مفككة (أربعة أجزاء مع القاعدة).	10
Human digestive system.	الجهاز الهضمي في الإنسان.	11
Human Respiratory system	الجهاز التنفسي في الإنسان.	12
Human Urinary system.	الجهاز البولي في الإنسان .	13
Human circulatory system working & not working	الجهاز الدوري في الإنسان (نموذج عادي - وشغال).	14
Human nervous system showing brain spinal cord –	الجهاز العصبي في الإنسان.	15
.Human muscular system	الجهاز العضلي في الإنسان.	16
Human skin v.s demonstration.	نموذج قطاع عرضي في الجلد (توضيحي).	17
Plant cell model.	نموذج الخلية النباتية.	18
Animal cell model.	نموذج الخلية الحيوانية.	19
L.S & T.S in dicot & monocot stem.	قطاع عرضي وطولي في ساق نبات ذو فلقة وفلقتين.	20
L.S & T.S in dicot & monocot root	قطاع عرضي وطولي في جذر نبات ذو فلقة وفلقتين.	21
T.S in monocot & dicot leaf .	نموذج قطاع عرضي في ورقة نبات ذو فلقة وفلقتين.	22
Model of Human glandular system.	نموذج الجهاز الإفرازي الغدي في الإنسان.	23
Mitosis division in plant cell.	نموذج الانقسام الميوزي في الخلية النباتية.	24
Mitosis division in Animal cell.	نموذج الانقسام الميوزي في الخلية الحيوانية.	25
Meiosis division in plant cell.	نموذج الانقسام الميوزي في الخلية النباتية.	26
Meiosis division in Animal cell.	نموذج الانقسام الميوزي في الخلية الحيوانية.	27
Rock collection Group.	مجموعة الصخور (أنواعها) صندوق.	28
Mineral collection Group.	مجموعة المعادن (أنواعها) صندوق.	29
. DNA model helix	نموذج للحامض النووي مفكك (نظام الخيوط ، ونظام التجميع).	30
Development of Human Embryo stages (1-9)	نماذج لمراحل تطور الجنين من الشهر الأول إلى الشهر التاسع.	31

Paramecium Model. Amoeba Model.	- نموذج البارامسيوم. - نموذج الأميباء.	32
Lower Molar 3 roots.	نموذج للضرس بثلاثة جذور مكبر.	33
Sinal cord Models L.S.	نموذج لقطاع عرضي في الحبل الشوكي مع تفرعاته .	34
Model of nerve cell , (Neuron model).	نموذج للخلية العصبية.	35
Human male Reproductive system.	نموذج للجهاز التناسلي الذكري في الإنسان.	36
Human female Reproductive system.	نموذج للجهاز التناسلي الأنثوي في الإنسان.	37
Flower model.	نموذج للزهرة .	38
Anatomy of bony Fish.	نموذج للمظهر الخارجي والتشريح الداخلي لسمكة عظمية.	39
Anatomy of Frog model.	نموذج تشريحي للضفدعة.	40
Anatomy of dove Pigeon.	نموذج تشريحي للحمامة.	41
Anatomy of Earth worm.	نموذج للتركيب الداخلي والخارجي لدودة الأرض.	42
.Hydra Model	مجسم تشريحي للهيدرا.	43
.Folds and Faults Model	مجسم للطيات والصدوع.	44
.Fossil Models set	مجموعة نماذج للحفريات.	45
.Crystals Models set	مجموعة نماذج للبلورات المعدنية.	46
.Orbital of Solar System	نموذج للنظام الشمسي.	47
.Sun, Earth and Moon Model	نموذج للعلاقة بين الأرض والشمس والقمر.	48
.Earth Model Globe model	مجسم للكرة الأرضية.	49

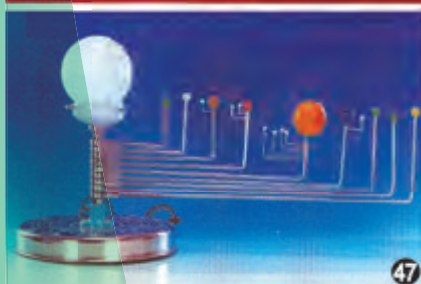
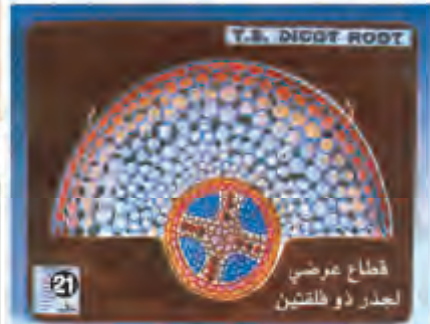








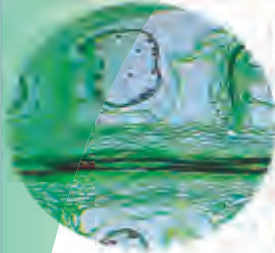




Simple Squamous Epithelium Tissue	مقطع في نسيج طلائي حشفي بسيط.	1
Simple Cuboidal Epithelium Tissue	مقطع في نسيج طلائي مكعب بسيط.	2
Simple Columnar Epithelium Tissue	مقطع في نسيج طلائي عمودي بسيط.	3
Ciliated Epithelium Tissue	مقطع في نسيج طلائي مهدب.	4
Pseudo stratified Ciliated Columnar Epithelium Tissue	مقطع في نسيج طلائي عمودي مهدب كاذب.	5
Stratified squamous epithelium tissue	مقطع في نسيج طلائي حشفي مركب.	6
.Thyroid and parathyroid c . s	مقطع عرضي في الغدة الدرقية والجاردرقية.	7
. Small intestine c . s	مقطع عرضي في الأمعاء الدقيقة.	8
. Human brain cerebrum c . s	مقطع عرضي في المخ البشري.	9
. Trachea c . s	مقطع عرضي في القصبة الهوائية.	10
meiosis	مراحل الانقسام الاختزالي.	11
. Esophagus c . s	مقطع عرضي في المريء.	12
human skin with sweat gland	مقطع في الجلد البشري يبين الغدد العرقية.	13
Human skin with hair	مقطع في الجلد البشري مع الشعر.	14
Human blood smear	مسحة من الدم البشري .	15
.Human artery. vein .and nerve c.s	مقطع عرضي في (الشريان، الوريد، العصب) البشري.	16
. Human lung c . s	مقطع عرضي في الرئة البشرية.	17
. Human salivary gland c . s	مقطع عرضي في الغدة اللعابية البشرية.	18
Human heart muscle tissue	نسيج عضلي قلبي بشري.	19
Human striated muscle tissue	نسيج عضلي مخطط بشري.	20
Human smooth muscle tissue	نسيج عضلي أملس بشري.	21
Human bone tissue	نسيج عظمي بشري.	22
Human cartilage tissue	نسيج غضروفي بشري.	23
Human adipose tissue	نسيج دهني بشري.	24
Human spermatozoa smear	مسحة من سائل منوي بشري.	25
. Human testicle c . s	مقطع عرضي في الخصية البشرية.	26
.Human ovary c . s	مقطع عرضي في المبيض البشري.	27
. Human kidney c . s	مقطع عرضي في الكلية البشرية.	28
. Human brain cerebrum c . s	مقطع عرضي في المخ البشري.	29
. Spinal cord c . s	مقطع عرضي في النخاع الشوكي.	30
Human red blood cells	خلايا دم حمراء بشرية.	31
Human white blood cells	خلايا دم بيضاء بشرية.	32
White fibrous connective tissue	مقطع طولي في نسيج ضام ليفي.	33
Yellow elastic connective tissue	مقطع طولي في نسيج ضام مرن.	34
Nerve cell	خلية عصبية.	35
.Medulla oblongata c. s	مقطع عرضي في النخاع المستطيل.	36

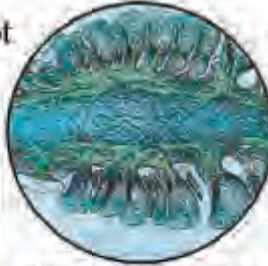
Human liver section	مقطع في الكبد البشري.	37
.Lymph node c. s	مقطع عرضي في عقدة ليمفاوية.	38
.Spleen c. s	مقطع عرضي في الطحال.	39
Adrenal glands c. s. (cortex (and medulla	مقطع عرضي في الغدة الأدرنالية يبين القشرة واللب.	40
Pituitary gland section.	مقطع في الغدة النخامية.	41
Stomach section.	مقطع في المعدة.	42
Colon section.	مقطع عرضي في القولون.	43
.Pancreas	البنكرياس.	44
Human eye retina section.	مقطع في شبكية العين البشرية.	45
.Cochlea section	مقطع في القوقعة.	46
Human chromosomes normal male	كروموسومات طبيعية ذكورية بشرية.	47
Human chromosomes female.	كروموسومات طبيعية أنثوية بشرية.	48
.Golgi bodies	أجسام جولجي.	49
.Chloroplasts	البلاستيدات.	50
Cell structure.	تركيب الخلية.	51
.Pinus ovule long	بويضة نبات الصنوبر.	52
. Dicotyledonous root C . S	مقطع عرضي في جذر نبات ذو الفلقتين.	53
. Monocotyledonous root C . S	مقطع عرضي في جذر نبات أحادي الفلقة.	54
. Dicotyledonous stem C . S	مقطع عرضي في ساق نبات أحادي الفلقة.	55
. Monocotyledonous stem c . s	مقطع عرضي في ساق نبات ذو الفلقتين.	56
. Monocotyledonous leaf c . s	مقطع عرضي في ورقة نبات ذو الفلقة الواحدة.	57
Mitosis root tip of onion.	مراحل الانقسام غير المباشر لخلايا القمة النامية لجذر البصل.	58
Flower anther cell.	المتك في الزهرة.	59
Flower ovary cell.	المبيض في الزهرة.	60
. Wheat seed l . s . and c . s	بذرة القمح مقطع طولى وعرضي.	61
Mitochondria.	الميتوكوندريا.	62
. Parenchyma tissue C . S	مقطع عرضي في نسيج برنشيمي.	63
. Sclerenchyma tissue C . S	مقطع عرضي في نسيج اسكلرنشيمي .	64
. Collenchyma tissue C . S	مقطع عرضي في نسيج كولونشيمي.	65
Spirogyra.	طحلب سبيروجيرا.	66
Volvox.	طحلب الفولفوكس.	67
Spirogyra conjugation.	الاقتران في طحلب الاسبيروجيرا.	68
Chlamydomonas.	الكلاميدوموناس.	69
. Amoeba	الأميبيا.	70
Euglena.	اليوجلينا الخضراء .	71
. Sponge L . S	مقطع طولى في الإسفنج.	72
. Plasmodium	البلازموديوم.	73
Ancylostoma	انكلستوما.	74
Diatom.	دياتوم.	75

Asperagillus .	فطر أسبراجيلاس .	76
Hydra nerve net.	الشبكة العصبية في الهيدرا .	77
Hydra budding.	هيدرا تتكاثر بالتبرعم .	78
Hydra c . s.	مقطع عرضي في الهيدرا .	79
Planaria c . s.	مقطع عرضي في البلاناريا .	80
Taenia siolex and neck .	الدودة الشريطية ، الرأس مع العنق .	81
Taenia.	الدودة الشريطية ، قطعة ناضجة .	82
Taenia immature.	الدودة الشريطية غير ناضجة .	83
Taenia cyst.	الحويصلة في الدودة الشريطية .	84
Ascaris c. s. male.	مقطع عرضي في ذكر دودة الإسكارس .	85
Ascaris c. s. female.	مقطع عرضي في أنثى دودة الإسكارس .	86
Earthworm c. s.	مقطع عرضي في دودة الأرض .	87
Earthworm l. s.	مقطع طولي في دودة الأرض .	88
Paramecium.	البراميسيوم .	89
Paramecium in binary fission.	الانقسام الثنائي في البراميسيوم .	90
Paramecium in conjugation.	الاقتران في البراميسيوم .	91
Pinicillium.	بنيسيليوم .	92
Rh izopuspigricans with sporangia	فطريات عفن الخبز مع الأبواغ .	93
Spider head showing mouth parts.	العنكبوت ، الرأس والأجزاء الفموية .	94
Locust.	الجراد .	95
Drosophila.	ذبابة الفاكهة .	96
Anopheles female , and male with mouth parts	البعوض (الذكر والأنثى ، مع أجزاء الفم) .	97
Human body louse.	قمل جسم الإنسان .	98
Human flea.	برغوث الإنسان .	99
Bacteria bacillus.	بكتيريا عصوية .	100
Bacteria cocci.	بكتيريا كروية .	101
Bacteria spirillum	بكتيريا حلزونية .	102
Cholera bacteria.	بكتيريا واوية (الكوليرا) .	103
Staphylococcus bacteria.	بكتيريا عنقودية .	104
Typhoid bacteria	بكتيريا التيفوئيد .	105
Fungi yeast budding.	التبرعم في الخميرة .	106
Nosotc.	البكتيريا الزرقاء (النوستوك) .	107
Bacteria in binary fission.	الانقسام الثنائي في البكتيريا .	108



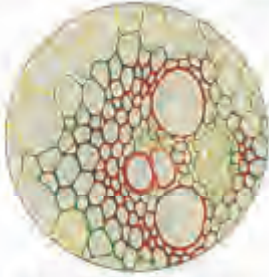
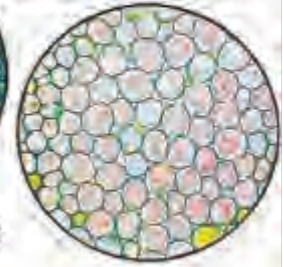
Lycopodium

Pinus (pine) T.S. root



Pinus L.S. w. female

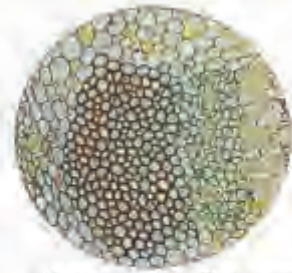
Ranunculus t.s. root



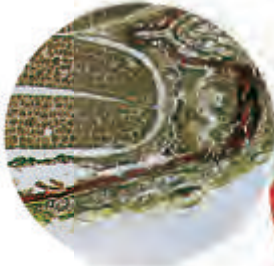
Zea (maize) T.S. stem



Cuscuta (Dodder)



Helianthus T.S. stem



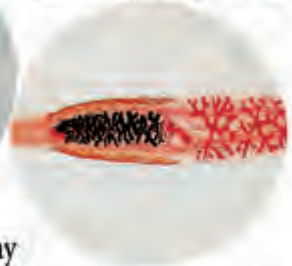
Capsella L.S. ovule

Hydra W.M.



Obelia W.M. of colony

Fasciola Hepatica



Taenia pisiformis



Oligochaeta (Terrestrial worms)

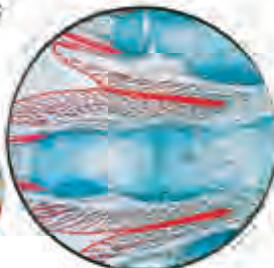


Insect Trachea



Drosophila Melanogaster (Fruitfly)

Cimex lectularius (Bed bug)

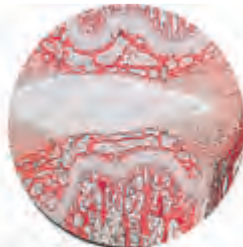


Developing foetal phalanges

Compact (hard) Bone



Compact (hard)
Bone t.s.



Hyaline cartilage



Aorta



Striated Muscle

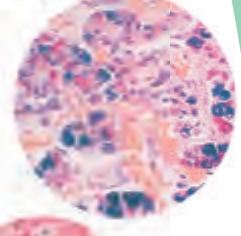
Entire Heart



Human Blood smear



Pituitary V.L.S.triple stain



Stratified squamous
Epithelium



Effector Nerve Endings

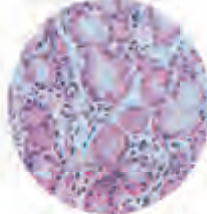


Lymph Node

Human Oesophagus



Tracheae



Human Ileum



Kidney



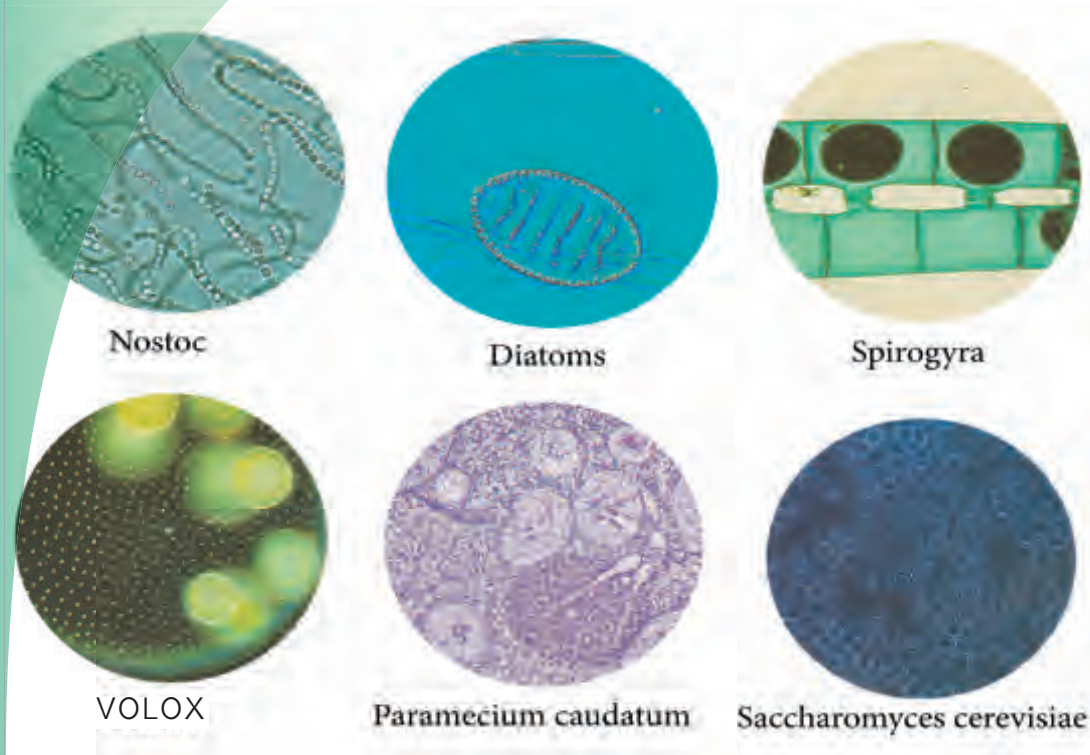
Testis



Ovary



منظار الشرائح المجهرية 35 مم



– المواد البيوكيميائية :

Safranine stain	صبغة الصفرانين.	1
Sudan stain	صبغة سودان (السوداء) .	2
Eosin stain	صبغة الإيوسين.	3
Wright, s blood stain	صبغة رايت .	4
Carmin stain	صبغة كارمن.	5
Agar powder	مسحوق الآجار.	6
Iodine	يود.	7
Potassium iodide	يوديد البوتاسيوم.	8
Formaldehyde	فورمالدهايد.	9
Ethyl alcohol	كحول إيثيلي.	10
Benedict solution	محلول بندكت.	11
Glucose	سكر جلوكوز.	12
Sucrose	سكر سكروز.	13
Chloroform	كلوروفورم.	14
Canada balsam	بلسم كندا.	15
Methyl blue	صبغة الميثيل الأزرق.	16
Endophenol solution	محلول الإندوفينول،	17
Borax salt	ملح البوراكس.	18
glycerin	جليسرين.	19
Ether	إيثر.	20
Paraffin wax	شمع البرافين.	21
Vaseline	فازلين.	22

ثانياً : تصنيف وحفظ التجهيزات المخبرية :

لتصنيف الأجهزة والأدوات والمواد الخاصة بمختبر الأحياء ينبغي مراعاة القواعد التالية :

لضمان سلامة مستخدميها والحفاظ عليها بشكل سليم .

١- الأجهزة والأدوات :

أ- الأدوات والأجهزة الزجاجية :

يتم تصنيفها وترتيبها بحسب الصنف المرتب وحسب الحروف الأبجدية ، مع مراعاة عدم تكديسها فوق بعض حتى لا تتعرض للكسر والتلف . ويخصص لحفظها دولاب أو أكثر ، ويتبع في خزنها عادة أن نبدأ في الصنف الواحد بالأقل سعة فالأكبر حجماً نحو الداخل في الرف نفسه . كما يستحسن أن توضع الأدوات الأكبر حجماً في الداخل ، ويتقدمها من الخارج الأصغر فالأصغر في الرف نفسه . ويمكن وضع ما يستخدم بكثرة منها في الأمام ، أما التي يكون استخدامها أقل فتوضع في الخلف نحو الداخل في الرف نفسه .

ب- الأدوات والأجهزة غير الزجاجية :

تحفظ الأجهزة والأدوات غير الزجاجية في دولاب خاص بها في مكان جاف وبعيداً عن الرطوبة والغبار ؛ منعاً لتكوين الصدأ عليها ما يؤدي إلى إعطابها أو إتلافها . كما ينبغي أن تخزن بعيداً عن المواد الكيميائية منعاً من وصول الغازات المتصاعدة من هذه المواد إليها ما يسبب تلفها . ومن هذه الأجهزة :

١- الميكروسكوب ويحفظ في الصندوق المخصص له ، ويوضع في مكان مناسب أو على الرف السفلي من الدولاب الخاص بحفظ الأدوات والأجهزة الزجاجية ، ولا يحفظ في دولاب المواد الكيميائية ، وبعد الانتهاء من استخدامه يعاد إلى صندوقه بعد تنظيفه بالفرشاة وتنظيف العدسة الزيتية بالزيتول أو بمحلول النشادر المخفف باستخدام الأوراق الخاصة بتنظيف العدسات أو أي ورق ناعم .

٢- علب أدوات التشريح ، ترقم وتكتب قائمة بأسماء محتويات كل علبة بالتفصيل وتلصق عليها ، وقبل إعادة الأدوات المستخدمة إلى العلبة تنظف وتجفف جيداً بعد كل استخدام وتدهن بطبقة رقيقة من الفازلين أو الزيت وتلف بورق خفيف وذلك للمحافظة عليها من الصدأ ، وبالأخص في المناطق الحارة والرطبة .

٣- الأجهزة الكهربائية الأخرى ، كالحاضنة والفرن فيجب فصل التيار الكهربائي عنها مباشرة بعد الانتهاء من استخدامها ، وتغطيتها جيداً بقطعة من القماش أو البلاستيك المناسب .

٤- أما المصورات فترتب وتعلق على مشابج (شرائر على الجدار وعليها مسامير تعليق) ويكتب عليها من الخلف الاسم والرقم والموضوع ؛ لتسهيل الحصول عليها عند الحاجة لها .

٢- النماذج والمجسمات :

أ- تحفظ المجسمات - إن كانت صغيرة الحجم- في دولاب بواجهة زجاجية ، أما إذا كانت هذه النماذج كبيرة الحجم ، كنموذج الهيكل العظمي والجذع ، فتوضع في المكان المناسب بعيداً عن أشعة الشمس التي تؤثر في ألوانها ومكوناتها ، وتغطى جيداً بغطاء بلاستيكي مناسب خاص بها .

ب- أما العينات المحفوظة ، فترتب ويلصق على كل منها بطاقة تحمل الاسم المطابق للمحتوى بعد إحكام إغلاقها بوضع الفازلين على الحافة والغطاء ، وتحفظ في دولاب بواجهة زجاجية بعيداً عن مصادر الحرارة ، وملاحظتها باستمرار من حيث نقص المحلول ، فهذا يدل على أن الغطاء غير محكم ، فيحكم الإغلاق بعد إضافة كمية من المحلول الحافظ ، وإذا تغير لون محلول المادة الحافظة فينبغي تغيير المحلول مباشرة .

٣- الشرائح المجهرية الجاهزة أو المحضرة:

توضع الشرائح الجاهزة في العلب الخاصة بها وكذلك الشرائح الدائمة التي يتم تحضيرها في المختبر توضع أيضاً في علبة الشرائح ، وتسجل محتويات كل علبة بالأرقام والأسماء ؛ لتسهيل إخراج كل شريحة منها وإعادتها فيها .

٤- المواد الكيميائية والأصبغ الخاصة بمختبر الأحياء :

أ- تصنف المواد الكيميائية وتحفظ في خزائن خاصة ذات تهوية جيدة وبعيدة عن متناول أيدي الطلبة وتجمعاتهم وتحركاتهم . ويستحسن أن توضع هذه الخزائن في مستودع المختبر : وفي حال عدم وجود مستودع يمكن وضعها في قاعة المختبر في دواليب جيدة التهوية ومغلقة لكي لا تكون عرضة للعبث أو الاستعمال غير المسموح به . وقبل إستعمال أي مادة جديدة يجب التعرف عليها بدقة من حيث : مكوناتها ، والتعليمات الخاصة بخزنها ، وحفظها ، وكيفية استعمالها ، ومخاطرها ، والتأكد من أن المعلومات الأساسية الخاصة بها مثبتة عليها ، وهي: الاسم العلمي للمادة ، الرمز الكيميائي لها ، الإرشادات التحذيرية الخاصة بها ، وتركيزها .

ب- توضع خزائن حفظ المواد الكيميائية بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة ، ويجب فتحها باستمرار لتهويتها من الداخل .

ج- يفضل أن توضع العبوات الكبيرة على الرفوف السفلى من الخزانة في حين توضع العبوات الصغيرة على الرفوف العليا .

د - تصنف العبوات على الرف الواحد بحيث توضع العبوات الكبيرة ذات الاستعمال القليل في الخلف ، أما العبوات الصغيرة ذات الاستعمال المتكرر فتوضع في الأمام .

هـ- تبعد المواد المؤكسدة عن المواد العضوية قدر الإمكان .

و- تفصل المركبات العضوية عن المركبات غير العضوية قدر الإمكان .

ز- عدم وضع أي جهاز في خزانة حفظ المواد الكيميائية ؛ لضمان سلامته من الغازات المتصاعدة من هذه المواد .

ح- توضع الأحماض في المكان المخصص لها في زاوية من زوايا المختبر ، وهو عبارة عن حوض مملوء بالرمل .

الفصل الثاني

إرشادات الأمن والسلامة في مختبر الأحياء

- ❖ إرشادات وتعليمات عامة للسلامة .
- ❖ السلامة في التعامل مع الأدوات .
- ❖ السلامة في التعامل مع مزارع البكتيريا .

أولاً : إرشادات وتعليمات عامة للسلامة في مختبر الأحياء :

ينبغي اتباع التعليمات والإرشادات الآتية في مختبر الأحياء عند تخزين الأجهزة والأدوات والمواد الكيميائية والتعامل معها عند الدراسة وحفظ العينات أو التشريح أو عمل شرائح وغيرها ؛ وذلك بهدف سلامة التجهيزات وسلامة مستخدميها :

- 1- استخدم القفازات البلاستيكية والكمادات ومعطف المختبر، سواء عند تشريح العينات أو دراستها.
- 2- توخ الحذر عند استخدام الأدوات ذات النهايات المدببة ؛ كإبرة التشريح والأدوات ذات الحواف الحادة كمشرط التشريح ، وينبغي تدريب الطلبة جيداً على استخدامها .
- 3- يجب أن تكون التهوية كافية داخل المختبر أثناء دراسة العينات المحفوظة .
- 4- عدم التعرض لأبخرة الفورمالين والتقليل من تأثيرها .
- 5- اغسل العينات المحفوظة جيداً بالماء الجاري وقبل استخدامها بـ ٢٤ ساعة ، ولا تلمسها بيديك بل استخدم الملقط أو قفاز المطاط في إخراج العينات من زجاجة الحفظ .
- 6- اغسل اليدين بالماء والصابون أو الكحول بعد الانتهاء من دراسة العينات أو تشريحها .
- 7- عند استخدام المجهر في دراسة شريحة عينة مبللة تأكد من أنها مغطاة بغطاء زجاجي ، وهذا هام خصوصاً عند استعمال العدسة الشيئية الكبرى ؛ حتى لا تتلوث العدسة .
- 8- لا تحفظ الحيوانات والثعابين السامة حية في المختبر .
- 9- تأكد من توافر محتويات صندوق الإسعافات ، وكذلك التأكد من صلاحيتها واستبدال المنتهي منها أو استبدالها ، وينبغي أن يوضع الصندوق في مكان بارز .
- 10- تأكد من توافر طفاية الحريق وضعها في مكان مناسب ، وتأكد من صلاحيتها بصورة دائمة.

ثانياً : السلامة في التعامل مع الأدوات (عند التشريح وأخذ العينات) :

- 1- اغسل الأدوات الزجاجية قبل وبعد الاستخدام بالاستعانة بالأدوات والمحاليل الخاصة بالتنظيف مع استخدام الأدوات الخاصة بالتجفيف المتوافرة داخل المختبر .
- 2- ضع الأدوات في أماكنها بعد تجفيفها .
- 3- عند استخدامك لأدوات التشريح في تشريح حيوان معين أو حشرة أو أخذ عينات لعمل قطاعات ؛ فيجب عليك تعقيمها بالمواد المخصصة لذلك ، كما يجب عليك تعقيم الجرح في حالة حدوث ذلك ، واحرص دائماً على ألا تستخدم أدوات صدئة .
- 4- عند استخدامك لماصة لسحب المحاليل ضع عليها أولاً الانتفاخ المطاطي الخاص بذلك PIPETTE FILLER وتجنب دائماً سحب المحاليل بواسطة الفم .
- 5- لا تستخدم يديك لجمع الزجاج المكسور بل استخدم أدوات خاصة بذلك ، فقد يكون الزجاج ملوثاً بعينات أو بمحاليل سامة وضارة .
- 6- بعد الانتهاء من عملك اغسل القفاز وعقمه أو استخدم قفازات مؤقتة، وأتلفها بعد استخدامها.

ثالثاً : السلامة في التعامل مع مزارع البكتيريا :

- 1- عقم جميع الأدوات المستخدمة في عملية الزراعة قبل وبعد الاستخدام .
- 2- استخدام القفازات المناسبة عند قيامك بعملية الزراعة ، وأتلفها مباشرة بعد عملية الزراعة وأفضل الطرق هي الحرق .
- 3- أثناء عملية الزراعة أبق لهب بنزين مشتعل .
- 4- اغسل يديك بالكحول بعد عملية الزراعة .
- 5- لا تترك المزارع محفوظة لمدة طويلة في الحاضنات ، وأتلفها بالحرق أو بقدر الضغط .

الفصل الثالث

أجهزة وتجارب مختارة في مختبر الأحياء

❖ أولاً : الأجهزة :

- المجهر المركب .
 - المجهر التشريحي .
 - الميكروتوم .
 - جهاز الطرد المركزي .
 - قدر الضغط (الموصدة) .
 - الحاضنة .
- ❖ ثانياً : تجارب مختارة .

١- المجهر المركب Compound Microscope :

يتكون المجهر المركب عموماً من نوعين من العدسات هما : العدسة الشيئية وتكون قريبة من العينة التي تفحص ، والنوع الثاني هو العدسات العينية وتكون قرب عين الفاحص .

١- تركيبه :

يتألف المجهر المركب من الأجهزة الرئيسية التالية :

١- أنبوبة المجهر :

ويثبت في طرفها العلوي العدسة العينية وفي الطرف السفلي القطعة الأنفية، وتسمى أيضاً القرص الدوار REVOLVING NOSE PIECE التي يثبت فيها العدسات الشيئية، وهي متحركة لتسهيل اختيار العدسات للحصول على التكبير المطلوب بحسب قوة العدسات، ويتراوح عدد هذه العدسات من عدسة واحدة إلى خمس عدسات. وفي بعض المجاهر تتحرك القطعة الأنفية إلى الأعلى وإلى الأسفل وفي البعض الآخر تكون ثابتة، وبدلاً عنها يكون المسرح متحركاً. كما أن الأنبوبة تكون ثابتة في بعض المجاهر وعمودية ، وتكون متحركة



في بعض المجاهر حتى 360 درجة ومائلة لسهولة الرؤية ولكي تكون جلسة الفاحص مريحة . أما في المجاهر التي تكون فيها الأنبوبة عمودية فيمكن أن تمال الأنبوبة بإمالة الذراع إلى الخلف عن طريق مفصل يربط الذراع بقاعدة المجهر.

٢- العدسات الشيئية :

تعتبر من المكونات الأساسية والرئيسية في المجهر، ويتوقف عليها جودة الصورة وقوة التكبير ويبلغ عددها من 2-5 عدسات، من بينها عدسة تسمى العدسة الزيتية، حيث يستخدم زيت خاص عند الفحص بهذه العدسة يسمى زيت سيدر أو العرعر أو الأرز . وهي أكبر العدسات تكبيراً إذ تبلغ قوة تكبيرها (100) مرة . ويمكن التفريق بين العدسات الأخرى من حيث قوة التكبير بواسطة قوة التكبير المكتوبة على جسم العدسة أو بواسطة الخطوط الدائرية الملونة الموضوعة في مقدمة العدسة .

٣- العدسات العينية :

تتكون العدسة العينية من جزأين ، وتقوم بتكبير الصورة من الشبكيات . ويوجد عدد من العدسات العينية لكل مجهر تكون قوة تكبيرها مثلاً 10× ، 15× ، 20× ولحساب قوة التكبير الكلية (أي للعدستين العينية والشيئية) يشترط أن يكون طول الأنبوب للمجهر بين هاتين العدستين صحيحاً (160 ملم.) وألا تكون هناك عدسة ثالثة ، حيث يمكن أن تؤثر العدسة في قوة التكبير، فإذا أخذنا مجهراً قوة تكبير عدسته الشيئية (100مرة) وعدسته العينية 20 مرة ، فتكون قوة التكبير $20 \times 100 = 2000$ مرة.

٤- الضابط التقريبي الكبير :

هو عبارة عن قرص دائري مركب على رأس المجهر، كما في بعض المجاهر التي يتحرك فيها الرأس إلى أعلى وإلى أسفل. أما في المجاهر الحديثة أحادي وثنائي العينية فالقرص مثبت على الحامل، ويقوم بتحريك المسرح (المنصة) مسافات كبيرة إلى أعلى وإلى أسفل حتى تظهر صورة الجسم المراد فحصه .

٥- الضابط الدقيق :

قرص أو مسمار أصغر من السابق، ويركب أيضا على رأس أو حامل المجهر ، ويتم عن طريق الضبط بتحريك المنصة أو الأنبوبة بمسافات صغيرة إلى أن يحصل على أوضح صورة .

٦- المنصة أو المسرح :

وهو السطح الذي توضع عليه الشريحة المراد فحصها، وبه فتحة في الوسط تسمح بمرور الضوء من المصباح الكهربائي المثبت في أسفل الحامل أو من المرأة .

٧- الضاغطان :

يستخدمان لتثبيت الشريحة على المسرح، وقد استعويض عنهما بالمنصة الآلية أو الميكانيكية MECHANICAL STAGE ويوجد عليها تدريجات تساعد على تحديد موقع العينة المفحوصة. ويساعد الضابط الآلي أيضاً على تحريك الشريحة إلى الأمام والخلف إلى الجانبين .

٨- المرأة :

في بعض المجاهر تستخدم المرأة في حال عدم وجود كهرباء ، وتستخدم حالياً للمبات الضوئية المثبتة في حامل يمكن أن تثبت عليه مرشحات للضوء .

٩- المكثف:

ويوجد أو يثبت أسفل المنصة (المسرح). وتكمن أهميته في تجميع الضوء الوارد من المرأة أو اللبة وتوجيهه إلى العينة المراد فحصها. يثبت على المكثف من أسفل حجاب يمكن فتحه وغلقه ؛ للتحكم في كمية الضوء الساقط على العينة، ويمكن أن يثبت على المكثف مرشح للضوء من الجهة السفلية.

١٠- الذراع :

وهو الجزء المعدني الذي يحمل جميع أجزاء المجهر، كما يستخدم لحمل ونقل المجهر .

١١- القاعدة :

وظيفتها الرئيسية تثبيت المجهر على الطاولة ، وهي متصلة بالذراع .

ب- صيانة المجهر وتنظيفه وحفظه :

الصيانة والتنظيف للمجهر تجعل منه جهازاً صالحاً للاستخدام سنين طويلة، لذلك احرص على

صيانته ونظافته باستمرار . وأهم التعليمات لصيانة المجهر هي :-

١- احم الجهاز من الأتربة، فهي تؤدي إلى تلف الأجزاء المتحركة والعدسات، وهذا يؤدي إلى ظهور

صورة غير جيدة نتيجة لحدوث تلف في التروس وخدوش العدسات. وأفضل الطرق للحماية هي:

* تغطية الأنبوبة العينية دائماً حتى لا يتسرب الغبار من الأنبوبة .

* استخدام غطاء واق من البلاستيك مخصص لذلك ؛ لتغطية المجهر ووضعه في صندوقه الخاص بعد الاستخدام .

٢- لإزالة الغبار من العدسات استخدم فرشاة شعر ناعمة لا يوجد بها دهون. وهي خاصة بالعدسات

يمكن الحصول عليها من محلات بيع أدوات كاميرات التصوير ، والبعض من هذه الفرش متصلة

بمنفاخ صغير لنفخ الغبار .

٣- الابتعاد عن تنظيف العدسات بفركها بشدة أو باستخدام ورق التشيف أو القماش العادي في

تنظيفها ؛ فذلك يؤدي إلى تلفها .

- ٤- لا تستخدم الكحول في تنظيف العدسات ؛ لأن الكحول يتلفها .
- ٥- استخدام مزيج من الكحول والزايلين لتنظيف العدسات بواسطة الورق الخاص بذلك ، ويمكن الحصول عليه من محلات بيع الكاميرات وأدوات التصوير ، أو استخدام محلول مخفف من النشادر بدلاً عن الزايلين .
- ٦- ضع المجهر بعيداً عن المواد الكيميائية والرطوبة في خزانة مغلقة .

ج- طريقة استعمال المجهر :

- ١- ضع المجهر على طاولة أو بنش ثابت، حتى لا تهتز الصورة ويؤدي إلى عدم وضوحها .
- ٢- ضع المجهر في اتجاه الضوء الذي يأتي من الخارج- إذا كان المجهر يعمل بضوء الشمس كمصدر للإضاءة - بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة ، أما إذا كان المجهر كهربائياً فيوضع في مكان مظلم قدر الإمكان حتى يكون الضوء الداخل إليه هو ضوء المصباح فقط .
- ٣- تأكد من جهد التيار الذي يعمل عليه المجهر 220 فولتاً ، ثم صله بالتيار الكهربائي بعد التأكد من الجهد .
- ٤- ثبت الشريحة المراد فحصها سواء بالضاغط أو المنصة الآلية مباشرة تحت العدسة ذات قوة التكبير الصغرى .
- ٥- عند تحريك القرص الدوار المثبت عليه العدسات لاختيار العدسة المناسبة تأكد من سماعك للطقة الدالة على أن العدسة في وضعها الصحيح .
- ٦- ابدأ بتحريك المسرح إلى الأعلى وإلى الأسفل باستخدام الضابط الكبير ، إذا كنت قد استخدمت العدسة الشيئية ذات التكبير الأصغر .
- ٧- إذا أردت أن تكبر العينة ومكوناتها فأدر القرص الدوار لاختيار العدسة ذات التكبير الأعلى . وفي هذه الحالة استخدم الضابط الصغير الدقيق حتى لا تتسبب في كسر الشريحة أو العدسة، حيث إن الضابط الصغير يعمل على رفع وخفض المسرح بدرجة بسيطة .

د - استعمال العدسة الزيتية :

١. ضع فوق الشريحة نقطة أو نقطتين من زيت السيدر (CEDAR OIL) .
٢. ثبت الشريحة على المسرح بواسطة المثبتات أو الضابط الآلي، بحيث تكون الشريحة تحت العدسة مباشرة .
٣. ابدأ برفع المسرح بواسطة الضابط الدقيق حتى تلامس العدسة النقطة الزيتية دون النظر في العينية ، ولكن بالنظر مباشرة إلى الشريحة .
٤. افتح الإضاءة للمكثف والحجاب إلى نهايتها ؛ للحصول على أكبر قدر من الإضاءة .
٥. لا تستخدم الضابط الكبير إطلاقاً عند الفحص بالعدسة الزيتية فقد يؤدي ذلك إلى كسر الشريحة أو إتلاف العدسة .

■ حساب قوة التكبير :

تحسب قوة تكبير المجهر المستخدمة في مشاهدة عينة ، وفقاً للمعادلة التالية :

قوة التكبير = قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية

$$10 \times 40 = 400 \text{ مرة .}$$

$$20 \times 100 \text{ (العدسة الزيتية) } = 2000 \text{ مرة .}$$

٢- المجهر التشريحي STEREO MICROSCOPE :

يستخدم هذا النوع من المجاهر في دراسة مكونات أجسام صغيرة الحجم نسبياً وتركيبها ، مثل : النحلة، الذبابة ، دودة الأرض أو دراسة تركيب بعض الصخور والمعادن . وتبلغ قوة تكبير من (4 - 40) مرة ، وقد تصل في بعضها إلى 300 مرة ما ساهم في التوسع في علم التشريح.

تركيبه :

لا يختلف في تركيبه عن المجهر المركب إلا في الأجزاء التالية:

١- المنصة :

وهي مستقلة في المجهر المركب، ويمكن رفعها وخفضها باستخدام الضوابط لتوضيح الصورة، أما في المجهر التشريحي فهي غير موجودة كجزء مستقل، وإنما تستخدم القاعدة كمنصة، كما أن الجزء الذي يتحرك إلى أعلى وإلى أسفل لتوضيح الصورة هو رأس المجهر الذي تثبت عليه العدسات العينية والشبكية كما في الشكل .

٢- مصدر الضوء :

في المجهر المركب مصدر واحد يوجد تحت المنصة ، أما في المجهر التشريحي فيستخدم مصدران للضوء، يقع أحدهما تحت الجسم المراد فحصه، ويكون الآخر أعلى الجسم ؛ لتوضيح أجزائه العلوية.

طريقة استعماله والعناية به :

لا تختلف كيفية استعماله والعناية به عن كيفية استعمال المجهر المركب .



٣- جهاز الميكروتوم Microtome :

هو جهاز يستخدم لعمل قطاعات مختلفة السمك في الأنسجة الحيوانية والنباتية والعينات الأخرى. وله أشكال وأنواع مختلفة، منها اليدوي ومنها الدوار، ويستخدم أيضاً لإنتاج كميات كبيرة من العينات.

تركيبه :

يتكون معظم أجزاء الجهاز من مادة معدنية مقاومة للصداً أو التأثر بالمحاليل العضوية .. والجهاز المعروف في الشكل هو الميكروتوم الدوار، ويتكون مما يلي :

١- قاعدة رئيسية تحمل الأجزاء العليا . ٢-

عجلة تدوير القالب الشمعي . ٣- ماسك

القالب الشمعي . ٤- حامل القطاع الشمعي . ٥- سكين القطع . ٦- حافة تثبيت السكين

(بيت السكين) . ٧- قاعدة تثبيت السكين . ٨- محرك يدوي للقالب الشمعي . ٩- مقاس تدريج

١٠- غطاء للجهاز .

الميكروتوم اليدوي Hand Microtome :

هو جهاز يستخدم في معظم تجهيزات المختبرات المدرسية .

تركيبه :

يتكون من قاعدة الميكروتوم ، يعلوها الميكرومتر. ويوجد أعلاه تدريج صفري للميكروتوم، وهناك مسمار محوي يعلو التدريج الصفري، يعمل على تثبيت القاعدة ، وقرص دائري علوي مثقوب بمنصفه لوضع قالب الشمع المحتوي على العينة المراد عمل قطاعات منها أو الجزرة المحتوية على ورق نبات أو ساق أو جذر .

استخداماته :

يستخدم لتحضير قطاعات رقيقة جداً (حسب الطلب) من العينات المختلفة (حيوانية ، نباتية). ويتم استخدامه على النحو التالي :

١- يتم وضع العينة داخل الفتحة الموجودة بمنصفه بعد تهذيب القالب الشمعي أو الجزرة ، بحيث تدخل ممتلئة بشكل كامل في الفتحة .

٢- اضبط صفر الميكرومتر مع صفر الميكروتوم بحيث تثبت أولاً صفر الميكرومتر على صفر الميكروتوم .

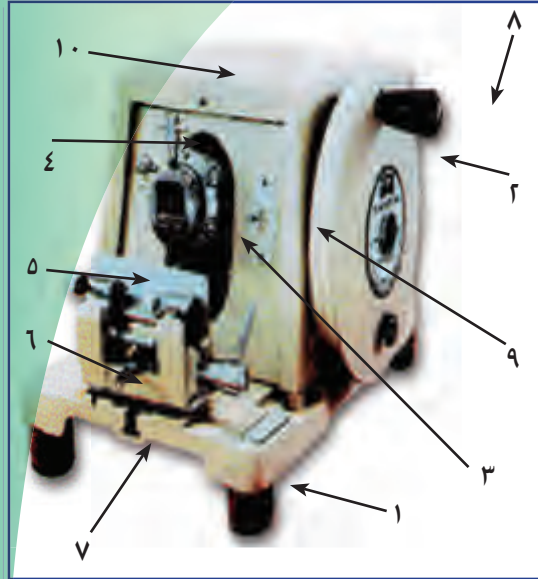
٣- احرص على بقاء السطح العلوي للعينة بنفس مستوى سطح الميكروتوم .

٤- حرك المقبض الخاص بالميكروتوم باتجاه عقارب الساعة إلى أن ينطبق الرقم الذي تريده مع صفر الميكروتوم .

٥- نقطع بالسكين (شفرة جديدة) المقاطع التي نريدها ، وليكن

سمك المقطع بين (٦-٨ ميكرون).

٦- حمل القطاعات على الشريحة كما سبق لك في تحضير الشرائح.



٤) جهاز الطرد المركزي (النابذة) CENTERIFUGE :

يستخدم هذا الجهاز لفصل المواد عن بعضها ، معتمداً في ذلك على قوة الطرد المركزية الناتجة عن الحركة الدائرية التي يدور فيها .



استخدامات النابذة :

- ١- تستخدم النابذة في فصل :
 - مكونات الدم عن بعضها البعض (البلازما ، كريات الدم الحمراء ، كريات الدم البيضاء ، الصفائح الدموية).
 - ٢- الخلايا العالقة بالبول ، كخلايا الطلائية ، وخلايا الدم ، والطفيليات .
 - ٣- لفصل الأملاح عن البول .
 - ٤- لفصل بعض المواد والأحياء العالقة بالماء كالمطحالب ، وبعض الكائنات الحية الدقيقة .

أنواع المنابذ :

- ١- **النابذة اليدوية:** تعمل هذه النابذة يدوياً بإدارة المقبض، ويمكن أن تستوعب أنبوبين إلى أربعة أنابيب . (انظر الشكل المجاور).
- ٢- **النابذة الكهربائية:** تعمل هذه النابذة بالكهرباء، وتستوعب من (٢-٨) أنابيب، وقد تستوعب أكثر من ذلك في الأجهزة الحديثة .



أشكال النابذة الكهربائية :

- ١- **النابذة الأفقية :** يصمم رأس النابذة الأفقية بحيث تتأرجح الأنابيب المحمولة عليه ، حتى تصل إلى الوضع الأفقي أثناء عملية الطرد المركزي .
- ٢- **النابذة المائلة :** يصمم رأس النابذة المائلة بحيث توضع الأنابيب فيه بشكل مائل بزاوية ٤٥ درجة تقريباً .

تركيب النابذة الكهربائية :

تتركب النابذة الكهربائية من الأجزاء الرئيسية الآتية:

- ١- **المحور المركزي (م) :** يدور بسرعة كبيرة ويحمل الرأس .
- ٢- **الرأس (ر) :** ووظيفته حمل الدلاء التي توضع فيها الأنابيب بالشكل المطلوب حسب نوع النابذة.
- ٣- **الدلاء (د) :** ووظيفتها حمل الأنابيب المحتوية على العينة وحفظها .
- ٤- **ساعة التوقيت:** تستخدم لتحديد الفترة الزمنية اللازمة للعمل ، كما تعمل على إيقاف الجهاز تلقائياً عند انتهاء الزمن المحدد .
- ٥- **عداد الدورات :** يحدد بواسطته عدد الدورات المطلوبة في الدقيقة .



طريقة استخدام النابذة :

- ١- ضع العينة المراد ترسيبها في أنبوب اختبار مناسب للجهاز .
- ٢- استخدم أنبوباً آخر من نوع الأنبوب الأول وضع فيه كمية من الماء ، تساوي كمية العينة في الأنبوب الأول.
- ٣- ضع الأنبوبين في دلوين متقابلين كما يظهر في الشكل المقابل.
- ٤- أغلق الجهاز بغطائه الخاص .
- ٥- حدد الفترة الزمنية اللازمة للترسيب باستخدام ساعة التوقيت .
- ٦- حدد عدد الدورات اللازمة في الدقيقة بواسطة عداد الدورات .
- ٧- صل الجهاز بالتيار الكهربائي بعد التأكد من أن الجهاز يعمل على جهد التيار الكهربائي نفسه الموجود في مختبرك .
- ٨- اضغط مفتاح التشغيل وانتظر إلى أن يتوقف الجهاز عن الدوران وحده (تعمل ساعة التوقيت في بعض الأجهزة عمل مفتاح التشغيل).
- ٩- أخرج الأنبوب المحتوي على العينة بعد أن يتوقف الجهاز عن العمل، واسكب ما فيه من سائل لتحصل على المادة المترسبة (الرائق).
- ١٠- أخرج الأنبوب الثاني المحتوي على الماء من الجهاز .

العناية بالجهاز :

- ١- لا تفتح غطاء النابذة إلا بعد أن يتوقف الجهاز عن الدوران تماماً .
- ٢- لا تحاول إيقاف النابذة أو تبطئتها باستخدام اليد ، فذلك ي تلف الجهاز فضلاً عن أنه قد يؤدي إلى إصابتك بأذى.
- ٣- افصل النابذة عن التيار الكهربائي بعد كل استخدام ، ثم نظفها جيداً وغطها بغطائها البلاستيكي الخاص.
- ٤- لا تحاول تشغيل الجهاز قبل موازنة الأنابيب.

ه) قدر الضغط (الموصدة) AUTOCLAVE

هو جهاز يستخدم لتعقيم الأدوات المراد استخدامها، ويستخدم أيضاً لإتلاف الأوساط الخاصة بالبكتيريا والفطريات عند عدم الحاجة لها،

تركيبها:

تتركب الموصدة من الأجزاء الآتية :



- ١- **الرجل:** وهو الجدار الخارجي للموصدة ويصنع عادة من معدن سميك وقوي، قادر على تحمل الضغط الكبير للبخار داخل الجهاز .
- ٢- **السلة:** وتكون مصنوعة من السلك أو الشبك أو المعدن الخفيف، وتوضع فيها المواد والأدوات المراد تعقيمها .
- ٣- **الغطاء:** يستخدم لإغلاق الموصدة بإحكام، ويصنع من معدن الرجل نفسه .
- ٤- **ملازم الغطاء:** وهي كليات تضمن إغلاق الجهاز بإحكام، وتمنع البخار من الخروج .
- ٥- **صمام الأمان:** ويوضع في قمة الرجل فوق الغطاء، ويسمح للبخار بالإفلات بقدر معين عندما يصبح الضغط مرتفعاً جداً ما يمنع انفجار الموصدة .
- ٦- **مقياس الحرارة أو مقياس الضغط:** يثبت على غطاء الموصدة ليبين مقدار الضغط أو درجة الحرارة أو كليهما .
- ٧- **سلك التيار الكهربائي:** يستخدم التيار الكهربائي لتوليد الحرارة اللازمة لتبخير الماء في الموصدة . وفي بعض الأجهزة التي لا يتوافر فيها ذلك (كطنجرة الضغط) يتم تسخينها على اللهب بدلاً من التيار الكهربائي (قدر الضغط) .
- ٨- **مفتاح التشغيل:** يتوافر هذا المفتاح في الأجهزة التي تعمل بالتيار الكهربائي .
- ٩- **ضابط التحكم بالحرارة:** قرص دائري في أسفل الجدار الخارجي للموصدة ، يستخدم للتحكم في درجة الحرارة اللازمة . (انظر التركيب في الشكل) .

كيفية استخدام الموصدة :

- ١- **تهيئة المواد للتعقيم:**
 - الزجاجيات: كأنايب الاختبار وأطباق بترى والدوائر الصغيرة وغيرها ، تنظف جيداً ثم تغلف بورق القصدير .
 - ماصات باستور: توضع في أنابيب كبيرة بعد تنظيفها ، وتغلف هذه الأنابيب بورق القصدير أو بقطن لا يمتص الماء ، ويمكن أن تغلف مباشرة بورق القصدير .
 - الإبر أو الزراقات: توضع كل زراقة في أنبوب كبير من الزجاج، يغلق بورق من القصدير أو بقطن لا يمتص الماء .

- المواد المعدنية: كالملاقط والإبر والمشارط المعدنية ، ويتم تغليفها أيضاً بورق القصدير.
- الأوساط البكتيرية والفطرية المراد اتلافها وذلك بعد وضعها داخل كيس حراري.
- ٢- التعقيم باستخدام الموصدة :
- املاً قاع الموصدة بالماء إلى مادون مستوى السلة.
- ضع المواد والأدوات المراد تعقيمها في السلة بشكل قائم (عمودي) ثم ضع السلة داخل الموصدة.
- أغلق الموصدة جيداً بغطائها الخاص.
- ثبت الحرارة التي تريدها باستخدام ضابط التحكم في الحرارة، وغالباً ما تكون الحرارة المستخدمة (120 °م) ثم صل الجهاز بالتيار الكهربائي، وباستخدام مفتاح التشغيل شغل الجهاز.
- افتح صمام خروج الهواء- إذا كانت الموصدة من النوع الذي يحتوي على هذا الصمام- حتى تلاحظ خروج البخار منه وانتظر (3-4) دقائق ثم أغلقه.
- انتظر حتى تصبح درجة الحرارة (على مقياس الحرارة) تساوي درجة الحرارة المطلوبة وذلك حسب المثبت على قرص التحكم ، ثم انتظر بعد ذلك (20-30) دقيقة أو حسب الزمن المطلوب، ثم أغلق مفتاح التشغيل .
- انتظر إلى أن تنخفض درجة الحرارة إلى مادون (100 °م) وعندئذ افتح صمام الأمان أو صمام خروج الهواء لإخراج البخار حتى يصبح الضغط متساوياً داخل الموصدة وخارجها.
- افتح غطاء الموصدة عندما يتوقف صوت الصفير وأخرج- بعناية تامة - السلة المحتوية على المواد والأدوات المعقمة.

احتياطات :

- لا تحاول لمس صمام الأمان أو صمام خروج الهواء في أثناء التسخين تحت الضغط .
- لا تحاول التسخين بسرعة كبيرة لبلوغ الضغط المراد .
- لا تترك الموصدة دون مراقبة أثناء تشغيلها .
- لا تترك الموصدة تبرد مدة طويلة فقد يؤدي ذلك إلى كسر المواد والأدوات المعقمة .
- أفصل الموصدة عن التيار الكهربائي مباشرة بعد الانتهاء من استخدامها، ثم نظفها جيداً وغطها بغطائها البلاستيكي الخاص.
- لا تلمس المواد والأدوات المعقمة باليد حتى لا تتلوث ، واستخدم الملقط لإخراجها من سلة الموصدة.

٦) الحاضنة Incubator :

هي عبارة عن جهاز يستخدم لتوفير البيئة المناسبة لنمو الكائنات الحية التي يتم دراستها، وتدرج في حرارتها .

استخدامات الحاضنة :

- تستخدم الحاضنة في مجالات عديدة منها :
- ١- زراعة الأحياء المجهرية .
- ٢- تقطيس البيض ودراسة مراحل تطور أجنة الطيور.
- ٣- دراسة عمل الأنزيمات وتفاعلاتها.
- ٤- دراسة أثر درجة الحرارة في الأحياء المجهرية كالفطريات والأوليات والبكتيريا .

تركيب الحاضنة :



- تتركب الحاضنة (كما يظهر في الشكل) من الأجزاء الرئيسية الآتية:
- ١- الباب الخارجي: ويكون إطاره غالباً من المعدن، ومزوداً بنافذة من الزجاج، بالإضافة إلى مقبض لإغلاق الحاضنة بشكل محكم .
- ٢- الباب الداخلي: ويصنع عادة من الزجاج المقاوم للحرارة .
- ٣- جسم الجهاز: ويتكون من جدارين: الخارجي وهو مصنوع من معدن مطلي بطلاء مناسب ، وقد يكون مصنوعاً من معدن (STAINLESS)، أما الجدار الداخلي فيصنع من معدن

- مقاوم للصدأ كالألومنيوم أو (STAINLESS STEEL) وتوضع بينهما عادة مادة عازلة للحرارة .
- ٤- ميزان الحرارة : يثبت في أعلى الوجه الأمامي للجهاز أو على جانب جسم الجهاز، ويعمل على قياس درجة الحرارة الداخلية للحاضنة.
- ٥- منظم الحرارة : ويكون في الغالب على شكل قرص دائري ، ويوضع في أسفل واجهة الجهاز أو في أعلاه . ووظيفته التحكم في مقدار الحرارة اللازمة للعمل داخل الحاضنة .
- ٦- مفتاح التشغيل (OFF/ON) : يستخدم لتشغيل الجهاز عند الحاجة ، ويكون في بعض الأجهزة مزوداً بإضاءة خضراء تضيء عند تشغيل الجهاز ووصول التيار الكهربائي إليه .
- ٧- الضوء الأحمر : يوجد هذا الضوء في معظم الأجهزة ، ويضيء عندما تصل درجة الحرارة داخل الحاضنة إلى الدرجة المثبتة على القرص المنظم للحرارة .
- ٨- الرفوف : ويتراوح عددها ما بين (٢-٤) رفوف، تتحرك من أماكنها بسهولة ؛ لتوسيع المسافة بينهما أو تضيقها حسب الحاجة .
- ٩- فتحات التهوية : توضع على جانبي الحاضنة وتستخدم لتهوية الجهاز .
- ١٠- ساعة التوقيت: تزود بعض الحاضنات بهذه الساعة؛ لتحديد الفترة الزمنية اللازمة لعمل الجهاز.

كيفية استخدام الحاضنة :

- ١- ثبت رفوف الحاضنة في أماكنها الصحيحة حسب ما تراه مناسباً لطبيعة العمل .
- ٢- صل الحاضنة بالتيار الكهربائي ، بعد أن تتأكد أن الحاضنة تعمل على جهد التيار نفسه المتوافر في مختبرك .
- ٣- اضغط قرص التحكم في الحرارة حسب الحرارة المطلوبة .
- ٤- شغل الجهاز بوضع مفتاح التشغيل على (ON) ثم راقب ثبات درجات الحرارة على ميزان الحرارة.
- ٥- إستخدم الحاضنة عند ثبات درجة الحرارة حسب الدرجة المثبتة على منظم الحرارة .

كيفية العناية بالحاضنة :

- ١- نظف جسم الحاضنة من الداخل والخارج باستمرار كيلا يتراكم الغبار عليها . ويمكنك استخدام الكحول أو (الإسبرتو) الأبيض في ذلك .
- ٢- بعد زراعة البكتريا والفطريات نظف الرفوف ثم جففها .
- ٣- أجر فحصاً دورياً لميزان الحرارة بمقارنته بميزان حرارة آخر ؛ للتأكد من دقة تدريجه وجاهزيته.
- ٤- جفف السوائل التي قد تتسكب على أرضية الجهاز مباشرة لكيلا تتلف سلك التسخين.
- ٥- اتبع الخطوات الآتية في صيانة الجهاز إذا تعطل :
 - تأكد من وصول التيار الكهربائي إلى المختبر.
 - تأكد أن الفيش (القابس) صالح .
 - تأكد أن المنصهر (FUSE الفيوز) غير معطل بمشاهدة السلك الرفيع بداخله ، والتأكد من أنه غير مقطوع . وفي حال تلف المنصهر استبدله بمنصهر آخر له نفس المقاومة .

ملحوظة :

عند استخدام الحاضنة لتفقيس البيض تضبط درجة الحرارة ما بين (37.5 - 38.5) درجة مئوية والرطوبة ما بين (65% - 75%). ويتم تأمين الرطوبة المناسبة بوضع وعاء مملوء بالماء في أسفل الحاضنة من الداخل.

تجارب مختارة

رؤية الكائنات الدقيقة وفحصها :

- ضع كمية من مياه بركة أو مستنقع أو خزان مكشوف في إناء .
- أضف إليه كمية من القش وورق الأشجار الجاف .
- خذ قليلاً من المخلوط - يمكن تخفيفه بالماء- وضع قطرة منه على الشريحة ثم غطها بالغطاء .
- افحص الشريحة تحت المجهر، فإنك ستشاهد كائنات حية كثيرة تتحرك ، منها : الأميبا والبراميسيوم والبكتيريا . (انظر الملحق رقم ١/٤) .

هضم النشا بتأثير اللعاب :

- جهز (٣) أنابيب اختبار . وضع في كل منها (٣) قطرات من اللعاب .
- جهز ثلاث أنابيب أخرى بكل منها ٥ مل . من معلق عجينة النشا، بحيث يتراوح تركيزه بين (0.1% إلى 1%) .
- حرك أنابيب الاختبار حركة دورانية حتى تمتزج محتوياتها .
- خذ عينات من خليط اللعاب والنشا على فترات متباعدة كل (15-10 دقيقة) واكشف عن وجود النشا بها بمحلول لوجول (اليود) .
- ستظهر التغيرات تدريجياً حتى يتوقف ظهور اللون الأزرق القاتم كلياً .
- عند نقطة معينة قد يظهر لون محمر أو زهري يسبب تكون الدكسترات (مرحلة وسطية) .
- بعد ذلك وعند نقطة معينة يبقى لون اليود (المكون لمحلول لوجول) المخفف بنياً فاتحاً ، وعندئذ يكون النشا قد اختفى .
- في هذه النقطة اكشف عن وجود إحدى السكريات المختزلة في الخليط بمحلول بندكت (أو محلول فهلنج) .
- تغير اللون من الأزرق إلى الأخضر إلى البرتقالي المحمر دليل على وجود كميات مختلفة من السكر المختزل (مالتوز أو جلوكوز) .

ملحوظات :

- ١- اليود يعطي لوناً أزرق مائلاً للسواد مع النشا، وعند هضم النشا أولاً تتكون نواتج وسطية تأخذ مع اليود اللون الزهري أو الأحمر، وعندما يتم هضم النشا لا يحدث تغير للون اليود مع النشا .
- ٢- يمكن زيادة إفراز اللعاب بواسطة مضغ علك أو شمع برفين .
- ٣- يمكن استخدام محلول لوجول أو اليود في الكشف عن النشا .

هضم الدهون :

- أحضر ثلاث أنابيب اختبار بكل منها 10 مل . من الماء وبضع قطرات زيت الزيتون .
- خذ أنبوبتين وأضف إلى كل منهما 2 مل . من محلول الصابون أو محلول أملاح الصفراء المرارة (5%) (تورشات الصوديوم) .
- جهز محلول البنكرياتين (بإضافة كمية من البنكرياتين إلى 10 مل . من الماء أو استعمل بدلاً منه (عصيراً معوياً صناعياً) .
- أضف 5 مل . من محلول البنكرياتين أو العصير المعوي الصناعي إلى إحدى الأنبوبتين اللتين بهما محلول الصابون أو أملاح المرارة وإلى الأنبوبة الثالثة الخالية من هذا المحلول (الصابون

أو أملاح المرارة) ، وبذلك يكون لدينا (3) أنابيب :

- ١- الأولى بها ماء + زيت زيتون+ محلول صابون+ محلول بنكرياتين .
- ٢- أنبوبة ضابطة بها ماء+ زيت زيتون+ محلول صابون .
- ٣- أنبوبة ضابطة بها ماء+ زيت زيتون+ محلول بنكرياتين .

في بداية التجربة اكتشف ثم سجل الرقم الهيدروجيني بواسطة دوار الشمس أو الفينولفثالين ، مع مراعاة أن يكون المحلول الأصلي متعادلاً؛ لأن الهدف هنا إثبات أن هضم الدهون ينتج عنه أحماض دهنية. اترك الأنابيب في حمام مائي حرارته 40 درجة مئوية لمدة نصف ساعة على الأقل ، ثم اكشف عن تكوين الحمض بدوار الشمس أو أي كاشف آخر .

هضم البروتين بواسطة الببسين :

خذ بيضة مسلوقة جيداً ، وافصل بياضها عن صفارها ، ثم قطع البياض إلى قطع صغيرة ، وضع كميات متساوية منه في ثماني أنابيب اختبار، وضع علامات عليها، وأضف إليها المواد التالية :

- ١- في أنبويتين منها 10 مل. من الماء.
 - ٢- في أنبويتين أخريين 10 مل. من معلق الببسين التجاري 0.5% .
 - ٣- في أنبويتين أخريين 10 مل. من حمض الهيدروكلوريك 2.0% .
 - ٤- في الأنبويتين الأخيرتين نحو 10 مل. من معلق الببسين ومعه قطرتان من حمض HCl للحصول على عصير معدي صناعي .
- ضع كل أنابيب الاختبار في فرن أو حمام مائي حرارته بين (37 - 40 درجة مئوية لمدة ٢٤ ساعة). في نهاية هذه الفترة ستجد أن عملية الهضم قد تمت في (٢ ، ٤) .

اختبار نوعية البروتينات :

- أضف 1 مل. من حمض النيتريك المركز إلى بضع قطع من بياض البيض الذي سبق سلقه .
- أو إلى 3 مل. من محلول زلال البيض .
- سخن أنبوبة الاختبار المحتوية على الخليط برفق فوق لهب، ولاحظ اللون الأصفر (دليل على وجود البروتين) .
- وعندما يبرد المحلول أضف إليه كمية كبيرة من هيدروكسيد الصوديوم أو النشادر فيتحول اللون الأصفر إلى برتقالي .

الكشف عن الببتونات :

- يستخدم اختبار أو كاشف بيوريه للكشف عن الببتونات، فهي تعطي لوناً أحمر في هذا الاختبار، على النحو التالي :
- ضع جزءاً من بياض البيض الطازج في أنبوبة اختبار ، وأضف إليها حجماً مناسباً من هيدروكسيد الصوديوم (10%) .
 - رج المخلوط جيداً حتى يمتزج .
 - أضف إليه باحتراس محلولاً من كبريتات النحاس (5%) قطرة قطرة من (٢-٥ قطرات) .
 - رج الأنبوبة مع إضافة كل قطرة من كبريتات النحاس، وترقب ظهور لون أحمر أو أحمر بنفسجي (يمكن استخدام محلول بيوريه الذي يعطي نفس الألوان) .

النتج :

النتج هو : فقد الماء على هيئة بخار من سطح النبات وبخاصة الأوراق عن طريق الثغور .

أدوات التجربة :

- نبات مورق مزروع في إناء (أصيص) .
- شمع .
- ناقوس زجاجي .
- كبريتات نحاس لا مائية في كأس .

الخطوات :

- ١- غط سطح التربة بطبقة من الشمع .
- ٢- ضع الإناء الذي به النبات تحت الناقوس الزجاجي، وضع جواره الكأس المحتوية على كبريتات نحاس لا مائية .

ستلاحظ :

تكون قطرات على سطح الناقوس ، وتلون الكبريتات باللون الأزرق ، وهذا يدل على حدوث عملية النتج .

الفصل الرابع

معارف ومهارات أساسية للعمل في مختبر الأحياء

- ❖ أولاً : الصبغ وطرق تحضير الصبغات .
- ❖ ثانياً : محاليل مستخدمة في تجارب الأحياء .
- ❖ ثالثاً : زراعة البكتيريا .
- ❖ رابعاً : التقنية المجهرية .
- ❖ خامساً : تحضير الشرائح المجهرية .
- ❖ سادساً : التشريح .
- ❖ سابعاً : التحنيط (تحضير العينات وحفظها) .
- ❖ ثامناً : تنظيف الأدوات وتعقيمها .

أولاً : الصبغ وطرق تحضير الصبغات

الصبغ :

قبل أن نتحدث عن طرق تحضير الصبغات واستخدامها فإننا سوف نشير إلى موضوع ذي أهمية، وهو « آلية الصبغ » أو ما يسمى بالتلوين (STAINING) . وتستخدم هذه العملية لتلوين مكونات الخلايا أو الأنسجة ما يسهل تمييزها عن بعضها وبالتالي يسهل دراسة الأنسجة والخلايا مجهرياً ، وكذلك فإن الصبغ يستخدم ليزيد وضوح أجزاء ومكونات النسيج أو الخلية . وتؤثر على عملية الصبغ عوامل مختلفة ، هي :

١ . العوامل الفيزيائية :

- خاصية الانتشار : وهي قدرة مادة التلوين على النفاذ خلال الغشاء الخلوي وانتشارها في الخلية بشكل جيد .

- خاصية الامتصاص الاختيارية : وهي عملية امتصاص اختيارية لبعض الأيونات بواسطة بعض المواد المتواجدة في الخلايا النسيجية .

٢ . العوامل الكيميائية :

- إن بعض مكونات الخلية ذات طبيعة حمضية وبعضها الآخر ذو طبيعة قاعدية . وعند الصبغ تأخذ كل هذه المكونات مادة الصبغ المغيرة . ومثال ذلك النويات الخلوية فهي ذات طبيعة حمضية ؛ لذلك تصبغ بالأصباغ ذات الشق القاعدي أما السيتوبلازم فهو ذو طبيعة قاعدية لذلك يستجيب للصبغات ذات الشق الحمضي ، وهكذا .

تصنيف الأصباغ :

يمكن تصنيف الأصباغ حسب مصدرها إلى نوعين رئيسيين ، هما :

١ . الأصباغ الطبيعية : وهي نوعان :

- الأصباغ ذات المصدر النباتي : كصبغة الهيماتوكسيلين .

- الأصباغ ذات المصدر الحيوي : كصبغة الكارمن .

٢ . الأصباغ الصناعية (الكيميائية) .

تنتج هذه الأصباغ صناعياً وهي معتمدة على حلقة البنزين ، ويمكن تقسيمها إلى :

- أصباغ حمضية : وهي التي شقها الحمضي هو مادة الصبغ ، كصبغة الأيوسين ، وتلون هذه الأصباغ السيتوبلازم عادة باللون الأحمر الفاتح .

- أصباغ قاعدية : وهي التي شقها القاعدي هو مادة الصبغ ، كصبغة أزرق الميثيلين ، وتلون هذه الأصباغ النويات عادة باللون الأزرق أو البنفسجي .

- أصباغ متعادلة : وتنتج في محاليل مائية قاعدية وحمضية الصبغة ، وعادة فإن هذه الصبغة تذوب في الكحول ولا تذوب في الماء . ومن الأمثلة عليها صبغة ليشمان ، وتلون هذه الأصباغ النواة والسيتوبلازم معاً كلاً حسب تركيبه .

طرق الصبغ :

١ . الصبغ التقدمي : تصبغ العينات النسيجية باستخدام هذه الطريقة بالتدرج ، وكلما زادت مدة

بقاء العينة في الصبغة زادت درجة صباغة الأنسجة . ويجب فحص الشريحة بين حين وآخر للتأكد من إتمام عملية الصبغ . ومثال ذلك (أصباغ السيتوبلازم) .

٢ . الصبغ التراجعي : تصبغ العينات النسيجية باستخدام هذه الطريقة بقدر أكبر من المطلوب ، ثم يتم التخلص من الكمية الزائدة من مادة الصبغ باستعمال عوامل مميزة . ومن الأمثلة على

ذلك أصباغ النويات ، حيث يستخدم الكحول الحمضي المكون من 70% من الكحول الإيثيلي مضافا إليه 1% من حمض الهيدروكلوريك المركز ؛ و 5% من حمض النيتريك المركز وذلك للتخلص من صبغة الهيماتوكسيلين الزائدة.

٣. **الصبغ المباشر :** لا تحتاج هذه العملية إلى وسيط مساعد فيوضع النسيج أو العينة في مادة الصبغ لصبغتها . ومثال ذلك صبغة أزرق الميثيلين وصبغة الأيوسين .

٤. **الصبغ غير المباشر :** إن الأصباغ المستخدمة في هذه الطريقة لا تصبغ إلا بوجود وسيط يسمى مرسخ الصبغة . ويمكن استخدام المرسخ والصبغة معاً ، ومثال ذلك صبغة (هيماتوكسيلين) فتضاف مادة المرسخ (شب الأمونيا) مع مادة الصبغة أثناء تحضيرها . ويمكن استخدام المرسخ أولاً ثم الصبغة بعد ذلك.

٥. **الصبغ الحيوي :** وتستخدم هذه الطريقة في تلوين الأنسجة والخلايا في الكائن الحي فتظهر بعض مكونات الخلية دون إحداث أي تلف تركيبى أو وظيفي في الخلية . وتستخدم هذه الطريقة في الصباغ لـ :

- إعطاء فكرة جيدة عن التركيب الخلوي.
- إعطاء معلومات عن وظيفة الخلية كالتفادية والابتلاع والإخراج .
- المقارنة بين الخلية في الأنسجة المقطوعة والمصبوغة.

طرق تحضير الصبغات (الملونات) واستخدامها :

سوف نعرض في هذا الجزء أهم المهارات الأساسية التي يجب أن يتبعها أخصائي المختبر ومعلم العلوم من خلال معرفة تحضير الصبغات .

١. صبغة رايت WRIGT'S STAIN

المواد المستخدمة :

- مسحوق رايت ٠,٣ جم.
- جليسرول ٢,٧ مل.
- كحول ميثيلي (إلى ١٠٠ مل) .

طريقة الإعداد :

يذاب المسحوق جيدا في الكحول ، ويضاف الجليسرول ويرشح باستخدام ورق الترشيح في قنينة معتمدة وينصح بتحضير كمية تكفي يوماً واحداً .

٢. صبغة أزرق الميثيل (محلول مائي) METHYL BLUE STAIN

المواد المستخدمة :

- مسحوق أزرق ميثيل ٢ جم.
- ماء مقطر ١٠٠ مل .

طريقة الإعداد :

يذاب المسحوق في الماء بالتحريك ، ثم يرشح ويحفظ في قنينة ذات لون قاتم ، ويستخدم في صباغ النواة في الخلايا الحيوانية بصورة خاصة.

٣. صبغة البنفسج البلوري CRYSTAL VIOLET STAIN

المواد المستخدمة :

محلول (أ) يتركب من :

- بلورات بنفسج ٢ جم.
- إيثانول ٩٥% ٢٠ مل .

محلول (ب) يتركب من :

- أوكسالات الأمونيوم ٠,٨ جم.
- ماء مقطر ٨٠ مل.

طريقة الاعداد :

يمزج المحلولان (أ - ب) جيداً ويحفظ المزيج مدة ٢٤ ساعة قبل الاستعمال ، ثم يرشح باستخدام ورق الترشيح ، ويحفظ في قنينة ذات لون داكن .

٤. صبغة جرام اليودي IODINE GRAM STAIN

المواد المستخدمة :

- يود ١ جم.
- يوديد بوتاسيوم ٢ جم.
- ماء مقطر ١٠٠ مل.

طريقة الإعداد :

يسحق اليود الجاف ويوديد البوتاسيوم جيداً في الهاون ثم يضاف الماء تدريجياً بمقدار بضع مليمترات كل مرة ، ويتم التحريك بعد كل إضافة حتى يذوب اليود ويوديد البوتاسيوم جيداً ، ثم ينقل المحلول إلى قنينة ملونة ، ويضاف إليها ما تبقى من الماء ، وترج العبوة جيداً قبل الاستخدام.

٥. صبغة الصفرانين (SAFRANINE) :

(أ) محلول التخزين :

المواد المستخدمة :

- صفرانين ٢,٥ جم.
- إيثانول ٩٥٪ ١٠٠ مل.

(ب) محلول الصبغ :

المواد المستخدمة :

- محلول التخزين (أ) ١٠ مل.
- ماء مقطر ٩٠ مل.

ويقصد بمحلول التخزين : المحلول الذي سوف يتم تخزينه لفترة طويلة .

أما محلول الصبغ فيتم أخذه من محلول التخزين في وقت الحاجة ، حيث يضاف إليه الماء المقطر .

٦. صبغة اليود (IODINE STAIN) :

خذ قليلاً من الماء وضع فيه قطعاً من بلورات اليود الصلب ، وحركه جيداً لتحصل على محلول صبغة اليود الذي يستخدم في تلوين السيتوبلازم والغشاء وصبغهما ، ويفضل حفظه في وعاء ملون .

٧. صبغة الأحمر المتعادل NEUTRAL RED :

المواد المستخدمة :

- مسحوق الأحمر المتعادل ٠,١ جم.
- ماء مقطر (١٠٠) مل.

طريقة الإعداد :

امزج المسحوق جيداً بالماء ، وحركه لتحصل على محلول الأحمر المتعادل بتركز (٠,٠٠١) . احفظه في وعاء ملون واستخدمه في تلوين الفجوات .

٨. صبغة أحمر الكارمن CARMINE RED STAIN :

المواد المستخدمة :

- مسحوق أحمر الكارمن ١ جم.
- شب البوتاسيوم ٤ جم.
- ماء مقطر ١٠٠ مل.

طريقة الإعداد :

ضع (شب البوتاسيوم مع الماء المقطر) في كأس على نار هادئة مدة ساعة ، ثم أضف (١ جم) من مسحوق أحمر الكارمن ، ثم رشح المحلول باستخدام ورق الترشيح ، واحفظه في وعاء ملون . يستخدم هذا المحلول في تلوين الجدر السيلوزية باللون الوردي .

٩. صبغة الأيوسين EOSIN STAIN

(أ) أيوسين كحولي :

المواد المستخدمة :

- أيوسين ١ جم.
- كحول إيثيلي ٧٠٪ ٩٩ مل.
- يذاب الأيوسين جيداً في الماء ثم يحفظ في قنينة معتمة .
- (ب) أيوسين مائي :

المواد المستخدمة :

- أيوسين ١ جم.
- ماء مقطر ١٠٠ مل.
- يذاب الأيوسين جيداً في الماء ثم يحفظ في قنينة معتمة .

١٠. صبغة الهيماتوكسيلين HAEMATOXYLIN STAIN

أ- هيماتوكسيلين :

المواد المستخدمة :

- كحول إيثيلي مطلق ٥ مل.
- شب البوتاسيوم ١٠ جم.
- ماء مقطر ١٠٠ مل.
- حمض خليك ثلجي (بضع قطرات) .
- أكسيد الزئبق ٠,٢٥ جم.
- بلورات هيماتوكسيلين ٠,٥ جم.

طريقة الإعداد :

١. أذب بلورات الهيماتوكسيلين في الكحول الإيثيلي بواسطة الغلي ؛ ليكون محلول (١) .
٢. أذب شب البوتاسيوم في الماء المقطر بواسطة الغلي ؛ ليكون محلول (٢) .
٣. اخلط المحلولين (١ ، ٢) معاً ؛ وضع الخليط على اللهب مدة دقيقة واحدة .
٤. ارفع الخليط عن اللهب ، وأضف أكسيد الزئبق برفق .
٥. أضف قطرات من حمض الخليك الثلجي إلى الخليط بعد أن يبرد؛ لتحسين صبغ النواة .
٦. رشح المحلول الناتج ، واحفظه في قنينة ذات لون قاتم .

ب- هيماتوكسيلين إيرليخ EHRLICH HAEMATOXYLIN

المواد المستخدمة :

- بلورات هيماتوكسيلين ٠,٢ جم.

- ماء مقطر ١٠٠ مل.
- كحول إيثيلي ٩٥٪ ١٠ مل.
- شب البوتاسيوم ٠,٣ جم.
- جليسرين ١٠ مل.
- حمض الخليك الثلجي ١٠ مل.

طريقة الإعداد :

١. أذب بلورات الهيماتوكسيلين في الكحول الإيثيلي بواسطة الغلي (محلول ١) .
٢. أذب شب البوتاسيوم في الماء المقطر بواسطة الغلي (محلول ٢) .
٣. اخلط المحلولين (١ ، ٢) معاً ، وضع الخليط على اللهب مدة دقيقة واحدة .
٤. ارفع الخليط عن اللهب ، وأضف إليه الجليسرين وحمض الخليك الثلجي .
٥. رشح المحلول الناتج وخزنه في قنينة معتمدة مدة (٦ - ٨) أسابيع قبل استخدامه .
٦. أضف (٠,٥ جم.) من أيودات الصوديوم للمحلول إذا كنت ترغب في استخدامه فوراً .

ج. هيماتوكسيلين ماير HAEMATOXYLIN MAYER'S

المواد المستخدمة :

- بلورات هيماتوكسيلين ٠,١ جم.
- ماء مقطر ١٠٠ مل
- أيودات الصوديوم ٠,٠٢ جم.
- شب البوتاسيوم ٥ جم.
- حمض الستريك ٠,١ جم.
- كلوروهيدرات ٥ جم.

طريقة الإعداد :

- أذب شب البوتاسيوم في الماء المقطر دون استخدام الحرارة.
- أضف بلورات الهيماتوكسيلين إلى المحلول ، ثم أضف أيودات الصوديوم ثم حمض الستريك وأخيراً الكلوروهيدرات.
- رج الخليط حتى تذوب جميع المكونات ويصبح لونه أحمر إلى أرجواني.
- رشح المحلول واحفظه في قنينة ملونة مدة (٦ - ٨) أسابيع قبل استخدامه.

١١- صبغة ليشمان LEISHMAN'S STAIN

المواد المستخدمة :

- مسحوق ليشمان ٠,١٥ جرام.
- ميثانول ١٠٠ مل.

طريقة الإعداد :

- اغسل الدورق جيداً بالميثانول .
- ضع مسحوق ليشمان مع الميثانول داخل الدورق وامزجها جيداً .
- احفظ المحلول جيداً في دورق محكم الإغلاق واستعمله في اليوم التالي.

ثانياً : محاليل مستخدمة في تجارب الأحياء

أولاً : الكواشف Reagents :

وهي مواد تستخدم لكشف الوسط الذي يتم فيه التعامل مع العينة أو أي سائل بحيث يتم تغيير الوسط سواء تغير كيميائي أو فيزيائي . ومن هذه الكواشف مايلي :

١- محلول لوجول : LUGOL SOLUTION

أ- محلول مركز

- يوديد بوتاسيوم ١ جم.
- بلورات يود ٢ جم.
- ماء مقطر ١٢ مل.

ب- محلول لوجول حسب صبغة وايجرت (WEIGERT VARIATION)

- يوديد بوتاسيوم ٢ جم.
- بلورات يود ١ جم.
- ماء مقطر ١٠٠ مل.

ج- محلول لوجول حسب صبغة جرام (GRAM VARIATION)

طريقة التحضير في الحالات الثلاث :

يذاب يوديد البوتاسيوم أولاً ، ويحفظ في زجاجات معتمدة بنية اللون.

الاستخدام :

محلول لوجول من المحاليل ذات الاستعمالات العامة، فهو يستخدم ككاشف لاختبار وجود النشا في عينات الطعام أو أوراق النبات ، كما يستخدم كصبغة وبخاصة للأسواط والأهداب وأنوية الخلايا.

٢- محلول أيودين- يوديد بوتاسيوم (POTASSIUM IODIED) IODINE SOLUTION :

المواد المستخدمة :

- يوديد بوتاسيوم ٣ جم.
- ماء مقطر ٢٥ مل.
- يود صلب ٠,٦ جم.

طريقة الإعداد :

أذب ٣ جرام من يوديد البوتاسيوم في ٢٥ مل. ماء مقطر ، ثم أضف ٠,٦ جرام من اليود الصلب، وحرك حتى الذوبان، أكمل المحلول إلى ٢٠٠ مل. بالماء المقطر، وخرنه في زجاجات معتمدة.

٣- خلاصة أو صبغة اليود Iodine stain :

- يود صلب ٧٠ جم.
- يوديد بوتاسيوم ٥٠ جم.
- ماء مقطر ٥٠ مل.
- كحول ٩٥ % إلى لتر.

طريقة الإعداد :

أذب ٧٠ جم. من اليود و ٥٠ جراماً من يوديد البوتاسيوم في ٥٠ مل. ماء مقطر ، ثم خفف ذلك إلى لتر بإضافة كحول ٩٥ % .

٤- محلول بندكت BENDICT SOLUTION :

يستخدم للكشف عن وجود سكريات بسيطة في الأطعمة أو الدم أو البول . ففي حالة وجود

سكريات بسيطة يتكون راسب أصفر أو محمر من أوكسيد النحاسوز عندما يسخن الكاشف مع المادة المراد الكشف عنها.

المواد المستخدمة :

- كربونات صوديوم متبلر ٢٠٠ جم. (أو ١٠٠ جم. من كربونات صوديوم لا مائي) .
- سترات الصوديوم ١٧٣ جراما .
- ماء مقطر ١٠٠٠ مل.
- كبريتات نحاس متبلر ١٧,٣ جرام .

طريقة التحضير :

أذب الكربونات والسترات في ٧٠٠ مل. من الماء ، ثم سخن تسخيناً خفيفاً لتزيد من سرعة الذوبان، ثم أذب كبريتات النحاس في ١٠٠ مل. من الماء ، ثم صبه ببطء في المحلول الأول ، حرك المحلول باستمرار ودعه يبرد، أضف ماء مقطراً لتصل إلى لتر واحد من المحلول . ملحوظة للفائدة : تزال بقع اليود من الملابس بغسلها في محلول ثيوسلفات الصوديوم في الماء ١٠٪ ثم بماء نقي .

٥- محلول فهلنج FEHLING'S SOLUTION :

ويتكون من محلولين (أ) و (ب) ، وعند استخدامه للكشف عن وجود سكريات بسيطة أضف كميات متساوية من كل من المحلولين (أ) و (ب) إلى المادة المراد الكشف عنها في أنبوبة اختبار ثم سخن ذلك، يتكون راسب ثقيل أصفر اللون أو محمر (أوكسيد نحاسوز) عند وجود السكريات البسيطة في المادة المراد الكشف عنها .

أ- محلول فهلنج (أ) :

المواد المستخدمة :

- كبريتات نحاس ٣٤,٦٥ جم.
- ماء مقطر ٥٠٠ مل.

طريقة الإعداد : أذب كبريتات النحاس في ٥٠٠ مل. ماء مقطر .

ب- محلول فهلنج (ب) :

المواد المستخدمة :

- هيدروكسيد البوتاسيوم ١٢٥ جم.
- ترترات بوتاسيوم صوديوم ٧٣ جم.
- ماء مقطر ٥٠٠ مل.

طريقة الإعداد :

أذب هيدروكسيد البوتاسيوم وطرطرات البوتاسيوم صوديوم في ٥٠٠ مل. ماء مقطر ، يحفظ كل محلول في زجاجة منفصلة مغطاة بغطاء من الفلين .

٦- كاشف بيوريه :

المواد المستخدمة :

- كبريتات نحاس ٣٪ ٢٥ مل.
- كبريتات نحاس (محلول) ١٪ ٢٥ مل.
- هيدروكسيد بوتاسيوم ١٠٪ في لتر ماء.
- هيدروكسيد صوديوم محلول ٤٠٪ .

طريقة الإعداد :

يحضر هذا الكاشف بإضافة ٢٥ مل. من محلول ٣٪ كبريتات نحاس في لتر من ١٠٪ هيدروكسيد

بوتاسيوم . ويحضر الكاشف المعدل كالتالي : يضاف محلول كبريتات نحاس ١٪ نقطة في كل مرة مع التحريك إلى محلول ٤٠٪ من هيدروكسيد الصوديوم حتى يكتسب الخليط اللون الأزرق الغامق . بعد ذلك يغمس ورق ترشيح في الكاشف ، ثم يجفف ويقطع إلى شرائح رفيعة ؛ لاستعمالها في الكشف عن البروتينات .

ثانياً : محاليل التمييز Differentiating Solution :

تستعمل هذه المحاليل عند إجراء الصبغ التراجعي ، بحيث تزال الصبغة الزائدة في الأنسجة الحيوانية أو النباتية . ومن أبرز أنواع هذه المحاليل : الكحول الحامضي، وخليط زيت القرنفل والكحول والزايلين.

١- الكحول الحامضي ACID ALCOHOL

المواد المستخدمة :

- كحول إيثيلي (٧٠٪) ١٠٠ مل.
- حمض هيدروكلوريك مركز ٠,٥ مل.

طريقة الإعداد :

يحضر بإضافة نصف مل. من حمض الهيدروكلوريك المركز إلى ١٠٠ مل. من الكحول الإيثيلي بتركيز ٧٠ ٪ .

٢- زيت القرنفل - كحول- زايلين CLOVE OIL - ALCOHOL- XYLENE

المواد المستخدمة :

- زيت القرنفل ٥٠ مل.
- كحول إيثيلي مطلق ٢٥ مل.
- زايلين ٢٥ مل.

- طريقة الإعداد : تخلط المواد ببعضها وتحفظ في زجاجات مغلقة .
- الاستخدام : يستخدم هذا الخليط لإزالة الصبغة الزائدة في الأنسجة النباتية .

المثبتات ومقسيات الأنسجة :

هي مواد تحضر في المختبر على هيئة سائلة ، وتعمل على حفظ العينة كما هي ، بحيث تمنع تعفنها أو تلفها . ومن هذه المواد ما يلي :

١- محلول بوان BOUIN'S SOLUTION

المواد المستخدمة :

- حمض بكريك (محلول مائي مشبع) ٧٥ مل.
- فورمالين ٤٠٪ ٢٠ مل.
- حمض خليك ثلجي ٥ مل.

طريقة الإعداد : تخلط المواد ببعضها ويحفظ المحلول في زجاجات، وتكون جاهزة للاستخدام.

٢- محلول زنكر ZENKER'S SOLUTION

المواد المستخدمة :

- كلوريد زئبق (محلول مشبع) ٥ مل.
- بيكربونات بوتاسيوم ٢,٥ مل.
- كبريتات الصوديوم ١ مل.
- ماء مقطر ١٠٠ مل.

طريقة الإعداد : تضاف المكونات المدونة سابقاً وتستخدم كمحلول مثبت للأنسجة . وهو مادة حافظة للكائنات البحرية الصغيرة .

٣- محلول الفورمالين FORMALIN :

المواد المستخدمة :

- فورمالين بتركيز ١٠٪ .
- ماء مقطر ٩٠ مل .

طريقة الإعداد :

يحضر بإضافة ١٠ مل . من الفورمالين المركز في ٩٠ مل . من الماء المقطر، وهو الأكثر استخداماً في عمليات تثبيت الأنسجة .

٤- مثبت كلينبرج :

المواد المستخدمة :

- حمض كبريتيك محلول ٢ ٪ .
- حمض بكريك .

طريقة الإعداد :

- يضاف محلول حمض الكبريتيك ٢٠٪ إلى محلول حمض البكريك حتى يتشبع .
- ويستخدم هذا المثبت بصورة خاصة لأجنة الكتاكيت والكائنات البحرية الصغيرة .

٥- سائل جيتس :

المواد المستخدمة :

- حمض كروميك ٠,٧ جم .
- ماء مقطر ١٠٠ مل .
- حمض خليك ثلجي ٠,٥ مل .

طريقة الإعداد :

- اخلط المقادير الموضحة أعلاه ، ثم اترك العينة فيه لمدة ٢٤ ساعة .
- اغسل العينة في ماء جار لغسل المثبت .

ثالثاً : المحاليل الحافظة :

١- محلول كارل :

يعد حافظاً جيداً لأنواع الحشرات وقد تضاف كمية صغيرة من الجلوسرين إلى المحلول للمحافظة على أجسام الحشرات الصلبة من التكسر .

المواد المستخدمة :

- حمض خليك ثلجي ٥ مل .
- حمض بكريك مشبع ١ جم إلى ٧٥ مل . ماء مقطر .
- فورمالين ٤٠٪ ٦٠ مل .
- كحول ٩٥٪ ١٧٠ مل .
- ماء مقطر ٢٨٠ مل .
- حمض خليك ثلجي آخر ٢٠ مل .

طريقة الإعداد :

امزج ٥ مل من حمض خليك ثلجي مع حمض بكريك (مشبع) مع ٦٠ مل . فورمالين (٤٠٪) مع ١٧٠ كحول تركيزه ٩٥٪ إلى ٢٨٠ مل . ماء مقطر .

■ ملحوظة : عندما تريد استخدام الحافظ أضف ٢٠ مل . من حمض الخليك الثلجي الآخر قبل لحظة الاستعمال مباشرة ليكون أكثر فعالية .

٢- محلول حافظ الطحالب وحيدة الخلية والأشن والفطر الممتلئ :

المواد المستخدمة :

- ماء مقطر ٧٢ مل.
- جلسرين ٢٠ مل.
- فورمالدهيد ٤٠٪ ٥ مل.
- حمض خليك ثلجي ٣ مل.

طريقة الإعداد :

اخلط ٧٢ مل. ماء مقطر مع ٢٠ مل. جلسرين و ٥ مل. فورمالدهيد ٤٠٪ مع ٣ مل. حمض خليك ثلجي. وهذا المحلول يعد حافظاً للطحالب وحيدة الخلية والأشنات والفطريات الممتلئة .

٣- محلول حافظ للنباتات الخضراء :

المواد المستخدمة :

- ماء مقطر ٩٠ مل.
- جلسرين ٢,٥ مل.
- فورمالدهيد ٤٠٪ ٥ مل.
- كلوريد نحاسيك ١٠ جم.
- حمض خليك ثلجي ٢,٥ مل.
- نترات أمونيوم ١,٥ جم.

طريقة الإعداد :

تخلط المواد المستخدمة بالمقادير الموضحة ويحضر المحلول ، وتحفظ العينة في الحافظ بشكل دائم . ويعد هذا المحلول حافظاً جيداً للنباتات الخضراء ، وهو يمنع إزالة الكلوروفيل .

٤- محلول هولنفرتر :

المواد المستخدمة :

- ماء مقطر ١٠٠ مل.
- كلوريد صوديوم ٠,٣٥ جم.
- كلوريد كالسيوم ٠,٠١ جم.
- كلوريد بوتاسيوم ٠,٠٠٥ جم.
- بيكربونات صوديوم ٠,٠٢ جم.

- تخلط المواد المذكورة أعلاه مع بعضها ، ويعد هذا المحلول حافظاً لأجنة البرمائيات .

تقديم :

- المنابت : هي الأوساط التي تحتوي على بيئة مناسبة من الممكن أن تعيش الكائنات الحية الدقيقة فيها بحيث تنمو وتتكاثر . وتكمن أهمية هذه المنابت في الآتي :
- ١- المحافظة على المزارع البكتيرية ونموها وتكاثرها .
 - ٢- إمكانية دراسة تأثير الكائنات الدقيقة على إحدى المواد الغذائية المغذية لهذه المزارع .
 - ٣- تعمل على توفير الظروف الملائمة للكائنات الحية الدقيقة لتكوين ناتج معين ، مثل تأثير المضادات، أو دراسة الشكل وعملية التكاثر .

أنواع المنابت :

١- المنابت الطبيعية :

- وهي المنابت التي يمكن تحضيرها من مواد موجودة في الطبيعة ، ومن الأمثلة عليها :
- مصل الدم المعقم المحتوي على قطع معقمة من الكبد .
 - مح البيض أو قطع من البطاطا .

طرق تحضير المنابت الطبيعية :

كيفية تحضير مستنبت طبيعي من قطع البطاطا :

- اغسل أطباق بتري وأغطيتها ، وجففها جيداً بوضعها داخل الفرن المجفف (OVEN) فترة من الوقت ، إذا كانت من النوع الزجاجي الذي يستخدم أكثر من مرة ، أما النوع البلاستيكي المعقم فلا يحتاج إلى ذلك، حيث يستخدم مرة واحدة فقط .
- قطع البطاطا بعد تقشيرها إلى شرائح دائرية بسمك (6 - 8) ملم . واغسلها جيداً بالماء .
- استخدم ملقطاً معقماً في نقل شرائح البطاطا إلى طبق بتري ، ثم غط الأطباق بأغطيتها ولفها بورق القصدير، وضعها في جهاز الموصدة (AUTOCLAVE) في درجة حرارة تتراوح ما بين (100 - 120) درجة مئوية مدة ساعة بحسب تحمل البكتيريا لدرجة الحرارة .
- وبذلك تكون قد حضرت منبناً طبيعياً .

٢- المنابت الصناعية :

- وهي المنابت التي يتم تحضيرها من مجموعة من المواد المختلفة ، وتقسم إلى :
- أ- منابت سائلة : ومن الأمثلة عليها المرق المغذي ، وهو محلول مائي يحتوي على (٠,٥ ٪) من مستخلص اللحم .
 - ب- منابت صلبة : ومن أمثلتها منابت جل السيليكا .
 - ج- منابت صلبة قابلة للإسالة : وهي منابت تكون غالباً صلبة في درجة حرارة الغرفة (٢٠ - ٣٠) درجة مئوية ، ويمكن إذابتها بالتسخين ، ومنها الآجار (AGAR) .

كيفية تحضير منابت الآجار :

- أ- جهز دورقاً زجاجياً مخروطي الشكل سعة ٢٥٠ مل . واغسله جيداً ثم جففه باستخدام المجفف .
 - ب- ضع في الدورق المواد الآتية :
- مسحوق الآجار (١,٥ جم) .
 - سكر سكروز (٢ جم) .
 - خلاصة اللحم (٢ جم) .
 - أكمل الكمية إلى ١٠٠ مل . من الماء المقطر .

- ج- سخن المزيج جيداً إلى أن تذوب مادة الآجار ثم أغلق الدورق جيداً بغطاء مناسب .
- د - عقم المزيج والأدوات المستخدمة في عملية الزراعة ، كما يأتي :
- غلف الدورق وأطباق بترى والأدوات اللازمة لعملية الزراعة بورق القصدير كلا على حدة.
- ضع كمية كافية من الماء لا تقل عن ٦٠٠ مل. في جهاز الموصدة (AUTOCLAVE).
- ضع الدورق وأطباق بترى والأدوات في سلة الجهاز ، ثم ضع السلة داخل الجهاز .
- أغلق الجهاز جيداً وصله بالتيار الكهربائي أو ضعه على مصدر حراري إذا كان من النوع الذي لا يعمل بالكهرباء ، واتركه مدة (٢٠) دقيقة إلى أن يتصاعد منه البخار .
- اترك الجهاز بعد ذلك فترة من الزمن ليبرد ، ثم أخرج المحتويات منه.
- ضع أطباق بترى على سطح مستو ، واسكب فيها كمية مناسبة من المزيج مباشرة بعد إخراجه من جهاز الموصدة (AUTOCLAVE) مستخدماً ماصة معقمة بطريقة السحب بالانتفاخ المطاطي لا بالفم . ويتم ذلك برفع غطاء طبق بترى قليلاً إلى الأعلى وسكب المزيج في الطبق ثم إعادة إغلاقه مباشرة ، واتركه جانباً ليبرد ويتجمد في درجة حرارة ٤٠ درجة مئوية .
- وتعد هذه المنابت من أكثر المنابت استخداماً في المختبرات المدرسية.

إرشادات :

- ١- حضر خلاصة اللحم ، بغلي قطعة صغيرة من لحم البقر الصافي في الماء عدة ساعات حتى يتبخر القسم الأكبر من الماء ، وتستخدم الخلاصة الرخوة المتبقية .
- ٢- لا تفتح أطباق بترى المحتوية على بيئة الآجار المحضرة إلا في لحظة الزراعة ، وذلك برفع الغطاء مسافة قليلة جداً وبالقرب من لهب بنزن .
- ٣- عقم أطباق بترى المحتوية على بيئة الآجار بتغليفها بورق القصدير ، ووضعها داخل جهاز الموصدة وتشغيله.

طرق الحصول على الآجار (لزراعة فطر عفن الخبز) :

- أ- من البطاطس : يمكن الحصول على آجار الدكستروز والبطاطس بالخطوات التالية :
- قشر ثم قطع كمية من البطاطس البيضاء ، ثم اغلها مدة ساعة واحدة في ٣٥٠ مل. من الماء المقطر. رشح من خلال شاش ، ثم أعد السائل إلى الحجم الأصلي ٣٥٠ مل. بإضافة مزيد من الماء المقطر . وإلى ذلك الحجم من السائل أضف ١ جم. من الدكستروز و ١٠ جم. من الآجار. اغل الخليط لمدة نصف ساعة في غلاية مزدوجة. رشح الناتج ثم عقم ، وأخيراً صب السائل في أوعية صغيرة ومعقمة ، بعد ذلك طعم بما ترغب من عينات العفن للحصول على مزرعة نقية .

ويمكن تحضير وسط من بطاطس - آجار بدون دكستروز .

- ب- من روث الحيوانات : انقع روث حيوان (أرنب، بقرة ، حصان) 200 جم. في الماء لمدة 3 أيام، بعد ذلك خذ السائل وخففه بماء حتى يتحول لونه إلى الأصفر ، أضف إليه الآجار بمعدل 2.5 جم. آجار لكل 100 سم3 من السائل ، اغل الكل وصبه في أوان معقمة .

دراسة العينة مجهرياً :

يتم فحص خواص الشكل الظاهري للبكتيريا وصفاته بالمجهر المركب ، وذلك باستخدام قوة تكبير كافية ؛ لإعطاء صورة واضحة لكائنات متناهية في الصغر قد يبلغ طولها ١٥ ، ٠ من الميكرون.

من الممكن أن تفحص تحت المجهر خلايا بكتيرية حية غير مصبوغة ، تؤخذ مباشرة من العينة المراد دراستها أو من المزرعة التي حضرت سابقاً أو خلايا بكتيرية ميتة ومصبوغة.

فحص الخلايا الحية غير المصبوغة :

تستخدم هذه الطريقة لفحص الخلايا الحية ، وتحديد شكلها وتركيبها الداخلي وحركتها ، وملاحظة عمليات التكاثف فيها .

طريقة العمل :

- ١ . استخدم في هذه الطريقة الشريحة الزجاجية ذات التقعر .
- ٢ . قم بإذابة العينة المراد دراستها - التي أخذت من المزرعة المحضرة أو من بين الأسنان أو من قطعة متعفنة من الفاكهة- في قطرات من الماء المقطر ، وذلك باستخدام عود أو منقاش الأسنان داخل أنبوبة اختبار صغيرة .
- ٣ . باستخدام القطارة ضع قطرة صغيرة من السائل المحتوي على العينة على غطاء الشريحة المستخدمة ، ثم ألصقها بإحكام فوق الجزء المجوف من الشريحة ، بحيث تتدلى القطرة من الغطاء داخل التقعر المستدير في وسط الشريحة .
- ٤ . يمكنك استخدام الشريحة العادية أيضاً في دراسة الخلايا الحية ، وذلك بأن تضع قطرة من السائل المحتوي على العينة على الشريحة مباشرة ، ثم غطها بغطاء الشريحة وألصق بالفازلين أطراف غطاء الشريحة بالشريحة ذاتها منعاً من تبخر السائل .
- ينصح باستخدام المجهر ذي الحقل المظلم أو المجهر المجسم ؛ لدراسة الخلايا البكتيرية الحية التي يصعب دراستها تحت المجهر المركب العادي ؛ لأنها عديمة اللون ، ولأن مشاهدة الأوساط عليها أمر مستحيل .

فحص الخلايا المصبوغة وكيفية الصبغ :

تستخدم هذه الطريقة لدراسة الشكل الظاهري للخلايا البكتيرية ، من حيث ترتيب الخلايا وملاحظة الحويصلات والأوساط ، كما تستخدم أيضاً لتحديد سلوك الخلايا عند استجابتها للأصباغ التمييزية .

طريقة الصبغ البسيطة :

- ١ . ضع باستخدام القطارة قطرة أو قطرتين من السائل المحتوي على العينة المراد دراستها على شريحة زجاجية معقمة ، وباستخدام عود خشبي أو منقاش أسنان معقم انشر قطرة من السائل على سطح الشريحة .
- ٢ . اترك الشريحة فترة من الوقت بالقرب من لهب بنزن حتى تجف ثم مررها وبسرعة خلال اللهب عدة مرات حتى يتم تثبيت العينة (البكتيريا مثلاً) على الشريحة .
- ٣ . ضع الشريحة في حوض الصباغة ، ثم أضف إليها- باستخدام القطارة- بضع قطرات من صبغة أزرق الميثيلين أو الفوكسين القاعدي أو البنفسج البلوري .
- ٤ . اترك الشريحة فترة من الوقت (١ - ٣) دقائق ، ثم اغسلها بالماء المقطر باستخدام قارورة الغسيل البلاستيكية أو القطارة .
- ٥ . جفف الشريحة بتركها مدة من الوقت بالقرب من لهب بنزن أو باستخدام ورق النشاف .
- ٦ . ضع قطرة ماء مقطر فوق المسحة المصبوغة ، ثم غط الشريحة بالغطاء الزجاجي ، ولحفظ العينة ألصق أطراف الغطاء بالشريحة باستخدام الفاازلين .
- ٧ . افحص الشريحة تحت المجهر ، وذلك باستخدام العدسة الزيتية فيها . ولتوضيح الصورة استخدم الضابط الصغير لتجنب إتلاف الشريحة .
- ٨ . استخدم ورق تنظيف العدسات وسائل التنظيف الخاص ؛ لإزالة بقايا الزيت عن العدسة الزيتية والشريحة المحضرة بعد الانتهاء من عملية الفحص .
- ٩ . ألصق قصاصة ورق (ليبيل) على طرف الشريحة مبيناً فيها اسم عينة البكتيريا وتاريخ

تحضيرها، ثم احفظها في صندوق حفظ الشرائح في المختبر .

صبغة جرام GRAM STAIN :

فوائدها : يمكنك بعد صباغة البكتيريا أو تلوينها بهذه الصبغة تصنيفها إلى زميرتين ما يسهل تعرف نوعيها ، وهما :

- بكتيريا إيجابية الجرام : تتلون باللون البنفسجي القاتم.
- بكتيريا سلبية الجرام : تتلون باللون الرمادي .

الكواشف المطلوبة لصبغة جرام:

- محلول صبغة البنفسج البلوري ، انظر طرق تحضير الصبغات .
- كحول إيثيلي تركيز (٩٥٪) .
- محلول صبغة الصفرائين ، انظر طرق تحضير الصبغات .
- محلول جرام اليودي .

طريقة العمل :

١. ضع قطرة من الماء المقطر على شريحة زجاجية معقمة.
٢. خذ عينة من المزرعة البكتيرية التي حضرته أو من العينة المراد فحصها، وذلك باستخدام لفافة بعد تعقيمها ، وادمج العينة في قطرة الماء جيداً ثم افرشها على الشريحة.
٣. ثبت العينة على الشريحة بتركها فترة من الوقت لتجف ، أو بتمريرها وبسرعة خلال لهب بنزن مرات عدة.
٤. ضع الشريحة في حوض الصبغة ، ثم اغمرها بمحلول صبغة البنفسج البلوري ، واطرها فترة (١-٣) دقائق ، فهذا يعمل على تلوين الخلايا البكتيرية بلون بنفسجي (عدا الصامد للأحماض منها)
٥. اغسل الشريحة بماء الصنبور الجاري ، ثم اغمرها ثانية في محلول جرام اليودي ، واطرها مدة (١-٣) دقائق ما يعمل على تثبيت صبغة البنفسج البلوري في خلايا البكتيريا موجبة الجرام ، في حين يفشل في تثبيت الصبغة في الخلايا البكتيرية سالبة الجرام .
٦. اغسل الشريحة ثانية بماء الصنبور الجاري ، ثم اغمرها في الكحول الإيثيلي بتركيز (٩٥٪) مدة (٣٠-٢٠) ثانية ، إذ يعمل الكحول في أثناء هذه المدة القصيرة على إزالة الصبغة من خلايا البكتيريا سالبة الجرام .
٧. اغسل الشريحة بماء الصنبور الجاري ، ثم اغمرها ثانية في محلول صبغة الصفرائين مدة (١٠) ثوان ، ثم اغسلها بالماء الجاري . فمحلول صبغة الصفرائين يلون الجراثيم سالبة الجرام باللون الوردي في حين لا يؤثر في لون الجراثيم موجبة الجرام.
٨. اترك الشريحة لتجف في جو الغرفة ، وإذا أردت الاحتفاظ بالشريحة فيجب تغطيتها بغطاء زجاجي خاص بعد وضع قطرة من بلسم كندا تحته .
٩. ضع الشريحة على منصة المجهر وافحصها باستخدام العدسة الزيتية بعد وضع قطرة من زيت السيدر عليها .

الاستنتاج :

- تتلون الجراثيم إيجابية الجرام باللون البنفسجي ، كالمكورات العنقودية ، والمكورات العقدية، والمكورات الرئوية ، والمكورات المعوية ، عصيات الخناق وعصيات الجمرة.
- تتلون الجراثيم سلبية الجرام باللون الوردي ، كالمكورات البنية ، والمكورات السحائية ، والعصيات القولونية، والسلمونيلا .

رابعاً : التقنية المجهرية MICROSCOPICAL TECHNIQUE

تقنية الشرائح المجهرية :

مقدمة : الواقع أن التقنية المجهرية أو إعداد التحضيرات الميكروسكوبية يتطلب طرقاً ومهارات معينة، كما يدخل فيه الذوق الجمالي ودقة التمييز ، وكذلك حسن التنفيذ . وكل ذلك يستند بالطبع إلى معرفة كاملة وإجادة تامة للأسس العلمية الخاصة بهذه الناحية .
ولكن باستخدام التقنية المجهرية سوف تظهر تفاصيل تركيب هذه الأجسام مثبتة محفوظة، ملونة بألوان رائعة ، توضح تركيبها الدقيق وتنظيمها ، وتجعلها صالحة للفحص الميكروسكوبي والدراسة لسنوات عديدة ، وتحقق من ذلك فائدة علمية كبيرة .

أنواع التحضيرات البيولوجية :

- تحضيرات كاملة : يحمل الحيوان الصغير على الشريحة ، مثل البراغيث والبعوض والذباب والأميبا وبراميسيوم واليوجلينا أو جزء من الصرصور الأمريكي ، ومنها ما يلي :
- ١- تحضيرات جافة : عينة صلبة ، منها الأشواك والأصداف .
 - ٢- تحضيرات رطبة : مثل : الهيدرا ، براميسيوم ، يوجلينا ، ديدان الأرض .
 - ٣- تحضيرات الخلايا الحية : مثل الأوليات وبعض أنسجة الحيوانات عديدة الخلايا .
 - ٤- المسحات والسحقات : فالمسحات : مثل عينات الدم والبراز والحيوانات المنوية ، والسحقات: مثل عينات من خلايا نخاع العظم والخصية.
 - ٥- القطاعات الميكروسكوبية : تجهز هذه التحضيرات من قطع الحيوانات أو أعضاء منها بعد قتلها أو تخديرها . وسمك القطاعات حوالي ٧ ميكرون ، ويكون التقطيع بسكين جهاز الميكروتوم الدوار وأيضاً الميكروتوم اليدوي .

التخدير والتثبيت :

(١) التخدير : هي عملية حقن الحيوان بمادة معينة ، ويراعى زمن التخدير ؛ ولكيلا يسبب أي تغيير في بعض تراكيب أنسجة الحيوان .

أنواع المواد المخدرة :

م	المادة المخدرة	الحيوانات التي تخدر بها
١	١٠ ٪ كحول	الهيدرا
٢	كلوريد المغنسيوم	الحيوانات البحرية (طائفة الشعاعيات)
٣	كبريتات المغنسيوم	اللافقاريات
٤	المنثول	الحيوانات المائية
٥	بخار الإيثر	العناكب/ الحشرات الفقاريات الأرضية
٦	الكلورهيدرات	البلاناريا
٧	دخان التبغ	الحيوانات المهدبة، البراميسيوم والسوطيات والهيدرا
٨	كلور أسيتون (أسيتون + كلورفورم) بنسبة ١ : ١	اللافقاريات بصفة عامة
٩	الاختناق	القواقع (البطن قدميات)
١٠	تخدر بالإيثر أو مادة الكلوروفورم ثم ذبح الحيوان وهو مخدر	الحيوانات الكبيرة الحجم : (القطط والكلاب)
١١	(الدخان الأسود CO) أو قطع الفقرات العنقية	الثدييات الصغيرة
١٢	تخدر الحيوان أو قتله بضربه على الرأس وإدخال إبرة التشريح بين العمود الفقري والجمجمة لإتلاف المخ	البرمائيات

٢- التثبيت : عملية الحفاظ على النسيج من التلف .

أ- أنواع المثبتات :

- ١- البوان المائي : (البوان محلول مشبع بحمض البكريك) .
- ٢- البوان الكحولي .

ب- إعداد وتحضير القوالب الشمعية :

- ١- نزع الماء من العينة بتمرير العينة في تركيزات كحولية متدرجة .
- ٢- الترويق . عملية وسطية بين نزع الماء وطمر الشمع .
- ٣- التشبييع بالشمع. يمكن استخدام الشمع الطري SOFT WAX أو الشمع القاسي HARD WAX .
- ٤- الطمر .
- ٥- تشذيب القوالب الشمعية وتثبيتها على الميكروتوم النباتي أو الحيواني .

ج- الصبغ الحيوية :

هي مواد تستخدم بطرق متعددة لتلوين الأنسجة الجسمية حتى يسهل فحصها بالميكروسكوب.

أنواعها :

- ١- صباغة الأنسجة الحية ، وتتم بطريقتين :
 - داخل النسيج الحي .
 - غمر الخلايا في الصبغ .
- ٢- الصبغ بالذوبان .
- ٣- الصبغ بتلوين مواد في النسيج بطريقة كيميائية .
- ٤- التلوين بالتحلل بالترسيب المعدني (الفضة) أو قابليته التفاعل مع الفضة .
- ٥- الصباغة باستخدام أصباغ طبيعية تخليقية ، مثل الهيماكساليث : كارمين .

د - التحضير اليدوي بالميكروتوم النباتي (عملي) :

- ١- ثبت العينة على الميكروتوم بإحكام (جذر ، ساق ، ورقة) .
- ٢- اقطع العينة بشفرة خاصة على حوض به ماء .
- ٣- التقط القطاعات النباتية بفرشاة ، ثم انقلها إلى الشريحة .
- ٤- ضع قطرة جلسرين + قطرة ماء مقطر ثم غطها .
- ٥- ضع الشريحة تحت المجهر وشاهد أجزاء القطاع بوضوح .

هـ- أنواع القطاعات :

- ١- طولية (L.S) LONGITUDINAL SECTION
- ٢- عرضية (T.S) TRANSVERSE SECTION
- ٣- سهمية (S. S) SAGGITAL SECTION
- ٤- جبهية (F. S) FRONTAL SECTION

خامساً : تحضير الشرائح المجهرية

يحتاج معلم الأحياء في كثير من الأحيان إلى بعض الكائنات الحية أو جزء منها ؛ لدراسة التراكيب الداخلية أو الخارجية لها ، والتعرف على صفاتها وخصائصها ما يضطره إلى البحث عنها . وقد يستغرق هذا العمل وقتاً طويلاً لا تتحمله الحصة الصفية ، لذا لابد من أن يلجأ إلى تحضير شرائح مجهرية ؛ ليستخدمها في مثل هذه الحالات .

وإذا أراد المعلم أن يعلم طلبته كيفية تحضير هذه الشرائح ، فإنه يختار العينة المناسبة من البيئة المحلية، ويحضر الشريحة اللازمة إذا كان تحضيرها لا يتعدى وقت الحصة الصفية ، وفي مثل هذه الحالة تكون الشريحة مؤقتة ، مثل شريحة خلايا البصل أو قطاع في ساق أو جذر نبات ذي فلقه وذئ فلقتين أو قطاع في ورقة نبات ذي فلقه أو ذي فلقتين ... إلخ .

أما إذا كانت العينة نادرة ومن الصعب الحصول عليها مرة ثانية ، فيفضل تحضير الشريحة بشكل يبقها لفترة أطول . وتسمى في هذه الحالة شرائح دائمة تحفظ في صندوق الشرائح المجهرية المحضرة في المختبر؛ لاستخدامها وقت الحاجة . وسنعرض هنا طرق تحضير الشرائح المجهرية الدائمة والمؤقتة .

أولاً : طرق تحضير الشرائح المجهرية المؤقتة :

• لمسحة من الدم البشري :

المواد والأدوات المطلوبة :

- عينة من دم بشري .
- شرائح زجاجية وملقط .
- لهب بنزن .
- أغطية شرائح زجاجية .

طريقة العمل :

١ . خذ قطرة من الدم بوخز الإبهام أو السبابة بإبرة معقمة وتخلص من القطرة الأولى ثم خذ قطرة ثانية وضعها على الشريحة . شكل (١) .

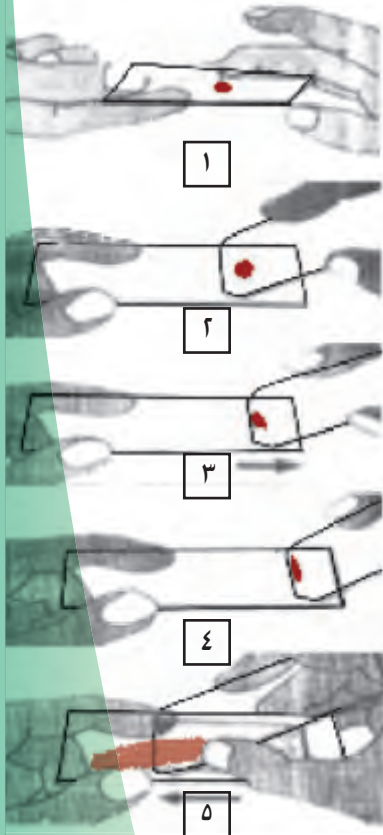
٢ . ثبت الشريحة بإحدى يديك واستعمل اليد الأخرى لوضع الشريحة الثانية أمام قطرة الدم مباشرة . شكل (٢) .

٣ . اسحب الشريحة العلوية إلى الخلف حتى تلامس قطرة الدم . شكل (٣) .

٤ . اترك الدم ينساب على الحافة السفلية للشريحة العلوية . شكل (٤) .

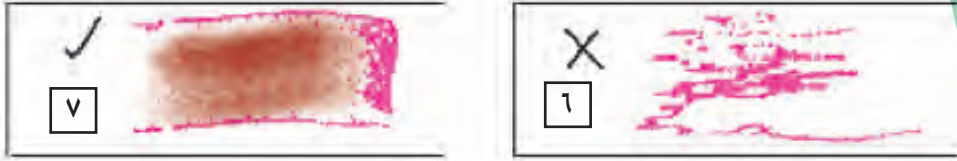
٥ . ادفع الشريحة العلوية إلى الأمام بحركة هادئة إلى أن تنتهي عينة الدم قبل بلوغ نهاية الشريحة السفلية . شكل (٥) .

٦ . تأكد أن الشريحة التي تم تحضيرها مقبولة ضمن



الشروط الآتية :

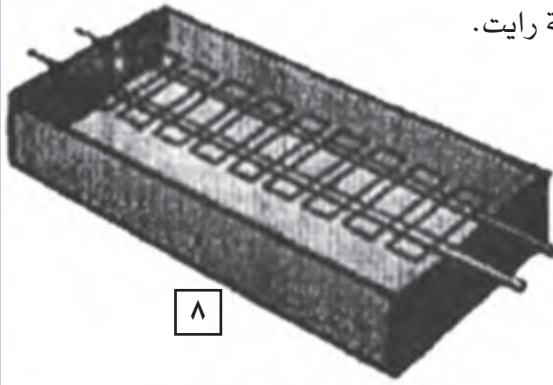
- ألا يكون هناك خطوط ممتدة عبر المسحة أو خلالها . شكل (٦) .
- ألا تكون المسحة طويلة جداً .
- ألا تكون المسحة العينة ثخينة جداً .
- ألا تحتوي المسحة على فجوات وفقااعات .
- أن تكون المسحة متجانسة . شكل (٧) .



٧. غط الشريحة المحضرة بغطائها (COVER) وافحصها تحت المجهر حيث تظهر خلايا الدم الحمراء بشكل واضح وبالتالي تكون قد حضرت شريحة مؤقتة .
وإذا رغبت في صباغة هذه الشريحة المؤقتة فيجب اتباع الخطوات الآتية :

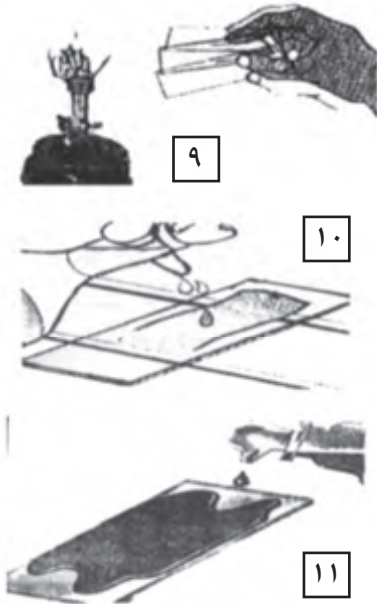
الأدوات والمحاليل المستخدمة :

- حوض خاص بالصباغة . شكل (٨) .
- ماء مقطر وكحول ميثيلي ومحلول صبغة رايت .
- محلول منظم (STAIN BUFFUR)
- درجة حموضة ٦,٥ لتحضير
- ملون رايت (راجع تحضير
- محاليل الصبغ) .

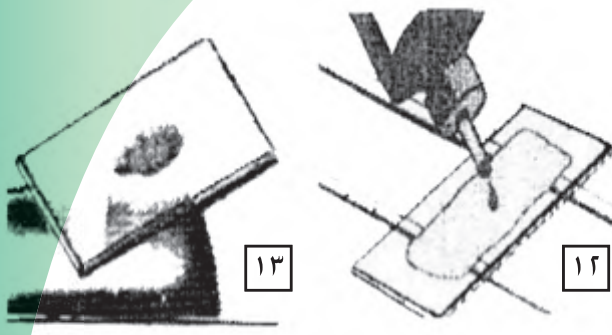


طريقة الصبغ :

بعد أن يتم تحضير سحبة الدم المناسبة
كما سبق، وقبل تغطيتها بغطاء الشريحة يمكن
صباغتها باتباع الخطوات الآتية :



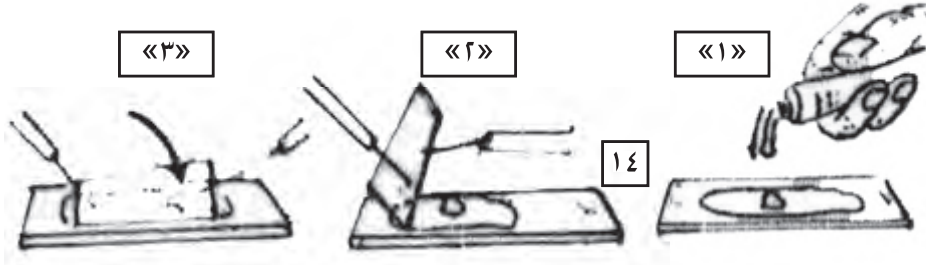
١. اترك الشريحة جانباً لتجف أو جففها بتحريكها بسرعة
على بعد ٥ سم. من لهب بنزن ، ثم ضع الشريحة فوق
حوض الصبغ . شكل (٩) .
٢. ثبت العينة وذلك بإضافة بضع قطرات من الكحول
الميثيلي إلى الشريحة . شكل (١٠) .
٣. امزج حجماً واحداً من محلول أزرق الميثيلين ،
وحجمين من المحلول المنظم (BUFFER) أو الماء
المقطر .
٤. أغمر الشريحة في المزيج المحضر في البند السابق
ثم اتركها (٥ - ١٠) دقائق . شكل (١١) .
٥. اغسل الشريحة بالمحلول المنظم أو بالماء المقطر .
٦. اغمر الشريحة في محلول رايت المخفف لمدة ١٠
دقائق . انظر الشكلين (١٢ ، ١٣) .



٧. اغسل الشريحة بالماء المقطر واتركها تجف في درجة حرارة الغرفة.

٨. غط الشريحة بغطائها الخاص بعد وضع قطرات من (كندا بلسم) تحت غطاء الشريحة حتى يحفظ الشريحة ، كما يظهر في الشكل (١٤- ١، ٢، ٣).

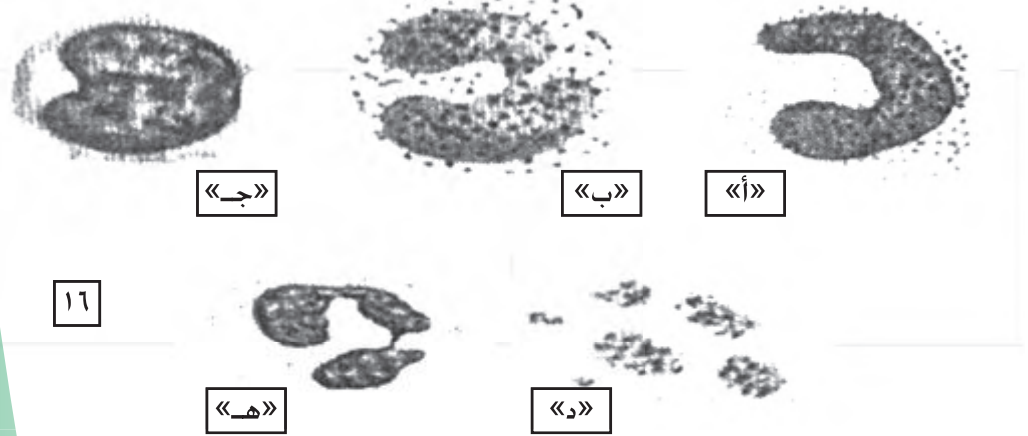
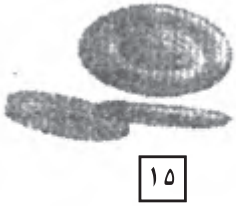
٩. ثبت بطاقة صغيرة (ليل) على حافة الشريحة، واكتب اسم العينة وتاريخ تحضيرها . وبذلك تكون قد حصلت على شريحة دائمة يمكنك أن تشاهد فيها تحت المجهر ما يلي:
١- خلايا الدم الحمراء : تظهر بلون أحمر. شكل (١٥).



٢- أنوية خلايا الدم البيضاء : تظهر بأشكال عدة وبألوان مختلفة. شكل (١٦ أ، ب، ج، د، هـ).

أ- أنوية الكريات البيضاء الحمضية (EOSINOPHILS) بلون أحمر مائل إلى البرتقالي.

ب- أنوية الكريات البيضاء القاعدية (BASOPHILS) بلون



أرجواني مائل إلى الأسود.

ج- أنوية الكريات البيضاء الليمفية (LYMPHOCYTES) بلون أرجواني داكن ، والسيتوبلازم بلون أزرق فاتح .

د- أنوية الكريات البيضاء المتعادلة (NEUTROPHILS).

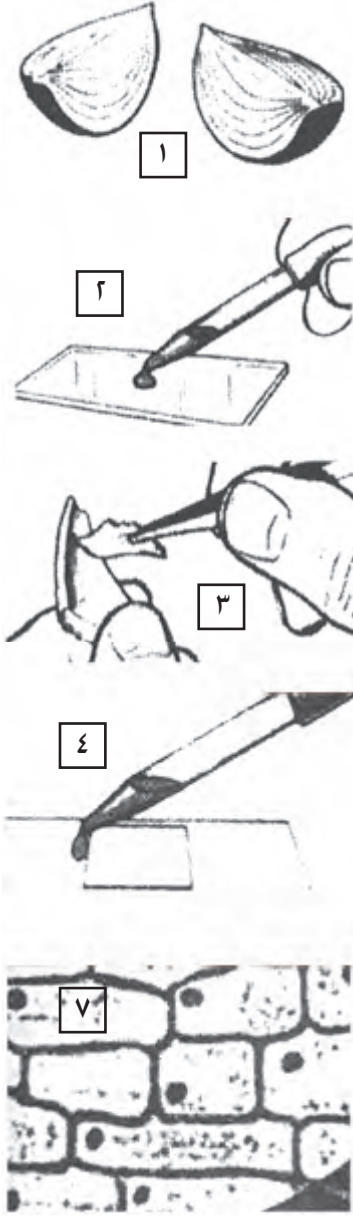
هـ- الصفائح الدموية (THROMBOCYTES) تبدو كحبيبات لونها مائل بين بنفسجي إلى أرجواني.

• لخلية مؤقتة نباتية (خلايا البصل) :

المواد والأدوات المطلوبة :

- بصل - ملقط - شرائح زجاجية - أغطية شرائح زجاجية
- ورق نشاف - قطارة - إبر تشريح - محلول اليود أو صبغة الميثيل الأزرق .

طريقة العمل :



- ١ . اقطع البصلة طولياً إلى أربعة أقسام. شكل (١) .
- ٢ . ضع قطرة من الماء في وسط الشريحة. شكل (٢) .
- ٣ . استخلص باستخدام الملقط قطعة صغيرة من الغشاء الرقيق المبطن للسطح الداخلي من البصلة ، وضعها فوق قطرة الماء وسط الشريحة وافرشها جيداً . شكل (٣) .
- ٤ . باستخدام إبرة تشريح أو الملقط الخاص بالأغطية أنزل غطاء الشريحة - بعد وضعه بزاوية ٤٥ درجة - تدريجياً حتى يصل الغطاء إلى سطح الشريحة ، واحرص على ألا يحبس الغطاء أي فقاعات هوائية بينه وبين الشريحة. شكل (٦) .
- ٥ . اصبغ الشريحة بإضافة قطرة من محلول اليود أو صبغة الميثيل الأزرق إلى حافة غطاء الشريحة. ويمكن نشرها تحت الغطاء باستخدام ورقة نشاف. شكل (٥ ، ٤) .
- ٦ . وبذلك تكون قد حصلت على شريحة مؤقتة لخلايا البصل كما تظهر تحت المجهر. شكل (٧) .

• لخلية حيوانية:

الأدوات والأجهزة المطلوبة :

- صبغة أزرق ميثيلين - غطاء شريحة زجاجي - مجهر ضوئي - شريحة زجاجية فارغة .

طريقة العمل :

- ١- اكشط الوجنة الداخلية لفمك بواسطة نكاشة أسنان ثم ضع ما تجمع على النكاشة (العينة) على شريحة زجاجية ، ويمكن إضافة محلول ملحي ٩ ، ٠ . % .
- ٢- ضع غطاء الشريحة فوق قطرة المحلول الملحي على الشريحة .
- ٣- افحص الشريحة مجهرياً أولاً بالعدسة الشيئية الصغرى ، واستمر بالتكبير حتى تلاحظ نوى خلايا بطانة الفم بوضوح. ويمكن أيضاً صباغتها بإضافة قطرة من صبغة الميثيلين الأزرق (METHYLENE BLUE) لمدة دقيقة واحدة ، فيزداد وضوح الشريحة. وسوف يصبغ كل من السيتوبلازم والنواة بالصبغة إلا أن لون النواة يكون داكناً أكثر.

● لعينة ماء مستنقع راكد :

الأدوات والأجهزة المطلوبة :

- جهاز الطرد المركزي اليدوي أو الكهربائي .
- أنابيب اختبار صغيرة عدد (٢) قياس ٥ مل ، ١٠ مل .
- قطارة - شرائح زجاجية - أغطية شرائح - عينة من ماء راكد .

طريقة العمل :

- ١- ضع عينة من الماء الراكد في الأنبوبة الأولى ، وضع في الأنبوبة الأخرى الكمية نفسها من ماء نقي.
- ٢- ضع الأنبوبتين متقابلتين في جهاز الطرد المركزي ، وأغلق الجهاز بغطائه الخاص ، وحرك قرص السرعة بسرعة (١٠٠٠ دورة / دقيقة) واضبط قرص الزمن على (٥) دقائق ، وصل الجهاز بالتيار الكهربائي ، أو قم بتدوير المدور اليدوي إن كان يدوياً لمدة ١٠ دقائق تقريباً .
- ٣- أخرج الأنبوبتين من داخل الجهاز ، وخذ الأنبوبة المحتوية على العينة واسكب السائل الموجود فيها على أن يبقى الراسب في قعرها (أسفلها) .
- ٤- خذ عينة من الراسب في قعر الأنبوبة بواسطة القطارة وضعها في وسط شريحة زجاجية نظيفة.
- ٥- أمسك غطاء الشريحة من الحافتين الجانبيتين ، واجعل الحافة الثالثة تلامس العينة والشريحة ، ثم أنزله تدريجياً حتى يصل إلى سطح الشريحة ، واحرص على عدم تكون فقاعات هوائية بين الشريحة والغطاء .
- بذلك تكون الشريحة جاهزة للفحص ، ويمكن أن تلاحظ وتشاهد كائنات حية مختلفة في العينة. (الملحق).

● لقطاع عرضي لجذور نبات ذي فلقتين (جذر فول حديث) :

المواد والأدوات المطلوبة :

- مجهر - جذر فول حديث- جزرة حمراء تستخدم بدلاً من الشمع - شرائح زجاجية فارغة - ميكروتوم - أغطية شرائح زجاجية - قطارة - إبرة تشريح - محلول يود - سكين حادة (شفرة) خاصة بالميكروتوم.

طريقة العمل :

- ١- اسلق جزرة حمراء واتركها تبرد.
- ٢- شذبها من الخارج بحيث تغطي نفس قطر فتحة الميكروتوم .
- ٣- انقب في منتصف الجزرة حتى ينفذ من الجهة الأخرى، ويكون قطر الثقب مساوياً لسماك جذر الفول المراد أخذ القطاع منه .
- ٤- مرر جذر الفول خلال ثقب الجزرة، ثم ثبت الجزرة المسلوكة على الميكروتوم .
- ٥- تحكم في سمك المقطع الذي ستعده من الجذر الحديث، وذلك باستخدام الميكرومتر الموجود أسفل عمود الميكروتوم، بحيث تثبت أولاً صفر الميكرومتر على صفر الميكروتوم، واحرص على بقاء السطح العلوي للعينة (الجذر الحديث للفول) في مستوى سطح الميكروتوم نفسه .
- ٦- حرك المقبض الخاص بالميكروتوم باتجاه عقارب الساعة إلى أن ينطبق الرقم الذي تريده على صفر الميكروتوم.
- ٧- اقطع المقطع بسكين حاد أو شفرة حلاقة جديدة، وليكن سمك القطاع ما بين (٦-٨ ميكرون).
- ٨- حمل قطاعات الجذر على ماء في طبق بتري ، وخذ بإبرة التشريح بعضها وحملها على شريحة زجاجية نظيفة فوق قطرة ماء.

- ٩- ضع قطرة يود بواسطة قطارة فوق القطاع، ثم نشفه بورق النشاف ، ثم أسقط غطاء الشريحة بعد وضعه بزاوية ٤٥ درجة تدريجياً بواسطة الملقط الخاص بالأغطية .
- ١٠- اضبط الشريحة على العدسة الشيئية الصغرى ، ثم حرك الضابط الكبير حتى تتضح بعض المعالم، ثم اضبط بالضابط الصغير حتى تظهر كل التفاصيل، ثم حاول التكبير أكثر ، ولاحظ المكونات التالية :

● البشرة وبها شعيرات جذرية - القشرة وهي عبارة عن صفوف عدة من الخلايا - الأسطوانة الوعائية التي تشمل البريسيكل ثم الحزم الوعائية من خشب ولحاء ، وهما يقعان على هيئة أنصاف أقطار متبادلة. النخاع ويرى أنه جزء صغير في مركز الجذر. شكل (١)

● لقطاع عرضي في ساق نبات ذي فلتتين :

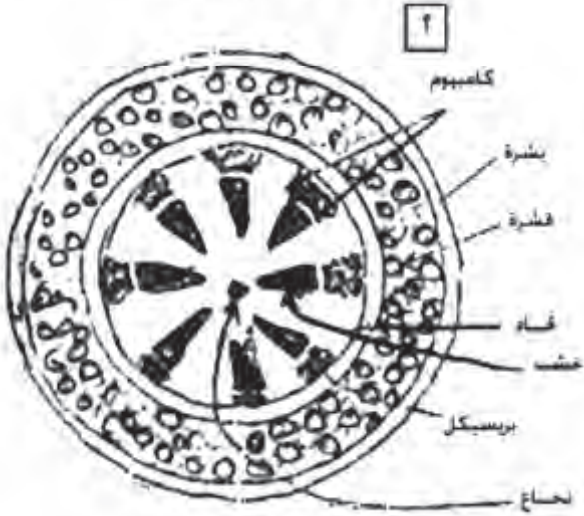
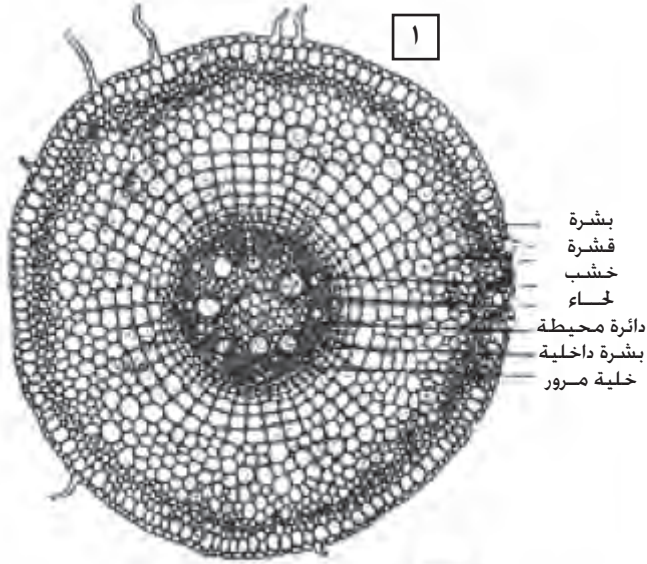
المواد والأدوات المطلوبة :

- ساق فول حديث - جزرة
- حمراء- شرائح زجاجية فارغة-
- ميكروتوم- شفرة (موس)- قطارة -
- إبرة تشريح- أغطية شرائح زجاجية
- محلول يود - مجهر ضوئي.

خطوات العمل :

تتبع مراحل وخطوات تحضير قطاع في جذر فول حديث كما مر سابقاً فهي نفس الخطوات هنا. وبعد ضبط الشريحة على العدسة الشيئية الصغرى ستتضح المعالم التالية :

- البشرة وليس عليها شعيرات-
- القشرة أضيق من قشرة الجذر -
- الأسطوانة الوعائية في مقطع الساق تكون فيها الحزم الوعائية مرتبة في دائرة واحدة، وكل حزمة وعائية تتكون من خشب ولحاء يفصل بينهما الكميوم -
- النخاع يرى بأنه يشغل جزءاً كبيراً في مركز الساق. شكل (٢).



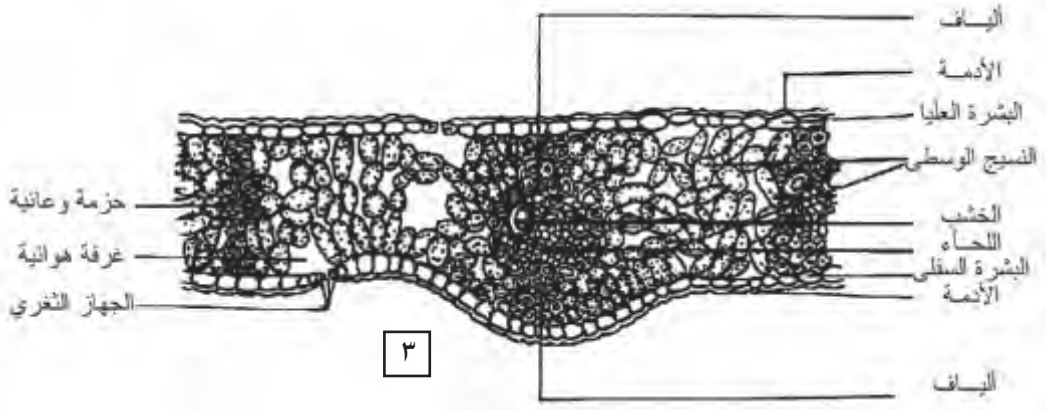
● لقطاع عرضي في ورقة نبات فلتتين:

المواد والأدوات المطلوبة:

- مجهر - ورقة نبات فلتتين- جزرة حمراء تستخدم بدلاً عن شمع البرافين- ميكروتوم - سكين حاد
- أو شفرة حلاقة- قطارة - إبرة تشريح - شرائح زجاجية - أغطية شرائح زجاجية- ملقط.

خطوات العمل :

- ١- اسلق جزرة حمراء واطرها تبرد .
 - ٢- شذبهها من الخارج بحيث تعطي نفس قطر فتحة الميكروتوم كما مر في تحضير شريحة مؤقتة لقطاع عرضي في جذر فول .
 - ٣- ثبت الورقة بفرشها طولياً على الجزرة ، بحيث تكون ملفوفة على الجزرة وقمة الورقة للأعلى على مستوى سطح الميكروتوم ، واربطها بخيط في الأسفل ، وذلك بلفه عدة مرات على الورقة والجزرة معاً في أسفل الجزرة . أي يكون لف الخيط على الجزء الذي سيكون داخل الميكروتوم (في قاع التجويف) .
 - ٤- أكمل بقية الخطوات التي اتبعتها في عمل قطاع في الجذر .
- اضبط الشريحة على العدسة الشيئية الصغرى حتى تبدأ تتضح المعالم ، ثم اضبط بالضابط الصغير حتى تظهر كل التفاصيل بوضوح . ومن هذه التفاصيل تظهر الأنسجة الآتية: شكل (٣) .
- البشرتان العليا والسفلى :**
- وكل منهما عبارة عن صف واحد من الخلايا الحية ولا يوجد بها بلاستيدات خضراء ، ويتخلل هذه الخلايا ثغور ، وهي أكثر في البشرة السفلى ، ومن خلال هذه الثغور يتم تبادل الغازات .
- النسيج المتوسط :** ويتكون من:



- أ- النسيج العمادي : ويقع أسفل البشرة العليا ، وخلاياه متعامدة طولياً ، وتحتوي على بلاستيدات خضراء كثيرة .
- ب- النسيج الإسفنجي : ويتألف من خلايا حية غير منتظمة الشكل ، بينها مسافات بينية ، وتحتوي على بلاستيدات خضراء .
- ج- النسيج الوعائي : وهو عبارة عن حزم وعائية تمتد في عروق الورقة . وتتكون الحزمة من :
 - الخشب : ويقع في النصف الأعلى جهة البشرة العليا ، ويقوم بنقل العصارة الناضجة في النسيج المتوسط .
 - اللحاء : ويقع في النصف الأسفل جهة البشرة السفلى ، ويقوم بتوصيل العصارة الناضجة من النسيج المتوسط إلى جميع أجزاء النبات .

ثانياً : تحضير الشرائح الدائمة :

الشرائح الدائمة هي الشرائح التي تحضر لتستخدم لأكثر من مرة ، وتحفظ مدة طويلة من الزمن، وغالباً ما تحضر هذه الشرائح لعينات نادرة يكون من الصعب الحصول عليها في أي وقت ، فتحفظ في المختبر إلى حين الحاجة إليها .

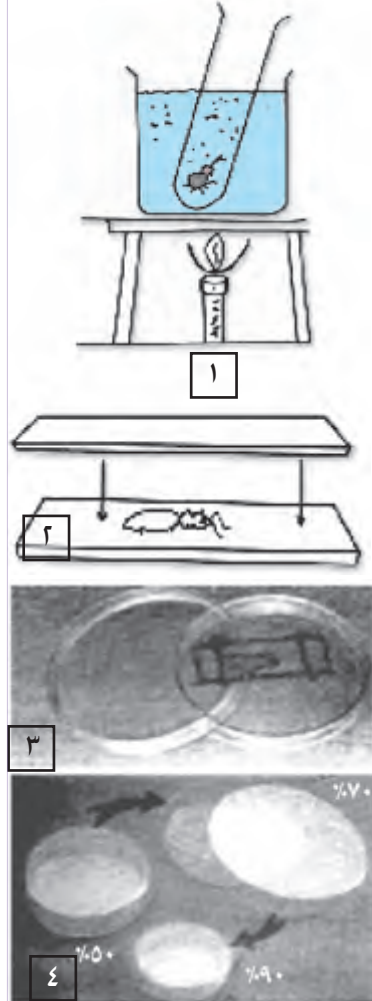
ومن الأمثلة على ذلك تحضير شريحة دائمة لعضو الاستشعار في صرصور أو أي جزء منه ، أو من أحد الحيوانات اللافقارية .

١- تحضير شريحة دائمة لعضو الاستشعار في الصرصور :

الأدوات والمواد المستخدمة :

- أحد المفصليات ، وليكن - على سبيل المثال - صرصوراً (العينة).
- محلول حمض الإسيستيك (١٪) ويحضر بإذابة ١ جرام. من حمض الإسيستيك في ٢٠ مل. من الماء المقطر، وبعد ذوبانه يضاف الماء المقطر إلى المحلول حتى نحصل على ١٠٠ مل. منه.
- محلول هيدروكسيد البوتاسيوم ١٠٪. ويحضر بإذابة ١٠ جم. من هيدروكسيد البوتاسيوم في ٢٠ مل. من الماء المقطر ثم نضيف إلى المحلول بعد ذوبانه الماء المقطر حتى نحصل على ١٠٠ مل. منه.
- ماء مقطر - بلسم كندا ، زایلين - خيط أو شريط لاصق- قطن - ورق لاصق .
- كحول إيثيلي بتركيز (٥٠٪ ، ٧٠٪ ، ٩٠٪ ، ١٠٠٪) .
- شرائح مجهرية نظيفة - أغطية شرائح زجاجية - طقم تشريح - أطباق بتري عدد(٥)
- كأس زجاجية سعة ١٠٠ مل .

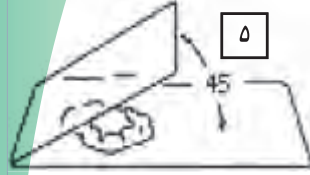
خطوات العمل :



- ١- ضع العينة (الصرصور كاملاً) داخل أنبوبة اختبار يحتوي على كمية مناسبة من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم ، ثم ضع الأنبوبة في حمام مائي يغلي مدة (٣٠-٢٠) دقيقة تقريباً ما يؤدي إلى تثبيت مكونات الخلايا وحفظها من الفساد والتحلل. شكل (١) .
- ٢- أخرج العينة من المحلول واغسلها بالماء المقطر جيداً، ثم اقطع الجزء الذي ترغب في دراسته (عضو الاستشعار مثلاً) وضعه على شريحة زجاجية نظيفة. شكل (٢).
- ٣- ضع شريحة زجاجية أخرى فوق العينة واضغطهما معاً من جميع الجوانب ، وجفف السائل الذي يخرج من العينة بقطعة قطن. شكل (٢).
- ٤- ثبت الشريحتين معاً باستخدام الخيط أو الشريط اللاصق ثم ضعهما في طبق بتري أو كأس زجاجية تحتوي على كمية مناسبة من محلول حمض الإسيستيك بتركيز (١٪) ، واتركهما مدة (٥) دقائق حتى تحتفظ الخلايا بشكلها. شكل (٣).
- ٥- أخرج الشريحتين من محلول حمض الإسيستيك واغسلها بالماء المقطر .
- ٦- ضع الشريحتين في أطباق بتري تحتوي على كحول إيثيلي بتركيز (٥٠٪ ، ٧٠٪ ، ٩٠٪) على التوالي مدة (١٠) دقائق في كل محلول شكل (٤).

٧- ارفع الشريحة العلوية مع المحافظة على بقاء العينة على الشريحة السفلية ، وضعها فوق حوض الصباغة - كما سبق ذكره في صباغة شريحة الدم- ثم اغمرها ببضع قطرات من محلول كحول إيثيلي تركيزه ٩٠٪ مدة (٥) دقائق ، ثم اغمرها مرة ثانية بمحلول كحول إيثيلي تركيزه ٩٠٪ مدة (٥) دقائق أيضاً .

٨- اسكب الكحول عن الشريحة مع المحافظة على العينة الموضوعة عليها ، ثم أعد الشريحة ثانية إلى حوض الصباغة، واغمرها ببضع قطرات من محلول الزايلين مدة (١٠) دقائق حتى



تصبح العينة شفافة.

٩- اسكب محلول الزايلين عن الشريحة ثم غط العينة بكمية مناسبة من كندا بلسم، وغطها بغطاء زجاجي، وذلك بمسكه من حافتيه

وجعل الحافة الثالثة تلامس سطح الشريحة، ثم أنزله ببطء إلى أن يغطي العينة، وباستخدام قطنة مبللة بالزايلين جفف الزائد من كندا بلسم. شكل (٥).

١٠- ضع الشريحة جانباً حتى تجف ، ثم ثبت بطاقة صغيرة على أحد أطرافها واكتب عليها اسم العينة وتاريخ تحضيرها ، واحفظها في علبة الشرائح لاستخدامها عند الحاجة .

ملحوظات :

- تستخدم الطريقة السابقة في تحضير الشرائح الدائمة ولتحضير شريحة دائمة لعينة ما بهدف دراسة تركيبها وشكلها الخارجي. أما إذا أردت أن تدرس تركيبها الداخلي فيجب أن تعالجها بطريقة الطمر في شمع البرافين أولاً ثم تأخذ منها مقطعاً عرضياً أو طولياً لدراسته .
- تستخدم هذه الطريقة أيضاً في تحضير شريحة لعينة كاملة ، كعينة قمل أو عينة نملة .
- يعمل الكحول على إزالة الماء من العينة تدريجياً .
- يحفظ الكندا بلسم العينة من التلف ويبقي أنسجتها لينة طرية .

٢- تحضير شريحة دائمة لخلايا البصل :

المواد والأدوات المطلوبة :

- ١- كحول إيثيلي تركيزه (٧٠٪ ، ٩٠٪ ، ١٠٠٪) - كندا بلسم - أطباق بتري عدد ٤ - أنابيب اختبار عدد ٤ - زايلين - بصل - إبرة تشريح - ملقط - محلول يود - أو صبغة الميثيل الأزرق .

خطوات العمل :

- ١- باستخدام الملقط خذ قطعة صغيرة (عينة) من الغشاء الرقيق المبطن للسطح الداخلي للبصلة
- ٢- اصبغ الشريحة بوضع قطرة صغيرة من محلول اليود أو صبغة الميثيل الأزرق على العينة واتركها لتجف . وتتم عملية الصبغ أولاً حيث إن العينة قد أخذت مباشرة من قشرة البصلة ولم يتم أخذها من مقطع شمعي .

٤- انقل العينة بعد ذلك إلى الشريحة برفق كي لا تتلف .

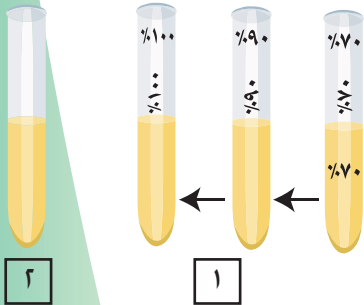
- ٥- ضع العينة في كحول تركيزه (٧٠٪) ثم في محلول تركيزه (٩٠٪) ثم في محلول تركيزه (١٠٠٪) على التوالي مدة (٥) دقائق في كل محلول ؛

للتخلص من الماء الموجود فيها. شكل (١).

- ٦- ضع العينة في محلول الزايلين مدة (٥) دقائق حتى تكتسب شفافية جيدة. شكل (٢).

٧- ثبت العينة باستخدام كندا بلسم، ثم ضع غطاء الشريحة برفق ، كما ذكرنا سابقاً في تحضير الشريحة المؤقتة .

٨- ثبت بطاقة صغيرة على جانب الشريحة ، واكتب عليها



اسم العينة وتاريخ تحضيرها، ثم احفظها في علب الشرائح المحضرة لاستخدامها عند الحاجة.

٣- تحضير شريحة دائمة لمقطع من نسيج حيواني:

تعرفنا فيما سبق على كيفية إعداد شرائح مجهرية مؤقتة ودائمة لبعض الخلايا والأنسجة الحيوانية، كما في نسيج خلايا الدم. ولأن بعض الأنسجة الحيوانية تكون طرية فإنه يلزم تقسيئها قبل تجزئتها إلى مقاطع عرضية أو طولية لدراستها وذلك بطمر هذا النسيج في شمع البرافين ثم أخذ المقاطع المطلوبة.

كيفية تحضير شريحة لمقطع عرضي من أمعاء ضفدع:

الأدوات والأجهزة المطلوبة:

العينة- شرائح زجاجية فارغة- أغطية شرائح زجاجية - طقم تشريح- قطن- ميكروتوم يدوي - ورق تشيف- كؤوس زجاجية- فرن تجفيف- شمع البرافين. شكل (١).



المواد الكيميائية المطلوبة:

محلول ملحي تركيزه (٠,٧٪) - كلوروفورم أو إيثر - ماء مقطر - صبغة الهيماتوكسلين - محلول مثبت (فورمالين بتركيز ١٠٪) - كند بلسم - صبغة الأيوسين - بيكربونات الصوديوم - كحول إيثيلي بتركيز (٥٠٪، ٧٠٪، ٨٠٪، ٩٠٪، ٩٦٪، ١٠٠٪).

طريقة العمل:

أولاً: التثبيت والتقسية (FIXING HARDENING)

التثبيت: عملية حفظ التركيب الخلوي والنسيجي للعينة من الفساد والتحلل مع احتفاظها بجميع صفاتها بعد عزلها عن الجسم. التقسية: عملية حفظ شكل العينة ثابتاً دون أن يتغير.

محاليل مثبتة:

- الفورمالين بتركيز (١٠٪) FORMALIN
- محلول زنكر (ZENKER'S SOLUTION)
- محلول بوان BOUIN'S SOLUTION

كيفية التثبيت والتقسية:

- ١- شرح ضفدعة وخذ عينة من أمعائها لا يتجاوز طولها ١ سم.
- ٢- اغمس العينة في محلول ملحي تركيزه (٠,٧٪) لحفظ شكل الخلايا ثابتاً ومنعها من الانكماش.
- ٣- ضع العينة في وعاء محكم الغلق، به كمية من محلول التثبيت (فورمالين بتركيز ١٠٪) واتركها (١٢-٢٤) ساعة شريطة أن تكون العينة مغمورة كلياً بالمشيت.
- ٤- أخرج العينة من محلول التثبيت، واغسلها جيداً بكحول تركيزه (٧٠٪) عدة مرات؛ للتخلص من مادة التثبيت.

ثانياً: انتزاع الماء (التجفيف) DEHYDRATION:

تهدف هذه العملية إلى إزالة الماء تماماً من العينة بشكل تدريجي بواسطة الكحول أو الأسيتون قبل وضعها في شمع البرافين، لأن الماء لا يختلط بشمع البرافين الذي يستخدم في عملية الطمر.

كيفية انتزاع الماء (التجفيف):

- ١- ضع العينة في وعاء يحتوي على كحول بتركيز (٨٠٪) مدة ساعة.
- ٢- انقل العينة إلى وعاء آخر يحتوي على كحول بتركيز (٩٠٪) مدة ساعتين.
- ٣- انقل العينة إلى وعاء ثالث به كحول بتركيز (٩٦٪) مدة ٣٠ دقيقة.

٤- انقل العينة إلى وعاء رابع به كحول بتركيز (١٠٠٪) مدة ٣٠ دقيقة.

ثالثاً : الترويق CLEARING :

لا يختلط الكحول بشمع البرافين ؛ لذلك يجب نقل العينة إلى وسط آخر يختلط به كل من الكحول وشمع البرافين، والمادة المستخدمة في مثل هذه الحالة هي الزيالين ، حيث تساعد على جعل العينة شبه شفافة ، كما يمكن استخدام البنزين أو الكلوروفورم بدلاً من الزيالين.

كيفية الترويق :

١- حضر مخلوطاً مكوناً من أجزاء متساوية من كحول بتركيز ١٠٠٪ وزيالين.

٢- ضع العينة في المخلوط المذكور أعلاه مدة ٣٠ دقيقة .

٣- انقل العينة إلى وعاء آخر يحتوي على الزيالين النقي فقط ، واطرها مدة ٤٥ دقيقة.

رابعاً: الطمر في شمع البرافين EMBEDDING IN PARAFFIN WAX :

تهدف هذه العملية إلى تقوية دعامة العينة لتحمل التقطيع ، ويستخدم شمع البرافين عادة لهذه العملية .

كيفية الطمر:

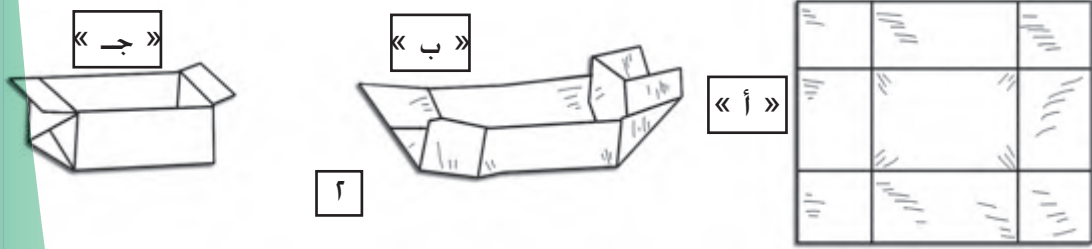
١- ضع العينة في مخلوط من الزيالين والبرافين مدة ٢٠ دقيقة.

٢- اصنع في إنشاء فترة الانتظار مكعباً صغيراً من الورق مفتوحاً من أعلى كما في الشكل (٢ أ، ب، ج).

٣- انقل العينة إلى وعاء زجاجي يحتوي على برافين نقي منصهر ، وضع الوعاء داخل فرن درجة حرارته أعلى من درجة حرارة البرافين ، التي تتراوح ما بين (٥ - ٥٠) درجة مئوية مدة ساعتين مع ضرورة تغيير البرافين مرة أو مرتين أثناء هذه الفترة حتى يزول أي أثر متبق للزيالين.

٤- صب بسرعة محتويات الوعاء (العينة والشمع) في المكعب الذي صنعته (في البدء) شريطة أن تكون العينة في الاتجاه العلوي من المكعب مستعينة بملقط ، ثم انفخ بلطف على سطح المكعب حتى تتشكل طبقة رقيقة من الشمع على السطح .

٥- اغمر المكعب برفق في ماء بارد ، ثم اتركه ليطفو على السطح ، ولا تخرجه حتى يتجمد البرافين من جميع الجوانب.



خامساً : التقطيع SECTIONING :

الأدوات المستخدمة :

- الميكروتوم (جهاز تقطيع الشرائح) - سكين حاد خاص بالميكروتوم .

أنواع الميكروتوم:

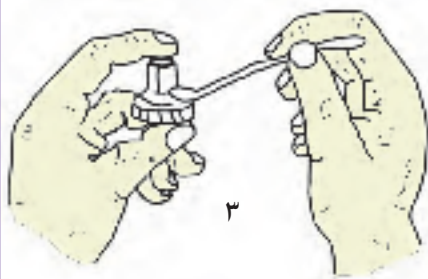
١- الميكروتوم اليدوي : وهو المتوافر عادة في معظم المختبرات المدرسية. شكل (٣).

٢- الميكروتوم الكهربائي : يستخدم في تحضير أعداد كبيرة من الشرائح وليس من السهل توافره في المختبرات المدرسية؛ لارتفاع ثمنه وحاجته إلى فني مختص لاستخدامه .

خطوات عمل التقطيع :

١- شذب أطراف العينة بعد إخراجها من القالب باستخدام مشرط دافئ ، وأزل عنها ما تراه زائداً من البرافين.

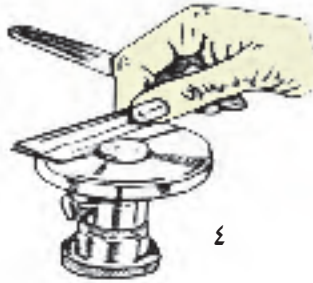
- ٢- ثبت المكعب الشمعي المحتوي على العينة في مكانها داخل الميكروميتر ، واحرص أن يكون مستوى سطح العينة العلوي في مستوى سطح الميكروتوم.
- ٣- تحكم في سمك المقطع الذي تريده باستخدام الميكروتوم الموجود أسفل عمود الميكروتوم، حيث تثبت أولاً صفر الميكروميتر على صفر الميكروتوم، واحرص على بقاء السطح العلوي للعينة في مستوى سطح الميكروتوم نفسه، ثم حرك مقبض الميكروتوم باتجاه عقارب الساعة إلى أن ينطبق الرقم الذي تريده على صفر الميكروتوم. شكل (٤).



- ٤- اقطع المقطع بسكين حاد، وليكن سمكه ما بين (٦-٨ ميكرون).
- ٥- تخلص من المقاطع الأربعة الأولى، واستخدم المقطع الخامس فما فوق ؛ لاحتوائه على معظم أجزاء العينة.

سادساً: تحميل قطاعات البرافين MOUNTING PARAFFIN SECTIONS

بعد أن تحصل على المقطع المناسب من عملية التقطيع ، انتقل إلى عملية أخرى هي تحميل



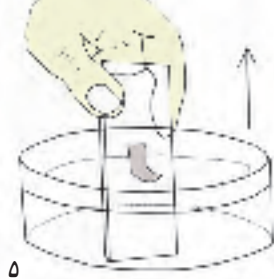
- هذه المقاطع على شريحة زجاجية، كالآتي:
- ١- حضر شريحة زجاجية نظيفة، ثم اطل سطحها المراد وضع المقطع عليه بمادة لاصقة كالبومين.

- ٢- أفرد الشريط النسيجي المقطع بشكل منبسط وغير مثني في حوض به ماء مقطر دافئ، على أن تكون درجة حرارته أقل من درجة انصهار البرافين، حيث يطفو الشريط المقطع على السطح.

- ٣- يحمل الشريط النسيجي على الشريحة بالطريقة الآتية :

. اغمس الشريحة الزجاجية في حوض الماء بشكل عمودي بالقرب من الشريط النسيجي، وقربها منه بلطف حتى يلامس طرف الشريط سطح الشريحة ثم اسحب الشريحة برفق للأعلى . أثناء ذلك يكون الشريط قد التصق بالشريحة. شكل رقم (٥).

. جفف الشريحة بتقريبها فوق لهب بنزن على ارتفاع لا يقل عن ٥ سم. حتى لا يتفتت القطاع، ويمكن تجفيفها بوضعها في جهاز المجفف عند درجة حرارة ٣٧ درجة مئوية C فترة من



الوقت. شكل رقم (٦).

سابعاً: الصباغة (التلوين) STAINING:

محاليل الصبغ المستخدمة :

الهيماتوكسيلين : صبغ قاعدي أزرق ، يعمل على صبغ النواة ذات التفاعل الحمضي بلون أزرق أو بنفسجي. راجع تحضير الأصباغ .



الأيوسين : صبغ حمضي يعمل على صبغ السييتوبلازم ذي التفاعل القاعدي بلون أحمر.

طريقة العمل :

- ١- اغمر الشريحة المحملة بالشريط النسيجي في وعاء يحتوي على كمية مناسبة من الزايلين مدة (٣) دقائق تقريباً؛ لإزالة الشمع من العينة.



٢- انقل الشريحة إلى كحول تركيزه (١٠٠٪) مدة دقيقة واحدة لإزالة الزايلين .

٣- ضع الشريحة في محلول كحولي بتركيز (٩٦٪، ٩٠٪، ٨٠٪، ٧٠٪، ٥٠٪) على التوالي مدة دقيقة واحدة في كل محلول مع تحريك الشريحة في كل مرة.

٤- ضع الشريحة في حوض الصبغة ثم اغمرها بمحلول الهيماتوكسيلين مدة (١٠) دقائق.

٥- اغسل الشريحة بالماء المقطر ، ثم اغمرها ثانية في محلول كحولي تركيزه ٧٠٪ حتى تصل إلى اللون المناسب.

٦- اغمر الشريحة ثانية بماء الحنفية العادي مدة دقيقتين لمعادلة ما تبقى من حمض حيث يتحول لون القطاع بعد ذلك إلى اللون الأزرق.

٧- اغمر الشريحة بصبغة الأيوسين المائي (بتركيز ١٪) مدة (٥) دقائق .

٨- اغسل الشريحة بالماء المقطر جيداً . شكل (٧) .
ثامناً : انتزاع الماء DEHYDRATION :

تهدف هذه العملية إلى التخلص من بقايا الماء التي تكون نتيجة صبغ القطاع النسيجي، وذلك كما يلي:

اغمس الشريحة في محلول كحولي بتركيز (٧٠٪، ٨٠٪، ٩٠٪، ٩٦٪) على التوالي ، وأخيراً ضعها مرتين

في كحول مطلق (بتركيز ١٠٠٪) مدة دقيقتين في كل مرة، على أن يتم تبديل المحلول في كل مرة.

تاسعاً : الترويق CLEARING :

تمرر الشريحة مرتين في الزايلين مدة دقيقتين في كل مرة . والهدف من ذلك التخلص من الكحول وجعل الأنسجة شبه شفافة ، لتسهيل دراستها باستخدام المجهر .

عاشراً : التركيب الدائم MOUNTING PERMANENTLY :

عملية تثبيت القطاع النسيجي على الشريحة بصورتها النهائية ، وذلك باستخدام بلسم كندا

ثم تغطيتها بغطاء الشريحة .

طريقة العمل :

١- ضع الشريحة بعد إخراجها من الزايلين على ورقة نشاف على أن تكون العينة إلى الأعلى .

٢- ضع نقطتين من بلسم كندا فوق القطاع النسيجي وغطها بغطاء شريحة نظيف وجاف، وذلك بأن تمسك الغطاء بحذر وعناية من حافته جاعلاً الحافة الثالثة تلامس الشريحة، ثم أنزل الغطاء بحذر مستعيناً بإبرة تشريح ، واحذر من دخول فقاعات هوائية بين الشريحة والغطاء.

٣- ضع الشريحة في فرن تجفيف حرارته ٤٠ درجة مئوية حتى يجف البلسم ، وبذلك تكون قد حصلت على شريحة دائمة لمقطع من أمعاء الضفدعة أو أي عينة أخرى ترغب في دراستها، مثل مقطع في كبد أو قلب أو كلى لأي حيوان فقاري وبنفس الخطوات .

٤- اكتب اسم العينة وتاريخ تحضيرها على بطاقة صغيرة ، وضعها على أحد طرفي الشريحة ، واحفظها في علبة الشرائح لاستخدامها عند الحاجة .

علم التشريح : هو العلم الذي يبحث في تركيب جسم الكائن الحي ، ويقسم إلى :
١- علم الشكل الخارجي: ويختص بدراسة الشكل الخارجي لعضو ما في جسم الكائن الحي باستخدام العين المجردة.

٢- علم التشريح المجهرى: ويختص بالدراسة المجهريّة التفصيلية لعضو ما في جسم الكائن الحي.

قواعد عامة في التشريح :

١. اقرأ تعليمات التشريح جيداً قبل البدء بعملية التشريح.
٢. حضر الأدوات والمواد اللازمة للعمل قبل البدء بالتشريح.
٣. حافظ على الماء نظيفاً في حوض التشريح واستبدله كلما تغير لونه حتى تبقى الرؤيا واضحة.
٤. استخدم ملقطاً لوقف النزيف إذا انقطع وعاء دموي في أثناء التشريح .
٥. الأعضاء والأوعية الدموية والأعصاب متصلة ببعضها البعض بأنسجة رقيقة ، فاعمل على إزالتها بحذر شديد حتى تتمكن من الكشف عن التراكيب المطلوبة .
٦. احذر عند التعامل مع مادة الكلورفورم ، ولا تحاول استنشاقها ؛ لأنها مادة مخدرة وضارة .

الأدوات والمواد اللازمة في عملية التشريح :

١. الحيوان المراد تشريحه.
٢. كلوروفورم.
٣. قطن.
٤. طقم التشريح (مشارط ، مقصات ، ملاقط ، إبر تشريح ، مسامير صغيرة ، دبابيس ، قطارة ، منفاخ التشريح).
٥. حوض التشريح : ويوضع فيه خليط من الشمع المنصهر وبعض الفحم النباتي .
٦. لوح التشريح : وهو قطعة مستطيلة من الخشب .

الإجراءات التي تتم قبل البدء بعملية التشريح :

لتشريح ضفدعه مثلاً اتبع ما يلي :

أولاً : دراسة الصفات الخارجية.

أ- ضع الضفدع تحت ناقوس زجاجي مغلق من الأعلى أو تحت حوض زجاجي، وضع إلى جانبه قطعة من القطن مبللة بالكلورفورم .

ب- في أثناء ذلك قم بدراسة الصفات الخارجية للضفدعة، من حيث :

- لون الجسم العام . ويختلف باختلاف الوسط الذي تعيش فيه .
- عدم وجود العنق .
- حركه أسفل الفم .
- الأطراف الأمامية والخلفية والمقارنة بينهما .
- جحوظ العينين .
- حركة الفك السفلي .
- يمكنك أن تميز بين الجنسين، وذلك بالنظر إلى لون المنطقة تحت الحلق فهي سوداء في الذكر وبيضاء في الأنثى.

ج- ادرس أجزاء الضفدعة الآتية بعد تخديرها وقبل البدء بعملية التشريح :

١- سطح الجسم: فهو خشن ورطب في منطقة الظهر؛ لوجود نتوءات صغيرة ورطب نتيجة للإفرازات المخاطية للجسم لتحافظ عليه من الجفاف.



- ٢- الرأس : مثلث الشكل وينتهي بفم عديم الأسنان.
- ٣- فتحتي المنخر : وتقعان بالقرب من الطرف الأمامي للرأس وفوق الفم .
- ٤- العينين : جاحظتان إلى الأمام والجفن العلوي ثابت ، أما الجفن السفلي فيتحرك .
- ٥- الغشاء الطبلي (طبلة الأذن) : وهي بقعة دائرية تقع خلف العينين .
- ٦- الغدد النكفية : بقعة مرتفعة من الجلد تقع في الجهة الظهرية من الغشاءين الطبليين .
- ٧- الجذع : ينقسم إلى صدر وبطن والعصعص في نهايته.
- ٨- الأطراف : زوجان خماسية الأصابع ، أحدهما أمامي والآخر خلفي .
- ٩- افتح الفم وستجد اللسان، اسحبه إلى الأمام لترى

لسان المزمار ، ويمكن أيضاً أن تشاهد كيس الصوت في الذكر فقط، كما ستشاهد فتحتي أستاكيوس والمرئ وفتحات المنخر الداخلية.

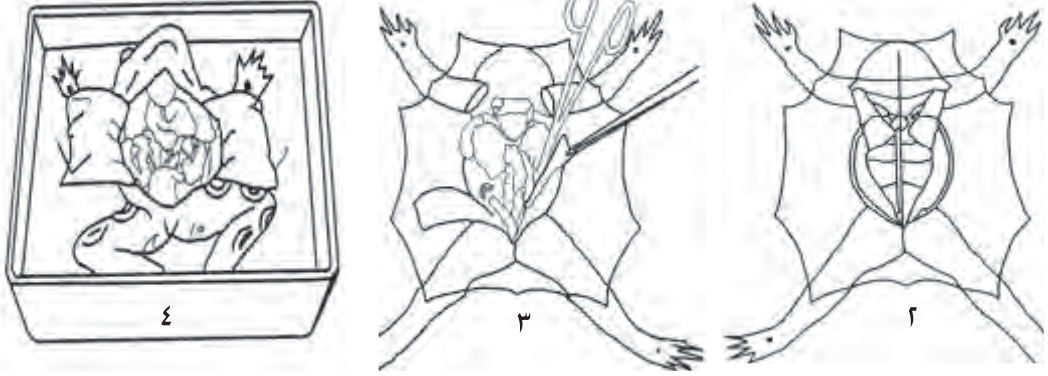
ثانياً : عملية التشريح :

- (١) حضر طبق التشريح وضع في أرضيته طبقة من شمع البرافين.
- (٢) خدر الضفدعة بواسطة وخز دماغها بإبرة ، أو وضعها في إناء محكم الغلق به مادة مخدرة، أو اضرب رأسها بحافة المنضدة (البنش).
- (٣) ضع الضفدعة على ظهرها ثم ثبت الأطراف باستخدام الدبابيس. شكل (١).
- (٤) ارفع الجلد الواقع بين الفخذين بالملقط ، واعمل فتحة صغيرة فيه بواسطة المقص أو المشروط، ستلاحظ خروج سائل شفاف من تحت الجلد هو سائل اللمف .
- (٥) اقطع الجلد في المنطقة البطنية على امتداد الخط المنصف طولياً (كما تلاحظ في الشكل «١») حتى الارتفاع الذقني ثم اقطع الجلد طولياً بمحاذاة كل طرف من أطرافه الأربعة ، واسحبه إلى الخارج ثم ثبته بالدبابيس.
- (٦) نظف الضفدعة وحوض التشريح بالماء ثم اغمرها غمراً جيداً في الماء.
- (٧) اكشف الجلد فستشاهد عضلات الضفدعة واضحة أمامك وهي مغطاة بغشاء رقيق يعرف بالصفق.

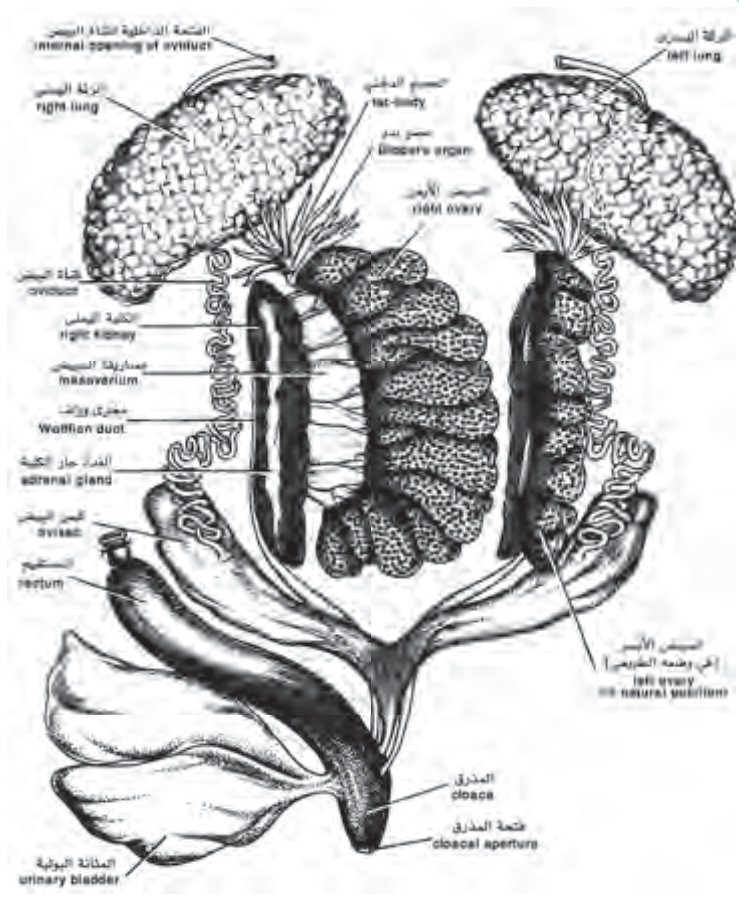


- (٨) قص العضلة البطنية المستقيمة باتجاه السهم (١) كما يظهر في الشكل (٢). واحذر حتى لا تلحق أضراراً بالأعضاء الداخلية وخاصة القلب.
- (٩) اقطع الجزء الأيمن من جدار البطن باتجاه السهم (٢) ثم اقطع الجزء الأيسر من جدار البطن باتجاه السهم (٣) كما تشاهد في الشكل (٣) . واحذر حتى لا تلحق ضرراً بالوريد البطني الأمامي الذي يتصل بجدار البطن.
- (١٠) تعرف على الأحشاء الآتية في الضفادع ، وتبين أنها تتصل ببعضها البعض بأغشية رقيقة تسمى المساريقا . شكل (٤) .
- ١- الرئتين.
- ٢- القلب وغشاء التامور الذي يحيط به والأوردة والشرابين المتصلة بالقلب ، ويمكن التفريق

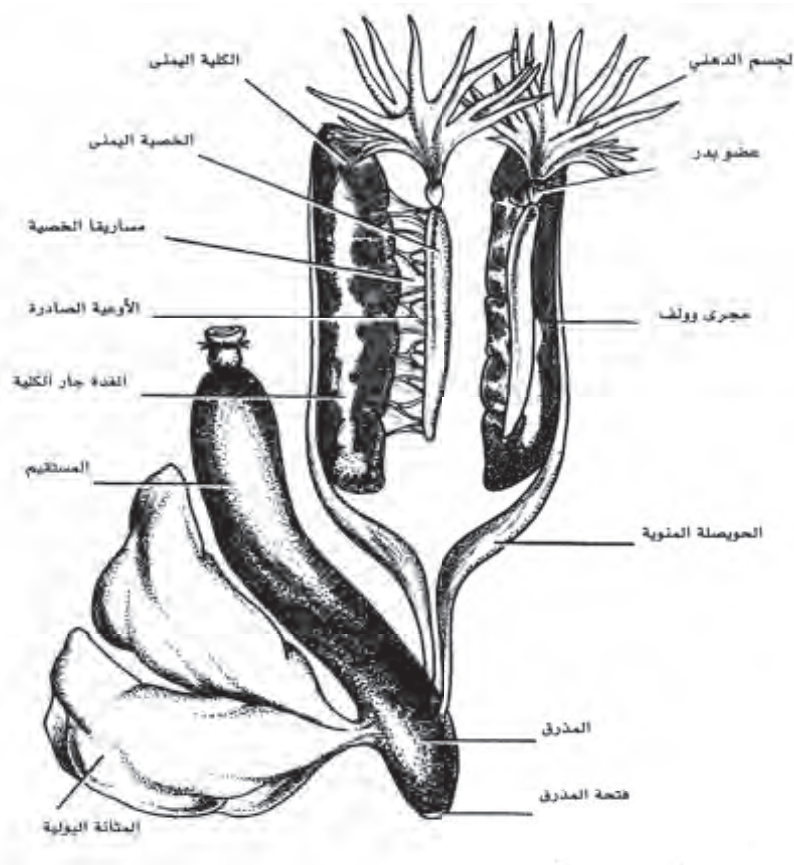
- بينهما بسهولة . فجدار الشريان أسمك من جدار الوريد لذا يظهر لونه افتح ، كما أن الوريد يكون عادة أقرب إلى سطح الجسم من الشريان. شكل (٥) .
- ٣- الكبد : كبيرة الحجم ذات لون أحمر داكن ، وتتركب من فصين تقع المرارة أو الحويصلة الصفراوية بينهما .
- ٤- ارفع الرئة اليسرى والكبد إلى الأمام تشاهد المري وهو أسطواني قصير يفتح في المعدة .
- ٥- المعدة : وتقع في الجهة اليسرى لتجويف البطن .
- ٦- الأمعاء : طويلة ويمكن تمييزها بسهولة إلى أمعاء دقيقة وأمعاء غليظة .
- ٧- البنكرياس : لونه أصفر ويقع بين المعدة والاثني عشر .
- ٨- ارفع الأمعاء واقطعها ثم أخرجها من داخل تجويف الجسم لتشاهد :
- الكليتين: لونهما أحمر داكن، وحافتاهما الداخلتان مفصصتان وحافتاهما الخارجيتان مستقيمتان.



- الغدتين الكظريتين : وهما رقعتان عريضتان تقعان على السطح الداخلي للكليتين، لونهما يضرب إلى الصفرة.
 - الحالبين .
- ٩- الخصيتين (في الذكر) : جسمان ممدودان ، لونهما أبيض مصفر ، وكل خصية متصلة بجسم دهني .
- ١٠- المبيضين وقناتي البيض في (الأنثى) .



الجهاز التناسلي لأنثى الضفدع

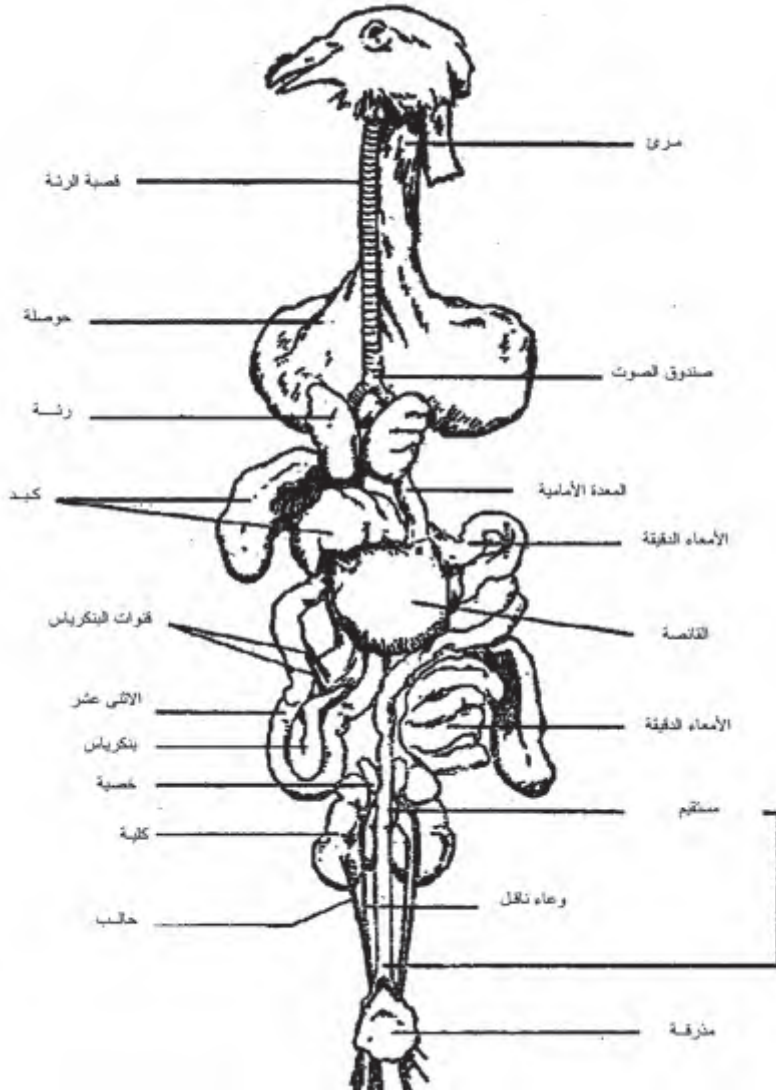


الجهاز التناسلي الذكوري الضفدع

دراسة المخ والنخاع الشوكي :

- ١- اقلب الضفدعة وضعها على الجهة البطنية ، واقطع الجلد عرضياً خلف الرأس وشده إلى الأمام برفق حتى تنزعه من منطقة الرأس ، ويمكنك الاستعانة بالمشرط .
 - ٢- ضع حافة المشرط فوق الخط الظهري المنصف للجمجمة وحركه بلطف إلى الأمام والخلف مرات عدة ؛ حتى تفتح الجمجمة ، واحذر حتى لا تؤذي المخ ، ثم ارفع غطاء الجمجمة وتفحص المخ جيداً .
 - ٣- انزع بالطريقة نفسها جلد السطح الظهري للضفدعة ، وتخلص من العضلات المتصلة بالعمود الفقري حتى تكشف عن الفقرات . ويمكن قطع الفقرات لمشاهدة الحبل الشوكي الذي يمتد من النخاع المستطيل حتى العصعص .
- وبهذا تكون قد تعرفت على كيفية التشريح ومهاراته ، وكذلك الأعضاء الداخلية للضفدعة ، كمثال للفقاريات. ويمكن بعد ذلك أن تحفظ الأحشاء الداخلية لها كلاً على حدة في أوعية زجاجية شفافة ، واحفظ العينة لدراستها وقت الحاجة .

صورة تشريحية للحمامة





سابعاً : حفظ العينات والتحنيط

أولاً : التحنيط الرطب للعينات ومحاليل الحفظ :

أ- المحاليل المستخدمة في حفظ العينات :

١- الفورمالين : هو غاز الفورمالدهيد المذاب في الماء ويكون مركزاً ، وينبغي تخفيفه قبل استخدامه في حفظ العينات . والفورمالين مادة قابلة للتحلل بمفردها إذا لم تضاف إليه مواد معادلة ، وينتج عن التحلل مادة حمضية ضارة بالعينات المحفوظة فيه ما يؤدي إلى تغير لون المحلول إلى الأصفر فالأحمر كلما طالت مدة الحفظ . وهذا يعني ضرورة التخلص من العينة أو تغيير المادة الحافظة مباشرة ، وعند ملاحظة تغير اللون لمعالجة مشكلة التحلل ينبغي إضافة مواد معادلة، هي :

- يضاف ٣٥ , ٠ جرام. من فوسفات الصوديوم ثنائية الهيدروجين + ٦٥ , ٠ جرام. من فوسفات الصوديوم أحادي الهيدروجين لكل ١٠٠ مل. من الفورمالين المخفف.
- يضاف ٣٠ جم. من الهيكسامين لكل ١٠٠ مل. من محلول الفورمالين المركز ، ثم يتم تحضير المحلول بالتركيز المطلوب حسب الجدول التالي :

كمية الماء المضافة لعمل التركيز المطلوب	كمية المحلول المعادل باليكسامين	تركيز المحلول المطلوب
٨٢ %	٢ مليلتر	٢ %
٧٨ %	٥ مليلتر	٥ %
٥٦ %	٧ مليلتر	٧ %
٣٩ %	١٠ مليلتر	١٠ %

٢- الأمونيا : يضاف ٧ مل. من الأمونيا لكل ١٠٠ مل. من الفورمالين المركز.
- للحصول على محلول بتركيز (٥ %) من هذا الخليط أضف إلى المحلول المركز ٥٠٠ مل. من الماء المقطر .

● تنبيه : الفورمالين مادة سامة وآكلة وتسبب الصدأ ، لذا عند التعامل معها ينبغي لبس القفازات المطاطية ؛ لأنها لو لامست الجلد فقد تسبب تقرحات للجلد ، وإذا حدث ذلك فيجب مراجعة الطبيب .

٣- الكحول :

من المعروف أن الكحول المتوافر في الأسواق يباع بتركيز (٩٥ %) ولكي يستخدم الكحول كسائل لحفظ العينات لا بد من تخفيفه إلى تركيز (٧٠ %) وبحسب المعادلة التالية :

التركيز المطلوب = كمية التركيز المطلوب من الكحول + تكمة الكمية إلى ٩٥ مل. من الماء .
مثال : ٧٠ % = ٧٠ مل. (كحول ٩٥ %) + ٢٥ مل. من الماء .

وهذا التركيز يستخدم في حفظ العينات الحيوانية التي تحتوي كمية كبيرة من الماء ، ولعمل ذلك اتبع الخطوات التالية :

١- ضع العينات في محلول من الكحول تركيزه ٣٠ % لفترة ٢٤ ساعة .

٢- انقل العينة بعد ذلك إلى محلول تركيزه ٥٠ % لفترة ٢٤ ساعة .

٣- انقل العينة ، بعد ذلك إلى محلول الكحول بتركيز ٧٠٪ وأضف إليه قطرات من الجلسرين بحسب حجم العينة ويضاف الجلسرين حتى تصبح العينة ناعمة الملمس وطرية حيث إن الكحول يقسي العينات .

٤- لمنع تبخر الكحول استخدم شمع البرافين أو اللاصق البلاستيكي أو الفازلين على حافة الغطاء من الخارج ، وهذه الطريقة تستخدم أيضاً مع العينات المحفوظة بالفورمالين .

تحضير العينات :

كثير من الحيوانات الرخوية واللافقاريات والحيوانات الصغيرة والأجنة والديدان الطفيلية وغير الطفيلية والنباتات، يكون من الصعب والنادر الحصول عليها حية عند اللزوم في المختبر ؛ لذلك يتم اللجوء إلى طريقة الحفظ الرطب للعينات التي تم جمعها ، حيث يمكن دراسة العينة وإعادتها إلى أنية الحفظ . ويقصد بالحفظ أن تحفظ العينة طرية ورطبة ومحتفظة بكامل أجزائها في داخل أوعية تحوي محاليل حافظة .

كيفية حفظ العينات الحيوانية في المحاليل :

١- طرق تخدير وقتل العينات الحيوانية: لكي تحفظ العينات بالشكل المطلوب لا بد أولاً من قتلها أو تخديرها باتباع الخطوات التالية:

■ اللافقاريات (الرخويات) : خدر العينة في الوسط الذي توجد فيه أو تعيش فيه ، كما يلي :

- أضف قطرات من الميثانول .

- أضف بضع قطرات من محلول ملح كبريتات المغنسيوم (الملح الإنجليزي).

- إذا لم يتوافر الملح الإنجليزي أضف قطرات من محلول ملح إبسوم (EPSOM) . ثم قم بوضعها في وعاء مغلق مملوء بماء بارد تم غليه .

البرمائيات والزواحف: تقتل بوضعها في الثلاجة في درجات التجمد أو في الفريزر الخاص بالثلاجة .

الفقاريات الأخرى : تقتل بواسطة الكلورفورم باستخدام (ناقوس زجاجي) .

الحشرات : توضع في وعاء زجاجي محكم الغلق ، ويوضع فيه قطنة مبللة بمادة خلات الإيثيل (ETHYLE ACETATE) .

٢- طرق حفظ العينات الحيوانية :

بعد قيامك بتخدير وقتل العينات تبدأ مرحلة حفظها ، ولتنفيذ ذلك قم بالخطوات التالية:

- بواسطة إبرة حادة قم بعمل وخزات أو فتحات في جسم العينة حتى يتخللها محلول الحفظ

مع الحرص على ألا تتأثر الأجزاء الداخلية وألا تحدث تشوهات في الشكل الخارجي .

- ثبت العينة بالشكل المناسب كما لو كانت العينة في وضعها الطبيعي في بيئتها ، أو بالشكل الذي تراه مناسباً ، باستخدام الخشب أو الشرائح الزجاجية .

- أضف المادة الحافظة إلى أن تغمر العينة كلياً .

- ضع بطاقة على الإناء الذي حفظت فيه العينة مع مراعاة تثبيت البطاقة جيداً حتى لا تزول

أو تسقط من جدار الوعاء ، واكتب على البطاقة اسم العينة ، والبيئة التي جمعت منها

أو المكان ، وتاريخ تحضير هذه العينة واسم من قام بتحضيرها .

- ولحفظ الأسماك بشكل مناسب نستخدم كلتا الطريقتين : (طريقة الحفظ الرطب وطريقة الحفظ الجاف "التحنيط") .

- الحفظ الرطب يستخدم لحفظ الأسماك الصغيرة ، فبعد صيدها وللتأكد من موتها توضع

في الفورمالين (٥٪) .

- الحفظ الجاف يستخدم للأسماك الكبيرة والتي يزيد طولها عن ٢٥ سم باتباع الخطوات التالية:

- احقن السمكة بمحلول الفورمالين تركيز (١٠٪) .
- ضع السمكة على لوح خشبي وقم بفرد زعانفها ، وثبتها على اللوح الخشبي بواسطة الدبابيس .
- اترك السمكة لعدة أيام إلى أن تأخذ الزعانف شكلها الطبيعي وكأنها تسبح في الماء .
- انقل السمكة بعد ذلك إلى وعاء معدني واعرضها بالشكل المناسب ، ويضاف إليها محلول الفورمالين بتركيز (٥٪) شريطة أن تغمر العينة لمنع تعفنها .
- ثبت بطاقة على الوعاء مكتوباً عليها تاريخ التحضير ، واسم العينة ، والبيئة أو المكان الذي جلبت منه .

كيف تحتفظ بعينات كاملة بهيكلها العظمي ملوناً وأنسجة شفافة ؟

تستخدم هذه الطريقة مع الحيوانات الصغيرة الحجم والمتوسطة ، كالتالي:

- المواد المستخدمة:
- محلول هيدروكسيد البوتاسيوم بتركيز (٥, ٠ - ٢٪) مع خمسة لترات من الماء المقطر ، ويكون التركيز بحسب حجم العينة من الأكثر إلى الأقل .
- محلول مشبع من اليزارين أحمر في كحول مطلق ١٠٠ مل .
- الطريقة: تعتمد على صبغ الهيكل العظمي مع الاحتفاظ بالأنسجة والأعضاء شفافة، بحسب الخطوات التالية:
- ١- أحدث شقاً في بطن الحيوان لإزالة الأحشاء إذا كان هناك ضرورة لذلك ، ولكن بحذر شديد، حتى لا تتمزق أجزاء من الأعضاء الداخلية أو العضلات .
- ٢- ثبت الحيوان في كحول ٧٠٪ من يوم إلى ثلاثة أيام بحسب الحجم .
- ٣- انقل العينة إلى الأسيتون (وذلك لإزالة الدهون).
- ٤- انقل العينة إلى محلول هيدروكسيد البوتاسيوم بحسب التركيز المناسب لحجم العينة ، واطرها حتى تظهر سلاميات الأطراف ؛ لأن الجلد في هذه المنطقة أقل سمكاً وتظهر قبل بقية المناطق.
- ٥- انقل العينة إلى محلول جاهز آخر من هيدروكسيد البوتاسيوم وبنفس التركيز ، ثم أضف قطرات من محلول اليزارين أحمر حتى يصبح لون المحلول أحمر باهتاً ، عندئذ سيتلون الهيكل العظمي باللون الأحمر بعد ٢٤ ساعة تقريباً .
- ٦- انقل العينة إلى محلول هيدروكسيد البوتاسيوم جديد بنفس التركيز ، لفترة ساعة كاملة.
- ٧- انقل العينة إلى مزيج مكون من الجلسرين و هيدروكسيد الكالسيوم بنسبة ١:٩ جزء واحد من الجلسرين ٩+٢ أجزاء من الجلسرين لبضعة أيام .
- ٨- انقل العينة إلى مزيج مكون من الجلسرين و هيدروكسيد البوتاسيوم بنسبة ١:١ لبضعة أيام.
- ٩- انقل العينة إلى محلول جلسرين بتركيز ٧٠٪ مائي لبضعة أيام.
- ٩- انقل العينة إلى محلول جلسرين بتركيز ٨٠٪ مائي لبضعة أيام.
- ١٠- انقل العينة إلى جلسرين نقي ، وغير الجلسرين بعد عدة أيام ، بعد ذلك خزن العينة في جلسرين نقي جديد . وتكون الأنسجة في هذه الحالة شفافة تماماً ، ويظهر الهيكل العظمي مصبوغاً وواضحاً باللون الأحمر.

ثانياً : حفظ العينات :

يحتاج معلم الأحياء إلى بعض المجموعات النباتية والحشرية ؛ لدراسة تركيبها وكيفية تصنيفها وأهميتها، ونظراً لصعوبة الحصول عليها عند الحاجة إليها فإن المعلم وأمين المختبر والطلاب لابد أن يعملوا على حفظها في المختبر لاستخدامها في الوقت المناسب.

طرق حفظ النباتات :

الحفظ الرطب : ويكون بوضع النباتات الصغيرة في محلول من الكحول بتركيز (٩٠ ٪) أو الفورمالين بتركيز (٥ ٪ - ٤ ٪) .
التجفيف : ويكون بضغط النبات فقط مجزأ أو كاملاً ، متضمناً الجذر والساق والورقة (نباتات صغيرة) .

الأدوات والمواد المطلوبة :

النبته (العينة) أداة حفر - محلول كلوريد الزئبقيك - لوحا خشب بمقاس مناسب - حبل - ورق جرائد ضعيفة - شريط لاصق أو غراء - قطعتان من الكرتون - وعاء بلاستيكي .

خطوات العمل :

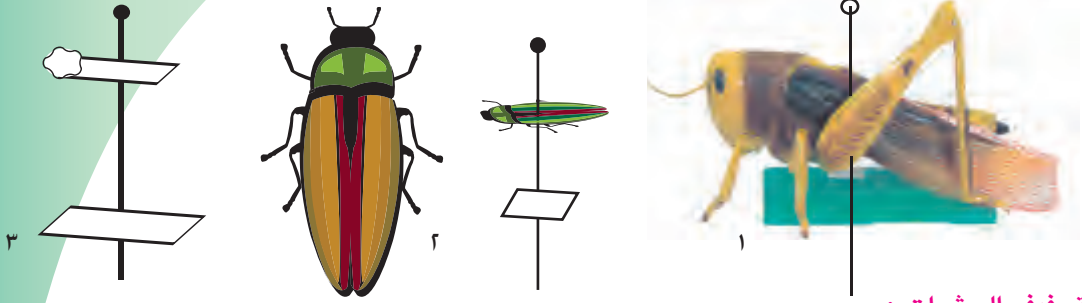
- ١- اجمع بعض النباتات الصغيرة ، واستعن بأداة حفر صغيرة ، مثل المعلقة أو السكين ؛ لتحفر حول الجذر .
 - ٢- اغمر النبات قبل ضغطه (كبسه) في وعاء فيه محلول سام ، كمحلول كلوريد الزئبقيك ؛ لضمان عدم تلفه بعد ذلك .
 - ٣- ضع أحد اللوحين على طاولة المختبر ، وضع عليه قطعة من الكرتون المقوى ، ثم أفرد النبتة بعناية شديدة .
 - ٤- ضع بضع صفحات من الصحف فوق النبتة ثم لوح الخشب الآخر ، وبغاية الضغط اللوحين واربطهما معاً بالحبل ثم ضع فوقهما أجساماً ثقيلة مسطحة .
 - ٥- اتركها مدة أسبوع إلى أن تجف كلياً ، ويستحسن تغيير أوراق الصحف المبتلة يومياً .
 - ٦- ارفع النبتة بعناية بعد أن تجف ، وضعها على ورق مقوى ، وثبتها باستخدام شريط لاصق أو مادة لاصقة شفافة في أماكن الجذور والسيقان والفروع .
 - ٧- اكتب تحت كل نبتة اسمها ، وتاريخ جمعها واسم من جمعها وبيئتها ، ثم ثبتها داخل صندوق بأوجه زجاجية لحمايتها من التلف .
- ملحوظة : يمكن الاستفادة من أغلفة أشرطة الكاسيت في حفظ نباتات صغيرة مناسبة . يمكن إدخالها في الغلاف بعد تثبيتها على قطعة كرتون مقوى ، ثم وضعها داخل الغلاف بمادة لاصقة وألصق حواف الغلاف لحمايتها من الرطوبة والتلف .

طرق حفظ الحشرات :

بعد جمع الحشرات وقتلها وضعها داخل أنبوبة أو زجاجة لوضع مادة سامة مثل : (ETHYLE ACETATE) أو البوتاسيوم أو قطعة قطن مبللة بمادة الكلورفورم أو الإيثر . وتحفظ الحشرات بالتحميل على دبائيس أو بالتصبير .

تحميل الحشرات على دبائيس :

- بعد قتل الحشرة تحمل على دبوس غير قابل للصدأ يتناسب وحجم الحشرة ، من حيث السمك والطول ونوع الحشرة أيضاً .
- ويتم وضع هذا الدبوس في معظم الحشرات في الحلقة الصدرية الثانية ؛ لأنها تشكل منطقة الاتزان فيها . شكل (١) .
- وبالنسبة للحشرات التي لا تظهر فيها الحلقة الصدرية الثانية ، فيمكن غرس الدبوس في الغمد الأيمن قرب قاعدة الحشرة . شكل (٢) .
- أما الحشرات الصغيرة : كالذباب وسوس الحبوب والنمل وغيرها ، فيمكن تثبيتها بمادة لاصقة شفافة (صمغ قوي يجف بسرعة) فوق قطعة من الكرتون المقوى على شكل مثلث ، مثل تثبيت القطعة الحاملة للحشرة بالدبوس .

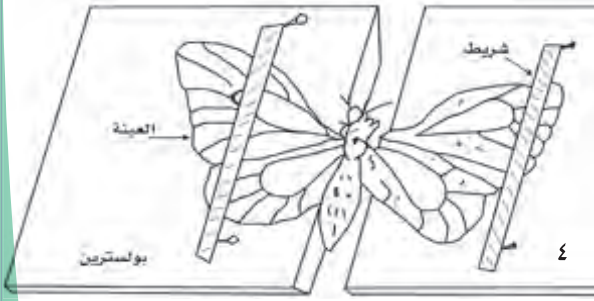


تجفيف الحشرات :

بعد قتل الحشرة وتحميلها تأتي مرحلة تجفيفها لمنع تعفننها ، ويتم ذلك بحفظ الحشرة فوق أداة صلب الحشرات (المصبرة) ، وهي قطعة خشبية على شكل برواز مثبت عليها قطعة من الفلين ، وفوقها قطعتان من البوليسترين (الفلين الأبيض) بينهما مسافة تختلف باختلاف بطن الحشرة . وغالباً ما تكون إحدى القطع ثابتة والأخرى متحركة يمكن تحريكها بما يتناسب وحجم الحشرة . بعد تحميل الحشرة على دبوس ، يغرس طرف هذا الدبوس في قاع الميزاب (المسافة بين القطعتين) . شكل (٤) .

تبسط الأجنحة في مستوى أفقي متعامد على جسم الحشرة ، ومستند على جانبي الميزاب فوق قطعتي البوليسترين .

تثبت الأجنحة بشريط رفيع من الورق ، ويثبت الشريط بدبوسين بعيدين عن الأجنحة حتى لا يتم ثقبها ، كما يظهر في الشكل (٤) .



أما الأرجل وقرون الاستشعار والبطن فيتم تثبيتها في وضعها الطبيعي بدبابيس ، حسب ما يراه الشخص مناسباً .

ملحوظة : لمنع النمل من الوصول إلى الحشرة المصبرة وإتلافها ، يستحسن

وضع الحشرة المصبرة على حامل مرتفع في حوض به ماء . وتترك فترة من الوقت في هذا الوضع ، ثم ترفع برفق وتحفظ في المكان المناسب في المجموعة الحشرية . بعد أن تثبت قصاصة من الورق في أسفل الدبوس الذي يحمل الحشرة ، تكتب عليها الاسم العلمي للحشرة ، اسم المكان التي جمعت فيه وتاريخ الجمع واسم الشخص الذي جمعها .

ثالثاً : التحنيط الجاف :

الأدوات والمواد المستخدمة في عملية التحنيط :

- طقم أدوات تشريح ، حوض تشريح ، لوح تشريح ، محقن طبي ، أسلاك معدنية قوية ، قطاعة ، خيوط قوية ، إبرة خياطة ، أسلاك معدنية رفيعة ، قطن ، كلوروفورم ، فورمالدهيد ، ملح طعام ، مسحوق بوراكس ، خرز ، مطرقة ، حبات نفثالين ، قطعة قماش .

١- تحنيط الطيور : بعد قتل الطائر وقبل البدء بعملية التحنيط ينبغي اتباع الإرشادات التالية :

- أ - أمسك الطائر من رجليه ودبس جناحيه .
- ب - حافظ على بقاء الريش نظيفاً قدر المستطاع ، فإذا اتسخ فنظفه مباشرة بالماء وبغاية فائقة .
- ج- كن حذراً عند استعمال مادة الكلوروفورم ومادة الفورمالدهيد ، فهي مواد ضارة . ولهذا ينبغي تجنب استنشاق أبخرتها وأيضاً ملامستها للجلد . ولتجنب أضرارهما استخدم الكمام والقفازات المطاطية .

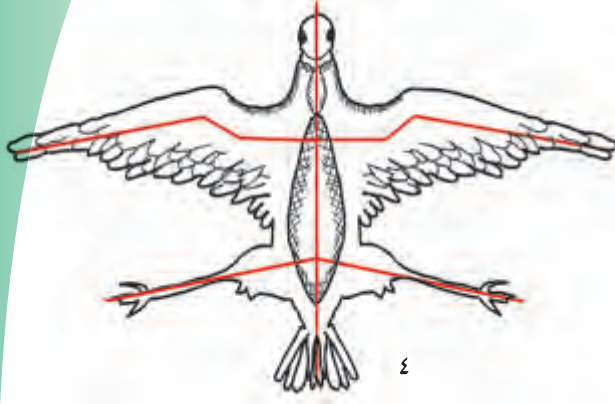
د - امنع تسرب السوائل الداخلية للخارج، وذلك بوضع قطعة من القماش في فم الطائر .

خطوات العمل :

- ١- خدر الطائر المراد تحنيطه باستخدام قطننة مبللة بالكورفورم .
- ٢- ضع الطائر على لوح التشريح على أن تكون الجهة البطنية إلى أعلى .
- ٣- باعد بين الريش في المنطقة الصدرية واعمل بسكين حادة أو بالمشروط شقا طويلاً من منتصف الصدر إلى بداية البطن .
- ٤- افصل الجلد بحذر عن عضلات الجسم بواسطة أصابع اليد والملاقط والمشارط ، مع استخدام مسحوق البوراكس أو ملح الطعام أثناء الفصل، وذلك برشه بين الجلد واللحم ؛ للمساعدة على فصل الجلد والتخلص من بقايا الدهن واللحم .
- ٥- ادفع الرجل إلى الداخل لتظهر الركبة، ثم اقطعها باستخدام القطاعة، ثم اقطع الذيل عند نقطة اتصاله بالجسم بحيث يبقى متصلاً بالجلد .
- ٦- تابع عملية فصل الجلد باتجاه الناحية الصدرية، وعند الوصول إلى مؤخرة الجناح اقطعه من الجسم .
- ٧- افصل الجلد عن الرقبة بدفعها إلى الداخل، واسحبها حتى تصل إلى مكان اتصال العمود الفقري بالجمجمة، ثم قص الرقبة .
- ٨- نظف الجمجمة من محتواها، من خلال فتحة اتصال الجمجمة بفقرات العمود الفقري، مستخدماً إبرة التشريح والملقط .
- ٩- انزع العينين بالملقط وقص اللسان وأزل العضلات والدهون من الأرجل والجناحين .
- ١٠- استخدم مسحوق البوراكس ؛ لإزالة وتجفيف بقايا الدهن أو اللحم عن الجلد وفي مكان العينين وداخل الجمجمة .
- ١١- بعد الانتهاء من عملية سلخ الجلد ابدأ بعملية تحضير كتلة من القطن بالطريقة الآتية :
 - أ- حضر كتلة من القطن بحيث يملأ تجويف بطن الطائر ومنطقة الرقبة، واضغطه بشكل جيد باستخدام خيوط مناسبة. شكل (١) .
 - ب- أحضر سلكاً بطول جسم الطائر (سلك معلاق الملابس) وأدخله في الجسم الصناعي، ثم أدخل أحد طرفيه في الجمجمة والطرف الآخر في الذيل .
 - ج- اصنع كتلة من القطن لكل رجل بحيث يملأ منطقة الفخذ، ثم أدخل سلكاً فيها (في كل كتلة) وأدخل كل سلك في رجل حتى يظهر بين أصابع القدم ، وثبته بشكل جيد في السلك الأوسط. شكل (٢) .
 - د - اصنع جسماً من القطن لكل جناح بحيث يملأ تجويف الجناح، ثم أدخل فيه سلكاً وأدخله في الجناح حتى يصل إلى مقدمة ما تبقى من عظم، وثبت الطرف الآخر بالسلك الأوسط. شكل (٣) .



- هـ- املاً ما تبقى من تجويف الجسم بالقطن حتى يأخذ الطائر شكله وحجمه الطبيعي، مع ضرورة وضع حبات من النفتالين في جوفه لمنع الرطوبة والتعفن.
- و- احقن ما تبقى من لحم في جسم الطائر- وخصوصا الأجنحة والأرجل- بالفورمالين للحفاظ عليها من التعفن .
- ز- خيط الشق بشكل جيد بحيث لا تظهر آثار الخياطة. شكل (٤).



- ح- ضع حبات من الخرز بالحجم المناسب مكان العينين .
- ط- ثبت الطائر على لوح من الخشب بالشكل الطبيعي له ، بواسطة الأسلاك الموجودة في الأرجل، وضعه في مكان بعيد عن الرطوبة والحشرات، واكتب بطاقة توضح فيها اسم الطائر والمكان المناسب التي يعيش فيه .

٢- تحنيط الثدييات :

- أ- الثدييات الصغيرة والمتوسطة الحجم التي يتراوح طولها من بضعة سنتيمترات إلى ٥٠ سم. مثل الأرنب .
- وقبل البدء بعملية التحنيط ينبغي مراعاة الإرشادات التالية :
- ١- قبل قتل الحيوان أو تخديره ، اكتب على بطاقة خاصة توضح فيها : اسم العينة ، جنسها ، المكان الذي تعيش فيه عادة ، وزن العينة ، تاريخ التحنيط ، وتلصق هذه البطاقة باللوح الذي تثبت فيه أو توضع بجانبه عند العرض وأيضاً قس المسافة بين الأنف والذيل وسجلها؛ وذلك للمحافظة عليها عند إلباس الجسم الصناعي الجلد .
 - ٢- حاول قدر الإمكان أن يبقى جلد الحيوان نظيفاً وألا يسقط عليه شيء من الدم أو الأوساخ، وإن حصل ذلك فتنظفه مباشرة بقليل من الماء وبغاية فائقة .
 - ٣- ضع قطعة من القماش أو القطن في فم الحيوان قبل البدء بتشريجه لمنع خروج شيء من العصارا الداخلية .

خطوات عملية التحنيط :

- ١- خذ الحيوان وضع قطعة قطن مبللة بالكlorفورم على فمه وأنفه فترة من الوقت حتى يموت ، أو ضع الحيوان مع القطن المبللة تحت ناقوس زجاجي محكم الإغلاق فترة من الوقت .
- ٢- ضع الحيوان بعد تخديره أو قتله على لوح التشريح، على أن تكون الجهة البطنية إلى الأعلى، وطالما أن الحيوان سيحنط فالأفضل قتله قبل البدء بالتشريح، حيث إنه لا مبرر لإبقائه حياً .
- ٣- اعمل شقاً طويلاً في مؤخرة الجهة البطنية ما بين الأرجل الخلفية إلى منطقة الرقبة والفك السفلي .
- ٤- افصل الجلد عن الجسم حول الشق وحول الأرجل الخلفية بعناية شديدة . قص عظام الأرجل في منطقة الركبة مع رش البوراكس أو الملح العادي بين الجلد واللحم أثناء الفصل. شكل (٢).
- ٥- افصل الجلد عن الذيل إلى نهايته بالسحب المتواصل وبدقة متناهية .
- ٦- تابع فصل الجلد من الجهة الصدرية والظهرية، وقص عظام الأطراف الأمامية- كما حصل في الأطراف الخلفية- واستمر في فصل الجلد حتى تصل إلى منطقة الرأس. شكل (٣) .

٧- باستخدام المشروط ذي الرأس الحادة ابدأ بسلخ منطقة الرأس بحذر شديد وبخاصة عند أسفل الأذنين وحول العينين والشفاه، حتى تخرج الجمجمة وتحصل على جلد الحيوان سليماً. شكل (٤).

٨- اقلب جلد الحيوان بحيث تجعل الجهة الداخلية إلى الخارج، ثم افرك الجلد بمسحوق البوراكس أو بملح الطعام ؛ للتخلص من المواد الدهنية العالقة به ، كما أن هذه المادة تحفظ الحيوان من التعفن مدة طويلة . ولكي تحافظ على شكل الذيل ضع داخله عوداً لكي لا يجف.

٩- نظف الجمجمة جيداً وافركها بملح البوراكس أو بملح الطعام واتركها مع الجلد حتى تجف أيضاً.

١٠- ابدأ بتحنيط الحيوان متبعاً التالي :

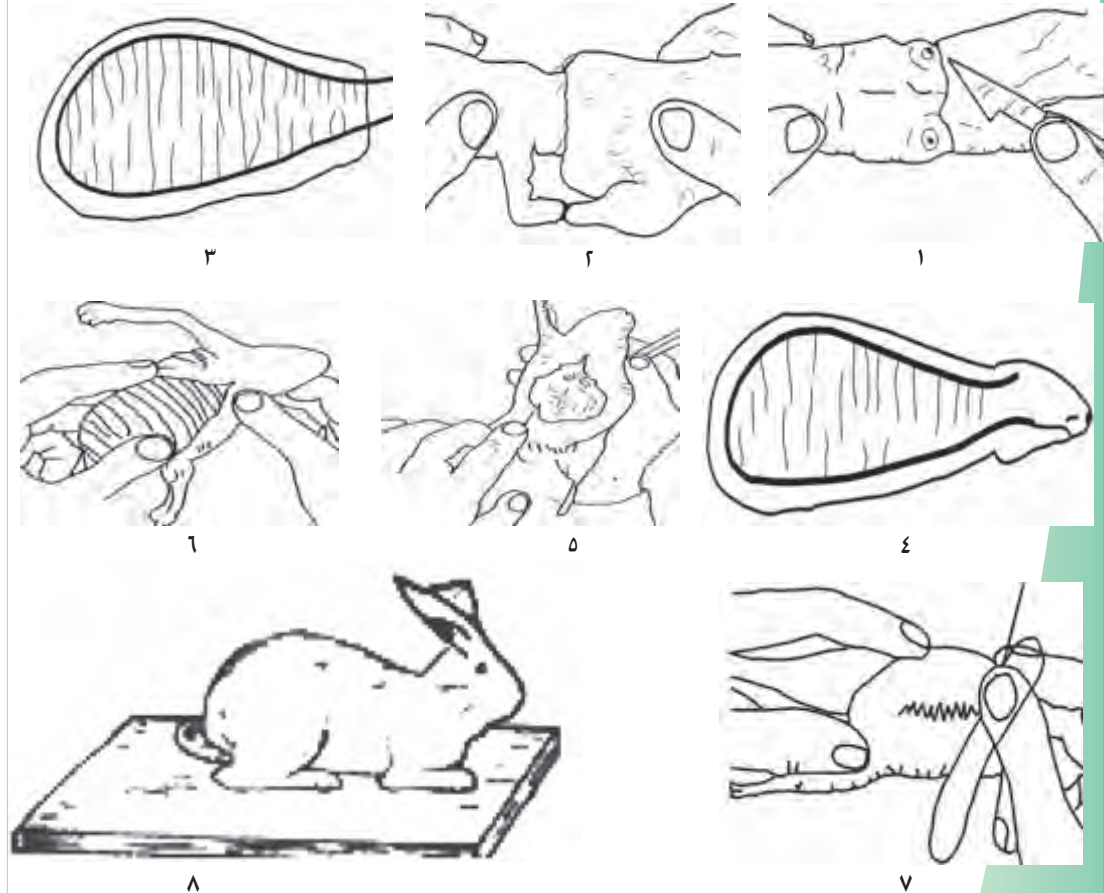
أ- احضر سلكاً معدنياً قوياً ، وشكله حسب جسم الحيوان كما في الشكل ، وغلفه بكمية كافية من القطن لتجويف جسم الحيوان مع إبقاء أطرافه الأمامية بارزة. شكل (٥).

ب- علق الجمجمة في بروز السلك كما في الشكل يمكن عمل نموذج من القطن أو الجبس ووضعه مكان الجمجمة شكل (٦) .

ج- ضع أسلاكاً معدنية قوية في الأطراف، واجعلها تخرج متوازية مع ما بقي من عظام على أن تكون بارزة قليلاً من الخارج، لكي تثبت بها الحيوان على القاعدة الخشبية. شكل (٧) .

د - أدخل الجسم الصناعي الذي أعدته في (أ ، ب) داخل جلد الحيوان بحذر شديد منعاً لفرد جلد الحيوان وثبته بأسلاك الأطراف .

هـ- خيط الشق الذي أحدثته في الحيوان ، وأعطه الشكل المناسب، وثبته على القاعدة الخشبية ، وضع بجانبه البطاقة الخاصة به. شكل (٨) .



ب- الثدييات الكبيرة :

قبل بدء عملية التحنيط خذ القياسات التالية :

طول الأرجل - المسافة بين الأنف والذيل - المسافة بين الأذنين.

خطوات العمل :

- خدر الحيوان أولاً بوضع قطعة من القطن مبللة بالكحولوفورم أو الفورمالدهايد على فمه أو أنفه حتى يخدر .
- ضع الحيوان الممراد تحنيطه على ظهره، واعمل شقاً طويلاً في الجهة البطنية من نهاية الرقبة حتى بداية الذيل .
- اعمل شقاً طويلاً في الجهة الداخلية لكل طرف من الأطراف الأمامية والخلفية .
- ابدأ بسلخ الجلد عن الجسم حول الأطراف بعناية واقطع الذيل مع الجلد .
- اسلخ الجلد عن الرأس وحول الأنف والعينين والشفاه والأذنين بحذر شديد ، وبذلك تحصل على جلد الحيوان .
- اقلب جلد الحيوان ، وافركه جيداً بالملح أو بمسحوق البوراكس، ثم ضع عوداً من الخشب من بداية الذيل حتى الرأس كيلاً يتقلص ، ثم اتركه فترة من الوقت حتى يجف .
- اصنع جسماً صناعياً مناسباً لحجم الحيوان بالاعتماد على القياسات التي أخذت في البداية، مع ضرورة أن يكون حجم الجسم الصناعي أصغر بقليل من الحجم الطبيعي ، ويمكن صنع هذا المجسم من القش .
- لبس الجسم الصناعي الجلد ، واملأ الفراغات المتبقية بالقطن ، ثم ألصقه بالغراء وخيطه، وأعطه الشكل الطبيعي ، ثم ضعه على قاعدة من الخشب ، وضع إلي جانبه بطاقة المعلومات الخاصة به .

ملخص لطرق تحضير وحفظ العينات الحيوانية

المحلول المستخدم للحفظ	طريقة قتل الحيوان	الحيوان
٧٠ ٪ كحول	٧٠ ٪ كحول يغير كلما تغير لونه	اسفنج الماء العذب
كحول 70 %	تغمر العينة في محلول بويين الساخن أو يستعمل المنثول	الهيدرا
فورمالين 10 % أو 70 % كحول	بالمنثول الصلب أو بالتغطيس في محلول جلسن	بلاشيريا المياه العذبة
كحول 70 % أو 10 % فورمالين	ضع الحيوان في الماء البارد ولف الحيوان حول دعامة لتشدّه ، ثم غطس في 10% فورمالين	الديدان الشريطية
فورمالين أو كحول 5 %	غطس مؤقتاً في ماء على 98 °م	الإسكارس
أغسل بالماء ثم اخزن في ١٠ ٪ فورمالين	خدر بمحلول سلفات المغنيسيوم أو بلورات المنثول	(الدورات (العجليات (Rotifers)
٧٠ ٪ كحول	اغمر بمحلول بويين عندما يكون الحيوان منبسّط	(Bryozoa) البرايوزوا
فورمالين 50 %	خدر بإضافة الكحول إلى الماء الفامر للذودة	دودة الأرض
فورمالين 8 %	خدر بمحلول سلفات المغنيسيوم أو اخنق الحيوان بجرة صغيرة مغلقة	العلق
كحول 70% أو 8% فورمالين	غطس حياً في 70% كحول أو 8% فورمالين	سرطان الماء
كحول 70 %	ضع مباشرة في 70 % كحول	القراد
محلول كارل	ضع في محلول كارل	(Centipede) أم أربع وأربعين (Millipede) والالفية
كحول أو محلول 70% كارل أو التجفيف	توضع الحشرات في زجاجة تحتوي على قطن مغموس بالإيثر، وقد يستعمل السيانييد لهذا الغرض	الحشرات
كحول 70% أو 8% فورمالين	خدر في ماء بارد وغطس في الكحول أو الفورمالين	البزاق
فورمالين 8%	خدر بالماء الفاتر بإضافة سلفات المغنيسيوم للتمدد ثم غطس في 10% فورمالين	الحلزونات المائية
فورمالين 8%	فورمالين وافتح الصدفتين بملقط 10 %	المحار
فورمالين 5%	احقن الإيثر في الجسم غطس في 8% كحول	الأسماك
فورمالين ويحقن 8% البطن بالفورمالين	غطس في الفورمالين 8%	البرمائيات

ثامناً : تنظيف الأدوات وتعقيمها

أولاً : تنظيف الأدوات المخبرية :

تعد عملية تنظيف الأدوات المخبرية من أهم المهارات التي يجب على فني (أمين) المختبر إتقانها، وذلك لضمان فاعليتها والمحافظة على سلامتها، على أن يتم التنظيف مباشرة بعد كل استخدام، فكلما زاد اتساخ الأداة كانت عملية التنظيف أصعب ، وربما تطلبت استخدام مواد غالية الثمن.

وفيما يلي القواعد التي يجب مراعاتها في عملية تنظيف الأدوات المخبرية :

١- الأدوات الزجاجية غالباً تغسل بالماء العادي بعد الانتهاء من التجربة ؛ للتخلص من معظم المواد العالقة بها ، وتجفف وتعاد لمكانها .

٢- الأدوات الزجاجية المتسخة تغسل بالمذيبات العضوية أولاً (وأفضلها الأسيتون والهيدروكربونات المتطايرة) ، ثم تغسل جيداً بالماء المقطر .

٣- تنظف الدوايق المتسخة برواسب صعبة الإزالة بحمض النيتريك المركز ، شريطة أخذ الحيطة والحذر عند استخدام هذا الحمض، ولبس الكمامات والقفازات المناسبة والمقاومة للحموض، ثم تغسل بالماء المقطر .

٤- يستعمل حمام من الحمض لغسل القطع الزجاجية الصغيرة ، وأفضل الحموض المستخدمة هو خليط من حمض الكبريتيك والنيتريك المركزين، وإذا اقتضت الحاجة يمكنك إضافة كمية قليلة من حمض النيتريك؛ لإعطاء الخليط فاعلية أكبر في التنظيف . وينبغي الحذر هنا من حفظ هذا الخليط لخطورته؛ لذلك يفضل ألا يحضر منه إلا القدر المطلوب فقط، وإذا زادت كمية منه فيجب التخلص منها مباشرة بعد الاستعمال، وذلك بتخفيفها بالماء وسكبها في حوض الغسيل مع فتح ماء حنفية الحوض. بعد الانتهاء من الحمام ترفع الأدوات من المزيج وتغسل جيداً بالماء المقطر وتوضع في فرن التجفيف (إن وجد) . ويفضل استخدام هذه الطريقة لغسل الأقماع مباشرة بعد استخدامها .

٥- يفضل اتباع ما يأتي عند غسل الزجاجيات بشكل عام :

- أ- اغسلها فوراً بعد الاستعمال وخذنها نظيفة .
- ب- اغسلها قبل الاستعمال حتى لو بدت نظيفة ، خاصة عند إجراء تجارب دقيقة ، فقد تكون هناك آثار مواد عالقة من تجارب سابقة .
- ج- عدم استخدام الضغط الشديد عند غسل الأواني الزجاجية ، فقد يؤدي ذلك إلى كسرها، ويكتفى باستخدام الفرشاة مع ضغط خفيف جداً من الداخل .
- د- لبس القفازات المطاطية عند غسل الأواني الزجاجية؛ لاتقاء الجروح في حال كسرها، وكذلك اتقاء الحروق من مواد التنظيف الكيميائية التي تكون في الغالب مواد آكلة .
- هـ- وضع الأواني الزجاجية بشكل مقلوب على ورق نشا حتى يمتص الماء وتجف ، ولا يستخدم ورق التواليت لتجفيفها ؛ لأن ذلك يسبب اتساخها .

ثانياً : التعقيم :

١) التعقيم : عملية تخلص الشئ المراد استخدامه من كل شكل من أشكال الحياة . ويتم ذلك باستخدام إحدى الطريقتين التاليتين :

١- الحرارة الرطبة : وذلك بالغلي أو باستخدام قدر الضغط (الضاغط) .

٢- الحرارة الجافة : وذلك باستخدام الهواء الساخن في جهاز المجفف (الفرن) .

(٢) أهداف التعقيم :

- ١- تحضير الأدوات المراد استخدامها في زراعة الجراثيم ، كأطباق بتري الزجاجية والأنابيب وغيرها ؛ لتكون خالية من كل أشكال الحياة .
- ٢- تطهير المواد والأدوات الملوثة .
- ٣- التحضير لأخذ العينات ، وذلك بتعقيم الأدوات اللازمة كالإبر والأنابيب وغيرها .

الملاحق

نموذج لإعداد الخطة التنفيذية للتجارب والخبرات

ملحق رقم
٥/٥

ملحوظات	النتيجة اجريت / لم تجرى	التجهيزات والمواد المطلوبة	التجارب والأنشطة التي ستنفذ خلال الفترة	اسم مدرس / مدرسة المساعدة	المساعدة	المصف	الفترة الزمنية (الشهر)
			-١				سبتمبر
			-٢				
			-٣				
			-٤				
			-٥				
			-٦				
			-٧				
			-٨				
							أكتوبر

اسم وتوقيع مدير / مديرة المدرسة



التاريخ : / / ٢٠٠

اسم وتوقيع أمين / أمينة المختبر

التاريخ : / / ٢٠٠

- ❖ تعد هذه الخطة بالالتساق مع جميع مدرسي مواد العلوم ، حيث يقوم مدرسو العلوم في بداية العام الدراسي أو الفصل الدراسي بإعداد خططهم العملية السنوية أو الفصلية المتناسقة مع الخطط النظرية التي يحدونها، وتتضمن الفترة الزمنية لتنفيذ كل نشاط أو مجموعة أنشطة .
- ❖ يقوم أمين / أمينة المختبر بتفريغ هذه الخطط في خطة واحدة عامة لجميع المواد (العلوم) مرتبة حسب الشهور التي ستنفذ خلالها هذه التجارب والأنشطة وفقاً للنموذج أعلاه ، ثم تعرض هذه الخطة على مدير المدرسة ليقيم باعتمادها رسمياً ، وحفظ صورة منها لدى المتابعة لتنفيذها .

اسم المدرس / المادة /
 الصف والشعبة / موضوع الدرس أو التجربة /
 يوم وتاريخ أداء التجربة / / / ٢٠٠ م الحصة /
 الأدوات والأجهزة والمواد المطلوبة /

ملحوظات

التوقيع :

٢٠٠ م / /

التاريخ : / - / ٢٠٠ م

جدول الحصص العملية الأسبوعي

السابعة	السادسة	الخامسة	الرابعة	الثالثة	الثانية	الأولى	الحصة اليوم
							السبت
							الأحد
							الاثنين
							الثلاثاء
							الأربعاء
							الخميس

يتغير هذا الجدول أسبوعياً ، ويعبأ بعد تقديم المدرسين طلباتهم للحصص العملية خلال الأسبوع .

اجتمعت اللجنة المشكلة من :

- ١- رئيساً
- ٢- عضواً
- ٣- عضواً
- ٤- عضواً
- ٥- عضواً

وقامت اللجنة بفتح الصناديق الموجودة بها (أدوات مستديمة - أدوات مستهلكة) وارد

من موجود في (ووجدت جميع

الصناديق عدا الأصناف التالية :

رقم الصنف	اسم الصنف	الوحدة	رقم وتاريخ إذن الصرف	المكسور		ملحوظات
				أرقام	حروف	

وتقرر اللجنة أن الكسر حدث رغم الاحتياطات اللازمة (التجربة - النقل) وليس عن إهمال مقصود أو أي سبب آخر كان في الإمكان تلافيه .

وترى اللجنة خصم المقدار المكسور من العهدة وهذا محضر بذلك.

يعتمد

اللجنة

- ١-
- ٢-
- ٣-
- ٤-
- ٥-

الجمهورية اليمنية
وزارة التربية والتعليم
مكتب التربية والتعليم
مدرسة.....

الوحدة والكمية :

اسم الصنف :

رقم الصنف :

ملحوظات	الرصيد الباقى بالعهدة	المنصرف أو المستهلك		المضاف أو الوارد		الجهة المنصرف منها أو المصروف إليها
		الوحدة والكمية	رقم وتاريخ الأذن	الوحدة والكمية	رقم وتاريخ الأذن	
						الإدارة العامة للسائل والتقنيات

نموذج لصفحة من سجل تحضير الدروس العملية
 (سجل العمل المخبري اليومي)

ملحق رقم
٦/١

موضوع الدرس أو التجربة / المادة /
 الصف / اسم مدرس المادة /

ملحوظات أمين المختبر	توقيع المدرس	بيان المستهلك والكسر		الأجهزة والأدوات والمواد المطلوبة	المكان (المختبر/ القفل)	الحصة	الصف والشعبة	يوم وتاريخ	
		الوحدة والكمية	اسم الصف					أداء الحصة (التجربة)	طلب الحصة

الأدوات والمواد الناقصة /

.....

التحرك الإيجابي لاستكمال النقص إن وجد /

.....

.....

الجمهورية اليمنية
وزارة التربية والتعليم
مكتب التربية والتعليم
مدرسة

أنه في يوم / / ٢٠٠٠م قامت اللجنة المشكلة من :

- ١- مدير المدرسة رئيساً
- ٢- عضواً
- ٣- عضواً
- ٤- عضواً
- ٥- عضواً

بفتح المختبر والتأكد من سلامته ومطابقته لما جاء في محضر الجرد للغلق والتشميع

للمختبر بتاريخ / / ٢٠٠٠م .

وقد وجدت اللجنة بأن :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

يعتمد
مدير المدرسة

التوقيع

اللجنة

الجمهورية اليمنية
وزارة التربية والتعليم
مكتب التربية والتعليم
مدرسة

أنه في يوم / / ٢٠٠٠م قامت اللجنة المشكلة من :

- ١- مدير المدرسة رئيساً
- ٢- عضواً
- ٣- عضواً
- ٤- عضواً
- ٥- عضواً

بجرد محتويات المختبر والتأكد من سلامتها ومطابقتها لما جاء في دفاتر

العهد وقد تم الآتي :

- ١- غلق المحابس الخاصة بالمياه والغاز .
 - ٢- فصل التيار الكهربائي .
 - ٣- التأكد من حفظ المواد المشتعلة .
 - ٤- غلق وتشميع الدواليب الخاصة بالعهد الموجودة في غرفة التحضير .
 - ٥- إحكام غلق النوافذ الخاصة بغرفة التحضير .
 - ٦- إحكام إغلاق الباب الخارجي لغرفة التحضير .
- وسلم لمدير المدرسة صور من كشوفات الجرد وهي كالاتي:

- ١-
- ٢-
- ٣-
- ٤-
- ٥-

وتحرر هذا المحضر بناء على ذلك .

اللجنة
التوقيع
يعتمد
مدير المدرسة

نموذج كشف للزيادة أو العجز في العهدة

ملحق رقم
٩/٩

مكتب التربية /
مدرسة / كشف بالزيادة والعجز في الأصناف التي بعهد
الأخ/ الأخت / من واقع الجرد الفعلي بتاريخ : / / ٢٠٠٢م

٢	رقم الصفحة	رقم الصنف	اسم الصنف أو البند	الوحدة والكمية	كمية الزيادة	كمية العجز	سبب العجز أو الزيادة

اسم وتوقيع صاحب العهدة
أسماء وتوقيع أعضاء اللجنة
اسم وتوقيع مدير / مديرة المدرسة

الختم

التاريخ : / / ٢٠٠٢م

التاريخ : / / ٢٠٠٢م

محضر الكسر أو التلف أو الفقد

ملحق رقم
١٥/١٥

مكتب التربية /
مدرسة /
محضر كسر / تلف / فقد رقم () العام الدراسي : ٢٠٠٢م / ٢٠٠٢م

اسم الصنف / الكمية المكسورة /
الحصة / الصف / التاريخ : / / ٢٠٠٢م
سبب الكسر/ التلف/ الفقد /

اسم المتسبب أو المتسببين /

مدير/ مديرة المدرسة

المتسبب

أمين المختبر

الاسم / الاسم / الاسم /

التوقيع / التوقيع / التوقيع /

الختم



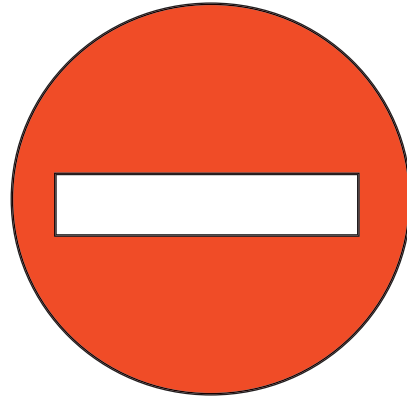
ممنوع التدخين



ماء غير صالح للشرب



ممنوع استعمال الماصة بالفم



ممنوع الدخول



ممنوع الشرب



ممنوع الأكل



ممنوع المشاة

بعض الإشارات ودلالاتها (رموز السلامة في المختبر)

		
خطر	مواد سامة «خطرة»	مواد مشتعلة
		
مواد آكلة «قارضة»	مواد ضارة	خطر بيولوجي
		
خطر الإشعاع	مخاطر أشعة ليزر	

بعض الإشارات ودلالاتها (رموز السلامة في المختبر)



مرشحة مائية



مخرج طوارئ



مغسلة العيون



حروق كيميائية



مخاطر زجاجيات منكسرة



صعقة كهربائية



البس حذاءً عالياً



البس قفازات



البس كمامة



البس ثياباً واقية



اغسل يديك جيداً



ضع قناع اللحام



ضع واقيتي الأذنين

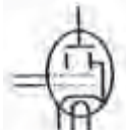
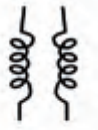

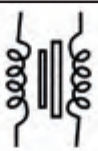

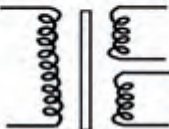

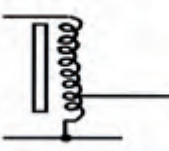









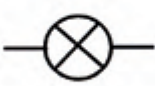





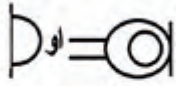



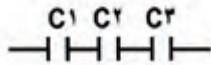






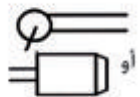


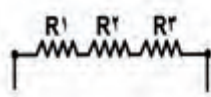

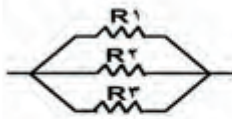





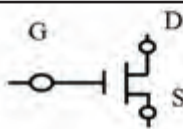

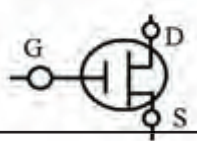




ارتدي النظارة الواقية

الاشكال الرمزية لعناصر الدوائر الكهربائية ومدلولاتها

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
	سلك توصيل		مصباح كهربائي
	هوائي		مفتاح عاكس
	اتصال أرضي مباشر		مقاومة ثابتة
	تقاطع سلكين بدون توصيل		مقاومة متغيرة بزالقي تستخدم كموزع جهد
	تقاطع سلكين مع التوصيل		مقاومة متغيرة تستخدم على التوالي
	اتصال أرضي		مكثف ثابت السعة
	فيش أو كبس "مفتاح"		مكثف متغير مسبق الضبط
	فيش لكابل محوري		مكثف الكترولتي كهربائي (القطب الأسفل موجب)
	مفتاح كهربائي "قاطع تيار"		مكثف غير مستقطب
	مكثف متغير السعة		مقاومة متغيرة
	مصدر تيار كهربائي مستمر		مقاومة متغيرة مسبقة الضبط
	هوائي ثنائي القطب		ثرمستور أو مقاومة حرارية (تنخفض مقاومته عند تسخينه وتزداد عند تبريده)

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
	منصهر "فيوز"		عنصر غير مستقيم الخصائص
	ترانزستور نوع NPN		مكثفان متغيران مربوطان أو متصلان
	ترنترستور نوع PNP		مكثف إلكتروني
	الثنائي الموصل، (دايود Diode)		صمام ثنائي كاثود يسخن مباشرة
	ثنائي زينر		صمام ثنائي
	أعمدة كهربائية جافة موصلة على التوالي		صمام ثنائي كاثود يسخن بطريقة غير مباشرة
	أعمدة كهربائية جافة موصلة على التوازي		صمام ثلاثي
	صمام رباعي		ملف أو محث بلا نواة
	صمام خماسي		الجهد الكهربائي العالي
	صمام خماسي بحجاب داخلي		ملف ذو قلب حديدي أو محث بنواة من رقائق الحديد
	صمام ثنائي وخماسي		محول أحادي الطور
	صمام ثنائي غازي		ملف أو محث من مسحوق الحديد
	صمام ثلاثي وخماسي		ملف أو محث متغير

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
	صمام رباعي - حزمة		محول بلا نواة
	أنبوبة أشعة الكاثود		محول بنواة من رقائق الحديد
	محول خافض للجهد بنواة من مسحوق الحديد وله وصلة فرعية في ملفه الابتدائي		محول ثلاثي الملفات
	محول خافض للجهد بنواة من مسحوق الحديد		محول ذاتي بنواة من رقائق الحديد
	موتور كهربائي		تيار مستمر
	موتور كهربائي بتيار مستمر		تيار متردد
	موتور كهربائي بتيار متردد		تيار مستمر ومتردد
	مولد تيار مستمر		مصباح توهج مملوء بغاز (مصباح نيون)
	مولد تيار متردد		مصباح ذو فتيلة (مصباح دليل)
	أميتر (جهاز قياس شدة التيار الكهربائي)		مقاومة ضوئية
	فولتميتر (جهاز قياس فرق الجهد الكهربائي)		مقياس
	واتميتر (جهاز قياس القدرة الكهربائية)		لاقط للصوت "ميكروفون"
	جلفانوميتر (جهاز قياس متعدد الأغراض)		سماعة (Speaker)
	فولت متر		مكثفات على التوالي

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
	خلية ضوئية		مكثفات على التوازي
	خلية كهروضوئية		مفتاح أوتوماتيكي كهرومغناطيسي
	مكبر صوت أو (حاكي)		جرس كهربائي
	مقوم تيار كهربائي متردد		مقاومات على التوالي
	مذبذب تردد سمعي عالي (بلورة بيزو)		مقاومات على التوازي
	مكبر أو مجهر		تردد سمعي
	راعي تعليمات التشغيل		تردد عال
	بوابة منطقية نوع (AND gate)		ترانزستور نوع تأثير المجال (FET)
	بوابة منطقية نوع (NAND gate)		ترانزستور نوع تأثير المجال (MOSFET)
	بوابة منطقية نوع (OR gate)		بوابة منطقية نوع (OR gate)
	موجب		سالب

الرمز	الرمز	اسم البادئة		م	الرمز	الرمز	اسم البادئة		م
		العالمي	العربي				العالمي	العربي	
10^{-3}	m	MILLI	ملي	11	10^{18}	E	EXA	اكزا	1
10^{-6}	μ	MICRO	ميكرو	12	10^{15}	P	PETA	بيتا	2
10^{-9}		NANO	نانو	13	10^{12}	T	TETRA	تيترا	3
10^{-12}	p	PICO	بيكو	14	10^9	G	GIGA	جيجا	4
10^{-15}	F	FEMTO	فمتو	15	10^6	M	MEGA	ميغا	5
10^{-18}	a	ATTO	أتو	16	10^3	K	KILO	كيلو	6
					10^2	H	HECTO	هكتو	7
					10^1	da	DECA	ديكا	8
					10^{-1}	d	EDCI	ديسي	9
					10^{-2}	C	CENTI	سنتي	10

جدول لبعض الثوابت الفيزيائية

يبين هذا الملحق أهم الثوابت الفيزيائية الأكثر استخداماً في المنهج والمتعلقة بمجالات المادة.

م	اسم الثابت	الرمز	القيمة
1	سرعة الضوء في الفضاء الحر	C	$3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
2	عجلة الجاذبية الأرضية	g	9.807 m.s^{-2} أو 32 fts^{-2}
3	الثابت العام للجاذبية	G	$6.672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{kg}^{-2}$
4	شحنة الإلكترون	e	$1.6 \times 10^{-19} \text{ c}$
5	الكتلة الساكنة للإلكترون	m_e	$9.1095 \times 10^{-31} \text{ kg}$
6	النسبة بين شحنة الإلكترون وكتلته	e/m_e	$1.76 \times 10^{11} \text{ Ckg}^{-1}$
7	الكتلة الساكنة للبروتون	m_p	$1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$
8	الكتلة الساكنة للنيوترون	m_n	$1.6749 \times 10^{-27} \text{ kg}$
9	الكتلة الساكنة لجسيم ألفا	m_α	$6.6465 \times 10^{-27} \text{ kg}$
10	ثابت بلانك	h	$6.63 \times 10^{-34} \text{ J.S}$
11	الثابت العام للغازات	R	$8.31 \times 10^3 \text{ J.mol}^{-1} \text{K}^{-1} \text{kg}^{-1}$
12	عدد أفوجادرو	N_A	$6.02 \times 10^{26} \text{ k mol}^{-1}$
13	وحدة الكتلة الذرية (القياسية) العيارية (a. m. u).	U	$1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
14	ثابت فارادي (الفارادي)	f	$9.6486 \times 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$
15	ثابت بولتزمان	K	$1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
16	ثابت رايد برج	R	$1.0974 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
17	ثابت ستيفان بولتزمان	-	$5.6703 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{K}^{-4}$
18	الإلكترون فولت	eV	$1.6022 \times 10^{-19} \text{ J}$
19	السماحية في الفراغ (معامل نفاذية الفراغ والهواء)	ϵ_0	$8.8542 \times 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$
20	النفاذية في الفراغ	μ_0	$4 \pi \times 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$
21	نقطه الجليد (النقطة الثلاثية للماء)	Ttr	273.15k
22	الضغط الجوي العياري	P	$1.0133 \times 10^5 \text{ pa}$
23	الضغط الجوي المعتاد	Pa	76 cm.hg
24	حجم الغاز المثالي عند م.ض.د	-	$2.2414 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \text{mol}^{-1}$
25	كثافة الزئبق م.ض.د	-	$1.3595 \times 10^4 \text{ kg m}^3$
26	معامل الضغط للغاز المثالي	∞	0.00367 c^{-1}
27	المكافئ الميكانيكي الحراري (مكافئ جول للحرارة)	J	4.185 J cal^{-1}
28	المكافئ الميكانيكي للضوء		$1.5 \times 10^{-2} \text{ w.lm}^{-1}$
29	سرعة الصوت في الهواء		331.29ms ⁻¹ عند 0°C
30	سرعة الصوت في ماء البحر		1500 ms ⁻¹

م	اسم الثابت	الرمز	القيمة
31	كثافة الماء (أقصى قيمة)		$999.972 \text{ kg m}^{-3}$
32	الحرارة الكامنة لصلب الماء	Lf	333000 J kg^{-1}
33	الحرارة الكامنة لتبخير الماء	Lv	225500 J kg^{-1}
34	قدرة الحصان		745.7 W
35	أنجستروم	\AA	10^{-10} m
36	تسلا	T	10^4 gauss
37	هرتز	Hz	Cycle s^{-1}
38	الحرارة النوعية للماء (293K)		$4.190 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
39	السعة الحرارية النوعية للماء		$4187 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
40	ضغط جوي واحد		10.1325 Nm^{-2}
41	السعر (calorie)	Cal	4.18 J
42	الحرارة الكامنة لانصهار الجليد		$335 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1}$
43	نصف قطر الأرض	R earth	$6.378 \times 10^6 \text{ m}$
44	نصف قطر الشمس		$7 \times 10^8 \text{ m}$
45	عجلة الجاذبية على سطح الشمس		273 ms^{-2}
46	سرعة افلات الجسم من جاذبية الأرض		11.1 km.s
47	سرعة افلات الجسم من جاذبية القمر		2.4 km.s
48	سرعة افلات الجسم من جاذبية الشمس		618 km.s
49	كتلة الأرض	Mearth	$5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$
50	كتلة الشمس		$2.0 \times 10^{30} \text{ kg}$
51	متوسط المسافة بين الأرض والشمس		$1.496 \times 10^{11} \text{ m}$
52	متوسط المسافة بين الأرض والقمر		$3.84 \times 10^8 \text{ m}$
53	شدة الإشعاع الشمسي عند الأرض		$0.032 \text{ Cal cm}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$
54	(1U) وحدة كتلة ذرية		$931 \text{ Mev} = 1.49 \times 10^{-10} \text{ J}$
55	السنة الضوئية		$9.46 \times 10^{15} \text{ m}$
56	المسافة بين المجرات	Barsk	سنة ضوئية 3.6×10^{26}
57	كوري (شدة النشاط الإشعاعي لمادة مشعة)	Ci	3.70×10^{10} (تفتت في الثانية)
58	ثابت كولوم (ثابت التناسب)	K	$9.0 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$
59	وحدة التبريد	Ton	$3513 \text{ J.s}^{-1} = 840 \text{ cal s}^{-1}$
60	طاقة الفوتون بالإلكترون فولت طول الموجة (أنجستروم)		12400

جدول يبين الوحدات الأساسية والمشتقة للكميات الفيزيائية في النظام الدولي للوحدات (SI)

ملحق رقم
٤/٧

م	الكمية	الوحدة		صورة أخرى للوحدة
		الاسم	الرمز	
1	الطول (L) - المسافة (d)	متر	m	
2	الكتلة (m)	كيلو جرام	Kg	
3	الزمن (t)	ثانية	S	
4	السرعة (V)	متر لكل ثانية	ms ⁻¹	
5	العجلة (a) - عجلة الجاذبية الأرضية (g)	متر لكل ثانية مربعة	ms ⁻²	
6	القوة (F)	نيوتن	N	Kg m S ⁻² أو J m ⁻¹
7	الحجم (vol)	متر مكعب	m ³	
8	الكثافة (d)	كيلو جرام لكل متر مكعب	Kg m ⁻³	
9	الضغط (p) - الإجهاد	باسكال	Pa	Kg m ⁻¹ S ⁻² أو Nm ⁻² أو Jm ⁻³
10	القدرة	وات	W	Kg m ² S ⁻³ أو J S ⁻¹
11	الطاقة (E) - الشغل (W) - كمية الحرارة (H)	جول	J	Kg m ² S ⁻² أو Nm
12	كمية الحركة الزاوية	كيلوجرام متر مربع لكل ثانية	Kg m ² S ⁻¹	NmS ⁻¹
13	كمية الحركة الخطية	كيلوجرام متر لكل ثانية	Kg m S ⁻¹	Ns ⁻¹
14	طاقة الحركة (KE)	جول	J	
15	طاقة الوضع (PE)	جول	J	
16	عزم القصور الذاتي	كيلوجرام متر مربع	Kg m ²	
17	قوة الاحتكاك (f)	نيوتن	N	
18	قوة الشد (T)	نيوتن	N	
19	التردد	هرتز	Hz	S ⁻¹
20	عزم الازدواج (الازدواج) (L)	نيوتن. متر	Nm	Kg m ² S ⁻² أو J
21	التوتر (الشد) (T)	نيوتن لكل متر	Nm ⁻¹	Kg S ⁻² أو Jm ⁻²
22	شدة التيار الكهربائي (I)	أمبير	A	
23	الجهد الكهربائي (V)	فولت	V	Kg m ² S ⁻³ A ⁻¹ أو JC ⁻¹ أو NmC ⁻¹
24	الشحنة الكهربائية (C)	كولوم	C	AS
25	شدة المجال الكهربائي (E)	فولت لكل متر	Vm ⁻¹	Kg mS ⁻³ A ⁻¹ أو NC ⁻¹
26	المقاومة الكهربائية (R)	أوم	Ω	Kg m ² S ⁻³ A ⁻² أو VA ⁻¹
27	القوة الدافعة الكهربائية (ق.د.ك.)	فولت	V	Kg m ² S ⁻³ A ⁻¹ أو JC ⁻¹
28	كمية الكهرباء	كولوم	C	AS
29	السعة الكهربائية (C)	فاراد	F	Kg ⁻¹ m ⁻² S ⁴ A ² أو CV ⁻¹
30	السماحية (ε ₀) أو معامل النفاذ للعازل الكهربائي	فاراد لكل متر	Fm ⁻¹	C ² N ⁻¹ m ⁻²
31	المقاومة النوعية (المقاومية رولر)	أوم. متر	Ωm	Kg m ³ S ⁻³ A ⁻²
32	الفيض المغناطيسي (التدفق)	ويبر	Wb	VS أو Kg m ² S ⁻² A ⁻¹
33	كثافة الفيض المغناطيسي	تسلا	T	Kg S ⁻² A ⁻¹ أو Wb m ⁻² NSC ⁻¹ m ⁻¹ أو NA ⁻¹ m ⁻¹

م	الكمية	الوحدة		صورة أخرى للوحدة
		الاسم	الرمز	
34	القطب المغناطيسي	أمبير متر	Am	
35	شدة المجال المغناطيسي	أمبير لكل متر	Am ⁻¹	
36	الحث الكهربائي (محاثه)	هنري	H	VSA ⁻¹ أو ΩS أو Kg m ² S ⁻² A ⁻²
37	النفاذية	هنري لكل متر	Hm ⁻¹	
38	الفيض الضوئي	ليومن	Lm	Cd Sr
39	شدة الاستضاءة	لوكس	Lx	Lm m ⁻²
40	شدة الضوء (النصوع) (cd)	قنديلة	Cd	
41	مستوى قدرة الصوت	بل	B	
42	شدة الصوت	دسيبل	Db	
43	مستوى ضغط الصوت	نيبر	Np	W m ⁻²
44	زاوية مستوية	زاوية نصف قطرية (راديان)	Rad	
45	زاوية مجسمة	زاوية نصف قطرية مجسمة (سيتراديان)	Sr	
46	السرعة الزاوية (W) الدورانية	زاوية نصف قطرية لكل ثانية راديان لكل ثانية	Rad S ⁻¹	
47	العجلة الزاوية	زاوية نصف قطرية لكل ثانية مربع راديان لكل ثانية مربع	Rad S ⁻²	
48	المساحة (A)	متر مربع	m ²	
49	الارتفاع (h)	متر	m	
50	الإزاحة (d)	متر	m	
51	الوزن (W)	ثقل كيلوجرام متر لكل ثانية مربعة	N	Kg.m S ⁻²
52	درجة الحرارة الترموديناميكية المطلقة (K)	كلفن (درجة مطلقة)	K	
53	السعة الحرارية (C)	جول لكل درجة مئوية	J.C ^{o-1}	
54	كمية المادة (Md)	مول	mol	
55	الحرارة النوعية (S.H)	جول لكل كيلوجرام كلفن	J Kg ⁻¹ k ^{o-1}	
56	الحرارة الكامنة	جول لكل كيلوجرام	J Kg ⁻¹	
57	الكتلة المولية	كيلوجرام لكل مول	Kg mol ⁻¹	
58	الحجم المولي	متر مكعب لكل مول	m ³ mol ⁻¹	
59	التركيز المولي لمادة المذاب (B)	مول لكل كيلوجرام	mol kg ⁻¹	
60	تركيز المادة (B)	مول لكل متر مكعب	mol m ⁻³	
61	التوصيل الحراري	وات لكل متر كلفن	W m ⁻¹ k ⁻¹	
62	ضغط المائع	بار	Bar	
63	اللزوجة (η)	بواز	P	Nsm ⁻² أو Pa.S
64	اللزوجة الحركية	ستوكس لكل مترمربع ثانية	St.m ⁻² S	
65	الكثافة الخطية	كيلوجرام لكل متر	Kg m ⁻¹	
66	معامل التمدد الخطي	مقلوب الكلفن	k ^{o-1}	
67	الزمن الدوري (T)	ثانية	S	
68	البعد البؤري	متر	m	
69	قوة العدسة	الديوبتر (diopeters)	Δ	
70	الطول الموجي	انجستروم	A ^o	
71	معامل التوتر السطحي	كيلوجرام لكل ثانية مربع	Kg S ⁻²	
72	معامل التوصيل الحراري	وات لكل متر كلفن	W m ⁻¹ k ^{o-1}	JS ⁻¹ m ⁻¹ k ^{o-1}

م	الكمية	الوحدة		صورة أخرى للوحدة
		الاسم	الرمز	
73	الاستطالة (ثابت الزنبرك)	نيوتن لكل متر	Nm ⁻¹	
74	المعاوقة (Z)	أوم	Ω	VA ⁻¹
75	المفاعلة الحثية (XL)	أوم	Ω	
76	المفاعلة السعوية (XC)	أوم	Ω	
77	الطاقة الإشعاعية	الراد	rad	
78	التأثير البيولوجي للإشعاع الممتص	رم	rem	
79	شدة النشاط الإشعاعي لمادة مشعة	كوري	Ci	
80	الموصلية الحرارية	سعر لكل سم ثانية درجة	Col cm ⁻¹ S ⁻¹ C ^{o-1}	
81	التبريد	طن	Ton	
82	معامل يونج	نيوتن لكل متر مربع	Nm ⁻²	
83	الانفعال	-	ليس له وحدة	
84	الطاقة الحرارية	سعر	Calorie	
85	العزم المغناطيسي (A)	متر مربع	m ²	
86	الموصلية الكهربائية (مو)	سيمنز (مقلوب الاوم)	Ω ⁻¹ (mho)	
87	السعة الحرارية	مترمربع لكل ثانية مربع كلفن	m ² S ⁻² K	

جدول يوضح عوامل التحويل إلى الوحدات العالمية (بعض التحويلات المهمة)

ملحق رقم

٥/٢

م	الكمية	الوحدة	SI الوحدة الدولية
1	الطول	1 كيلومتر (كم)	$1000 \text{ m} = 10^3 \text{ m}$
		1 سم	10^{-2} m
		1 ملم	10^{-3} m
		1 ميكرومتر (ميكرون)	10^{-6} m
		1 نانومتر	10^{-9} m
		1 انجستروم	10^{-10} m
		1 باكومتر	10^{-12} m
2	الحجم	1 لتر	10^{-3} m^3
		1 سم ³	10^{-6} m^3
3	الكتلة	1 طن	10^3 kg
		1 جرام	10^{-3} kg
4	السرعة	1 كيلومتر لكل ساعة	$0.2778 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
		1 سم لكل ثانية	$10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
5	الكثافة	1 جرام لكل سم مكعب	10^3 kgm^{-3}
6	العجلة	1 سم لكل ثانية مربعة	$10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
7	القوة	1 كيلوجرام قوة (kg f) (كجم × م / ث ²)	9.807 N
		1 داین (جم . سم / ث ²)	10^{-5} N
8	الطاقة	1 كيلوات. ساعة	$3.6 \times 10^6 \text{ J}$
		1 ارج	10^{-7} J
		1 الكترون فولت	$1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$
		1 كلوري (سعر)	4.186 J
9	القدرة	1 قدرة حصان	745.7 W
		1 كيلوات	10^3 W
		1 ارج لكل ثانية	10^{-7} W
10	الضغط	1 ضغط جوي	$1.013 \times 10^5 \text{ p}_a$
		1 بار	10^5 p_a
		1 داین لكل سم مربع	10^{-1} p_a
11	الشغل	1 ارج	10^{-7} J
12	كثافة الفيض المغناطيسي	1 جاوس	10^{-4} T
13	الفيض المغناطيسي	1 ماكسويل	10^{-8} Wb
14	شدة المجال المغناطيسي	1 أورستيد	$10^3 / 4 \text{ Am}^{-1}$
15	كمية الحرارة	1 سعر (كلوري)	4.187 J
16	السعة الحرارية	1 سعر لكل درجة مئوية	4.187 Jk^{0-1}
17	الحرارة النوعية	1 سعر لكل جرام. درجة مئوية	$4.187 \text{ Jkg}^{-1} \text{ k}^{0-1}$
18	الحرارة الكامنة	1 سعر لكل جرام	4.187 J kg^{-1}
19	القيمة الحرارية	1 سعر لكل جرام	4.187 J kg^{-1}
20	معامل التوصيل الحراري	1 سعر لكل سم ثانية درجة مئوية	$4.187 \text{ Wm}^{-1} \text{ k}^{0-1}$

جدول يوضح العلاقة بين الوحدات المترية (S. I) والوحدات الإنجليزية (f. b. s) الأوزان والمقاييس

ملحق رقم
٩٧

أولاً: مقاييس الأطوال:

	سم CM	متر M	كم KM	بوصة In	قدم Ft	ياردة Yd	ميل تشريعي St. mile	ميل بحري n. mile	
سنتيمتر واحد	1	0.01	$10^{-5} \times 1$	0.3937	0.0328	0.0109	$10^{-6} \times 6.21$	$10^{-6} \times 5.39$	1 Cm
متر واحد	100	1	0.001	39.37	3.281	1.094	0.00062	0.00054	1 m
كيلومتر واحد	100000	1000	1	39370	3281	1094	0.6215	0.5397	1 km
بوصة واحدة	2.54	0.0254	$10^{-5} \times 2.54$	1	0.0833	0.0278	$10^{-5} \times 1.37$	$10^{-5} \times 1.37$	1 in
قدم واحدة	30.48	0.3048	0.000305	12	1	0.333	0.000189	0.000164	1 ft
ياردة واحدة	91.44	0.9144	0.000914	36	3	1	0.000568	0.000493	1 yd
ميل تشريعي واحد	160930	1609	1.609	63360	5280	1760	1	0.868	1 St.mile
ميل بحري واحد	185320	1853	1.853	72952	6080	2027	1.1516	1	1 n. mile

♦ فرسخ بحري واحد = 6055.55 ياردة = 5555.55 متراً.

جدول يوضح العلاقة بين الوحدات المترية (S. I) والوحدات
الإنجليزية (f. b. s) الأوزان والمقاييس

ملحق رقم
١ ٦/٦

ثانياً: مقاييس الأوزان:

	طن إنجليزي Lg. Ton	طن أمريكي Sh. Ton	باوند (رطل) lb	أونس (أوقية) oz	طن متري m. Ton	كجم kgm	جم gm	
1 gm	$10^{-7} \times 9.84$	$10^{-6} \times 1.1$	0.0022	0.0353	$10^{-6} \times 1$	0.001	1	جرام واحد
1 kgm	0.000984	0.0011	2.205	35.27	0.001	1	1000	كيلو جرام واحد
1 m. Ton	0.9842	1.102	2.205	35.300	1	1000	$10^6 \times 1$	طن متري واحد
1 oz	$10^{-5} \times 2.79$	$10^{-5} \times 3.12$	0.0625	1	$10^{-5} \times 2.83$	0.0283	28.35	أونس واحدة
1 lb	0.000446	0.0005	1	16	0.000454	0.4536	453.6	باوند واحد
1 sh. Ton	0.8929	1	2000	32000	0.9072	907.2	9.07×10^5	طن أمريكي واحد
1 Lg. Ton	1	1.12	2.240	35.800	1.016	1016	1.02×10^6	طن إنجليزي واحد

♣ طن واحد من الحمولة القصوى = طناً واحداً إنجليزي = 1.016047 طن متري.

جدول يوضح العلاقة بين الوحدات المترية (S. I) والوحدات
الإنجليزية (f. b. s) الأوزان والمقاييس

ملحق رقم
١ ٩/٢

ثالثاً: مقاييس المساحات:

	ميل ² mile ²	ياردة ² yd ²	قدم ² ft ²	بوصة ² in ²	كم ² km ²	متر ² m ²	سم ² cm ²	
1 cm ²	$10^{-11} \times 3.86$	0.000119	0.001076	0.1550	$10^{-10} \times 1$	0.0001	1	سنتيمتر مربع واحد
1 m ²	$10^{-7} \times 3.86$	1.197	10.765	1.550	$10^{-6} \times 1$	1	10000	متر مربع واحد
1 km ²	0.3862	1.196.836	$10^7 \times 6.45$	$10^9 \times 6.45$	1	$10^6 \times 1$	$10^{10} \times 1$	كيلو متر مربع واحد
1 in ²	$10^{-10} \times 3.86$	0.000773	0.00694	1	$10^{-10} \times 6.45$	0.000645	6.4516	بوصة مربع واحدة
1 ft ²	$10^{-8} \times 3.86$	0.1109	1	144	$10^{-8} \times 6.45$	0.0929	929	قدم مربع واحدة
1 yd ²	$10^{-7} \times 3.86$	1	9	1.296	8.361	0.8361	8.361	ياردة مربع واحدة
1 mile ²	1	3097600	$10^7 \times 6.45$	$10^9 \times 6.45$	2.590	$10^6 \times 2.59$	$10^{10} \times 2.59$	ميل مربع واحد

- ❖ هكتار = 10000 متر مربع = 2.4711 فدان.
- ❖ فدان = 4840 ياردة مربعة = 4047.86 متراً مربعاً .
- ❖ كيلو متر مربع = 100 هكتار = 0.3861 ميل.
- ❖ ميل مربع واحد = 640 فداناً.

سرعة الصوت خلال انتقاله في بعض الأوساط

يعرف الصوت عادة / بأنه أي اضطراب تضاعطي ينتقل في المادة بحيث يسبب حركة طبلية الأذن ويؤدي بالتالي إلى الإحساس بالسمع.
وتعرف شدة الصوت / بأنها القدرة المارة خلال وحدة مساحات عمودية على اتجاه انتشار الموجة.

م	العنصر / المادة	سرعة الصوت (mS^{-1})
1	الهواء	340
2	الماء النقي	1500
3	ماء البحر	1531
4	الخشب	3800
5	الزجاج	4540
6	الألومنيوم	5100
7	الحديد الصلب	5200

فعند درجة (0C^0) تكون سرعة الصوت في الهواء (331ms^{-1}) وتزداد قيمة سرعة الصوت في الهواء بحوالي (0.60ms^{-1}) لكل ارتفاع في درجة الحرارة مقدراه 1C^0 .

كثافة بعض العناصر

تعرف الكثافة/ بأنها صفة من صفات الأجسام وتعني كتلة وحدة الحجم من المادة وتقاس بوحدة (kg. m^{-3}) في النظام الدولي.

م	العنصر	الكثافة جم سم ⁻³	م	العنصر	الكثافة جم سم ⁻³	م	العنصر	الكثافة جم سم ⁻³
1	الماء النقي	1	2	الذهب	19.3	3	النيكل	8.8
4	ماء البحر	1.03	5	البتروول	0.9	6	الإيثر	0.73
7	الهواء ♦	0.00129	8	الفضة	10.5	9	الزجاج التاجي	2.4
10	الزئبق	13.546	11	النحاس	8.95	12	الزجاج الصخري	2.9-5.9
13	الثلج	0.917	14	الرصاص	11.3	15	الأبونيت	1.15
16	الكحول الايثيلي	0.807	17	البلاتين	21.4	18	الزيت	0.8
19	الانيلين	1.035	20	الألومنيوم	2.700	21	الهيدروجين ♦	0.00009
22	الجلسرين	1.260	23	القصدير	7.3	24	الفلين	0.22-0.26
25	البارفين	0.878	26	الخارصين	7.1	27	الخشب	0.95-1.16
28	النفط	0.72	29	الحديد	7.9	30	البنزين	0.879
31	العظم	1.800	32	الأكسجين	0.00144			

♦ عند درجة حرارة صفر درجة مئوية عند سطح البحر.

معامل الانكسار للضوء في بعض الأوساط

يعرف معامل الانكسار / بأنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ وسرعة الضوء في المادة، حيث يكون أكبر من الوحدة أو يساويها.

أو هو النسبة بين جيب زاوية السقوط () إلى جيب زاوية الانكسار ().
وهذه العلاقة خطية بميل يساوي معامل الانكسار النسبي بين الوسطين (μ_1, μ_2)

$$\mu_2 = \sin i / \sin r$$

حيث (μ) معامل الانكسار

م	المادة	معامل الانكسار	م	المادة	معامل الانكسار
1	الماء النقي	1.333	2	الانيلين	1.501
3	الملح الصخري	1.54	4	إيثانول	1.36
5	شمع البرافين	1.43	6	ايوديد الميثيلين	1.74
7	الجلسرين	1.474	8	ثاني كبريتيد الكربون	1.63
9	الكوارتز المصهور	1.46	10	زجاج صخري	1.579
11	الكوارتز البلوري	1.54	12	زجاج تاجي	1.516
13	كلوريد الصوديوم	1.52	14	زجاج (لون بنفسجي)	1.532
15	الماس	2.42	16	لون أزرق	1.528
17	الإيثر	1.352	18	لون أخضر	1.519
19	اسيتون	1.36	20	لون أصفر	1.514
21	الكهرمان	1.546	22	لون أحمر	1.513
23	البنزين	1.501	24	الهواء ❖	1.0003
25	رابع كلوريد الكربون	1.464	26	الهيليوم	1.000035
27	كحول ميثيلي	1.329	28	التولوين	1.499
29	كحول إيثيلي	1.362			

❖ عند الضغط ودرجة الحرارة المعياريين .

معامل التمدد الطولي للمواد المختلفة

ملحق رقم
١٩/٢

يعرف معامل التمدد الطولي لمادة ما / بأنه نسبة الزيادة الحاصلة في طول الجسم إلى طوله الأصلي عندما ترتفع درجة حرارته بالتسخين درجة واحدة مئوية. أو هو التغير في وحدة الطول بسبب تغير درجة حرارة المادة بمقدار درجة مئوية أو (مطلقة) واحدة.

م	المادة	معامل التمدد الطولي	م	المادة	معامل التمدد الطولي	م	المادة	معامل التمدد الطولي
1	الثلج	51×10^{-6}	2	الرصاص	29×10^{-6}	3	البرونز	18×10^{-6}
4	النحاس	17×10^{-6}	5	البلاطين	9×10^{-6}	6	الإسمنت	12×10^{-6}
7	النحاس الأصفر	19×10^{-6}	8	الفضة	17×10^{-6}	9	السليكا	26×10^{-6}
10	النحاس الأحمر	17×10^{-6}	11	الفضة الألمانية	148×10^{-7}	12	الأبونيت	7×10^{-5}
13	الألومنيوم	24×10^{-6}	14	الحديد	11×10^{-6}	15	الزجاج	85×10^{-7}
16	الخاصين	28×10^{-6}	17	القصدير	27×10^{-6}	18	زجاج بيركس	36×10^{-7}
19	النيكل	13×10^{-6}	20	الكوارتز	4×10^{-7}			

معامل التمدد الحجمي = معامل التمدد الطولي $\times 3$

معامل المرونة لبعض المواد

ملحق رقم
١١/٢

تعرف المرونة/ بأنها مدى استجابة الأجسام المادية للقوى المؤثرة عليها استاتيكية ومدى عودة تلك الأجسام إلى حالتها السابقة بعد زوال القوى المؤثرة. أو هي خاصية استعادة المادة لشكلها وحجمها الأصليين بعد زوال المؤثر الخارجي عليها. ويعرف معامل المرونة / بأنه النسبة بين القوة الواقعة على وحدة المساحات إلى التغير الناتج في وحدة الأطوال ($N m^{-2}$).

م	المادة	معامل المرونة	م	المادة	معامل المرونة
1	النحاس	12×10^{10}	2	النحاس الأصفر	9.2×10^{10}
3	الحديد	9×10^{10}	4	الفولاذ	19.2×10^{10}
5	الألومنيوم	7×10^{10}			

حرارة التبخر وحرارة الانصهار لبعض المواد

ملحق رقم

١٢/٢

حرارة التبخر/ هي الطاقة اللازمة لتبخر وحدة الكتلة من مادة.
أو هي الطاقة اللازمة لفصل وحدة الكتلة من الجزيئات عن بعضها البعض لتحويلها من طور السيولة إلى طور البخار.

م	المادة	نقطة الانصهار C°	نقطة الغليان C°	حرارة الانصهار cal /g	حرارة التبخر cal /g
1	الماء	صفر	100	80	539
2	الزئبق	-39	357	2.8	65
3	الرصاص	327	-	509	-
4	الكحول الإيثيلي (إيثانول)	-114	78	25	204
5	النيتروجين	-210	-196	6.1	48
6	الأكسجين	-219	-183	3.3	51

وتعرف حرارة الانصهار/ بأنها كمية الطاقة الحرارية اللازمة لصهر وحدة الكتلة من المادة البلورية.

نقطة الغليان/ هي النقطة التي يكون فيها ضغط البخار للسائل مساوياً بالضغط للضغط الخارجي على السطح.

درجة انصهار بعض المواد

ملحق رقم

١٣/٢

تعرف درجة الانصهار لمادة ما/ بأنها تغير المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة. وهي عكس التجمد.

م	المادة	درجة الانصهار C°	م	المادة	درجة الانصهار C°
1	المتنجستن	2387	2	الزئبق	-29
3	البلاتين	1772	4	الكربون	3500
5	الحديد	1527	6	السيلكون	1415
7	النيكل	1455	8	الزجاج	1100
9	النحاس	1083	10	الكبريت	115
11	الذهب	1063	12	النفثالين	80
13	الفضة	961	14	شمع البرافين	53

لزوجة بعض السوائل والغازات

ملحق رقم
١٤/٦

تعرف اللزوجة (ايتا) / بأنها مقياس لمقدار القوة اللازمة لانزلاق طبقة من السائل على طبقة أخرى.

المادة	المادة	م	اللزوجة Nsm^{-2}	اللزوجة Nsm^{-2}	م
الهواء	كحول إيثيلي (إيثانول)	1	0.019	100	1
الماء	الزيت	2	0.801	200	2
البنزين	الجلسرين	3	0.564	629	3
الأسيتون	الجلوكوز	4	295	6.6×10^{13}	4
كحول ميثيلي (ميثانول)	بلازما الدم \equiv	5	0.510	1.6	5

المكافئ الكيميائي الكهربائي

ملحق رقم
١٥/٦

يعرف المكافئ الكيميائي الكهربائي / بأنه وزن العنصر المترسب أو المنفصل في عملية التحليل الكهربائي لمحلول ملح من أملاحه بمرور شحنة قدرها واحد كولوم.
أو هو كتلة العنصر التي تحررها من المحلول شحنة كهربائية مقدارها الوحدة . ويقاس (kg c^{-1}).

العنصر	المكافئ الكيميائي الكهربائي	م	العنصر	المكافئ الكيميائي الكهربائي	م
الذهب	68×10^{-5}	2	النحاس	33×10^{-5}	1
النيكل	304×10^{-6}	4	الأكسجين	83×10^{-6}	3
الفضة	1118×10^{-6}	6	الإيدروجين	105×10^{-6}	5

الحرارة النوعية لبعض المواد

تعرف الحرارة النوعية/ بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتلة للمادة (١ كجم) بمقدار درجة مئوية واحدة.
أو هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة (1 kg) من المادة ($1k^0$). ووحداتها ($J kg^{-1} k^{0-1}$).

م	المادة	الحرارة النوعية	م	المادة	الحرارة النوعية	م	المادة	الحرارة النوعية
1	الماء	1	2	انيلين	0.52	3	الحديد	0.113
4	الثلج	0.53	5	شمع برفاين	0.69	6	الفولاذ	0.11
7	الكحول	0.6	8	مطاط	0.40	9	الألومنيوم	0.217
10	الكبروسين	0.51	11	الذهب	0.03	12	بورون	0.307
13	زئبق	0.0333	14	الفضة	0.056	15	الكربون	0.160
16	جلسرين	0.58	17	النحاس	0.093	18	الكادميوم	0.055
19	بنزين	0.41	20	النحاس الأصفر	0.092	21	النيكل	0.109
22	زيت برفاين	0.52	23	الزجاج	0.16	24	السيلكون	0.182
25	كحول ميثيلي	0.60	26	الخارصين	0.0924	27	كحول إيثيلي	0.58
28	الرصاص	0.0305						

ملحق رقم (٧٧/٢)
الوزن النوعي لبعض المواد

تعريف الوزن النوعي: هو نسبة كثافة المادة إلى كثافة الماء ويساوي عددياً كثافة المادة بوحدة (gm cm^{-3}) .

ويعرف الوزن النوعي أو الكثافة النسبية لمادة: بأنها النسبة بين كثافة المادة وكثافة الماء.

م	المادة الصلبة	الوزن النوعي	م	المادة السائلة	الوزن النوعي	م	المادة الغازية	الوزن النوعي
1	نحاس	8.9	1	الماء المقطر	1	1	هواء	1.1293×10^{-3}
2	نحاس اصفر	8.4	2	ماء البحر	1.025	2	اكسجين	1.1977×10^{-3}
3	حديد	7.85	3	زيت زيتون	0.92	3	ثاني اكسيد كربون	1.977×10^{-3}
4	فولاذ	7.8	4	زئبق	13.6	4	نيتروجين	1.977×10^{-3}
5	الألومنيوم	2.7	5	أثير	0.74			
6	جرافيت	2.7	6	كحول إيثيلي	0.79			
			7	كحول ميثيلي	0.81			
			8	كحول تركلوريد	1.60			

ملحق رقم (٧٨/٢)
المقاومة النوعية الكهربائية في بعض المواد

تعرف المقاومة النوعية الكهربائية لمادة ما/ بأنها المقاومة الكهربائية لوحدة الطول للمادة عندما تكون مساحة المقطع تساوي الوحدة الواحدة.

م	المادة	المقاومة النوعية الكهربائية	م	المادة	المقاومة النوعية الكهربائية
1	الألومنيوم	2.6×10^{-6}	5	الفضة الألمانية (14%)	33×10^{-6}
2	النحاس	1.72×10^{-6}	6	الحديد	10×10^{-6}
3	النحاس الأصفر	$(8.4-6.4) \times 10^{-6}$	7	الفولاذ	24×10^{-6}
4	الفضة	1.6×10^{-6}			

ملحق رقم (٢/١٩)

العازلية الكهربائية لبعض المواد

تعرف العازلية الكهربائية لمادة ما/ بأنها النسبة بين سعة المكثف عندما يكون الوسط العازل بين لوحيه أية مادة عازلة، وسعته عندما يكون الوسط العازل بين لوحيه هو الهواء .
أو هي: النسبة بين قيمة المجال الكهربائي في الفراغ إلى قيمته في وجود مادة ما .

م	المادة العازلة	ثابت العازلية	م	المادة العازلة	ثابت العازلية
1	الفراغ أو الهواء	1.006	8	الماء النقي	78.54
2	الميكاف	3 - 6	9	البافين	2.1
3	الزجاج	5 - 10	10	زيت البترول	2.2
4	المطاط	2 - 94	11	البنتين	2.29
5	الجليسرين	42.5	12	الأسيتون	27
6	جرمانيوم	16	13	الثلج (5°C-)	2.9
7	الماء	81	14	الكحول الميثيلي	31

ملحق رقم (٢/٢٠)

الطول الموجي والتردد للموجات الكهرومغناطيسية

يعرف الطول الموجي/ بأنه المسافة من نقطة على الموجة إلى نقطة أخرى مقابلة لها في الموجة الأخرى. أي المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليتين وقليلة التردد .
أو هو المسافة بين نقطتين متشابهتين على الموجة وضمن دورة واحدة .
ويعرف التردد/ بأنه عبارة عن عدد الموجات التي تمر في نقطة واحدة في ثانية واحدة

نوع الموجة Wave Type		طول الموجة Wave Length (cm)	المدى Range (A°)	التردد Frequency Range (Hz)
A M Radio	موجة الراديو	6×10^4 to 1.5×10^3	6×10^{12} to 1.5×10^{11}	0.5×10^6 to 2×10^7
TV and FM Radio	موجة TV و FM	7.5×10^2 to 1.5×10^2	7.5×10^{10} to 1.5×10^{10}	4×10^7 to 2×10^8
Micro Wave	الموجة الدقيقة	30 to 0.1	3×10^9 to 10^7	10^9 to 3×10^{11}
Near In Fra-red	ما يقارب تحت الحمراء	0.03 to 1.0×10^{-4}	3×10^5 to 8000	10^{11} to 3×10^{14}
Visible Light	الضوء العادي	—	—	—
Red	الأحمر	7.6×10^{-5}	6300 to 8000	3.9×10^{14}
Orange	البرتقالي	6.1×10^{-5}	5900 to 6300	4.9×10^{14}
Yellow	الأصفر	5.9×10^{-5}	5600 to 5900	5.1×10^{14}
Green	الأخضر	5.4×10^{-5}	4900 to 5600	5.6×10^{14}
Blue	الأزرق	4.6×10^{-5}	4000 to 4900	6.5×10^{14}
Ultraviolet	فوق البنفسجي	4×10^{-5} to 3×10^{-6}	4×10^3 to 3×10^2	7.5×10^{14} to 10^{16}
X-Rays	أشعة اكس	3×10^{-6} to 3×10^{-10}	3×10^2 to 3×10^{-2}	10^{16} to 3×10^{20}
Gamma Rays	جاما	3×10^{-8} to 3×10^{-13}	3×10^{-5}	10^{18} to 3×10^{22}

1 A° - Angstrom = 10^{-10} m

(أ) يبين الموجات الميكانيكية التي تحتاج إلى وسط لانتقالها (لا تنتقل في الفضاء المفرغ) مثل موجات الصوت والموجات الميكانيكية الأخرى .
(ب) الموجات التي تنتقل سواء توفر الوسط أو لم يتوفر، وسميت بالموجات المجالية، مثل الضوء، وغيره .
ويبين الجدول أن موجات الراديو والتلفزيون لها طول موجي كبير وتردد صغير، تليها الأشعة تحت الحمراء، ثم أشعة الضوء المرئي، ثم الأشعة فوق البنفسجية وأشعة X وأشعة جاما، على الترتيب. حيث يقل الطول الموجي ويزداد التردد .

ملحق رقم (٢ / ٢١)
أهم العلاقات والقوانين الرياضية
أولاً: الجبر

الأسس

- * $\frac{1}{A} = A^{-1}, A \neq 0$
- * $A^N = A.A... A$ مكررة N مرة
- * $A^0 = 1$
- * $A^M . A^N = A^{M+N}$ حيث $A \neq 0$
- * $A^M \div A^N = A^{M-N}$
- * $(A^M)^N = A^{M \times N}$

الجزور

- * $\sqrt{A.B} = \sqrt{A} . \sqrt{B}$
- * $\sqrt{A.B.C...} = \sqrt[N]{A} . \sqrt[N]{B} . \sqrt[N]{C} ...$
- * $\sqrt[N]{\frac{A}{B}} = \frac{\sqrt[N]{A}}{\sqrt[N]{B}}, B \neq 0$
- * $(A)^{\frac{A}{B}} = \sqrt[B]{A^A}, B > 1$
- * $\sqrt{(A+B)^2} = |A+B|$

اللوغاريتمات

- * $\text{Log}(A . B) = \text{Log}(A) + \text{Log}(B), (A, B) > 1$
- * $\text{Log}(A . B . C ...) = \text{Log}(A) + \text{Log}(B) + ...$
- * $\text{Log}\left(\frac{A}{B}\right) = \text{Log}(A) - \text{Log}(B), B > 1$
- * $\text{Log } 1 = 0$
- * $\text{Log}(A)^N = N \text{Log}(A)$
- * $\text{Log}_A(A) = 1$
- * $Y = \text{Log}_A(X) \iff X = A^Y, X > 1$
- * $\text{Ln}_e(B) = 2.303 \text{Log } B : e = 2.303$
حيث

: Ln هو اللوغاريتم الطبيعي للأساس e

10

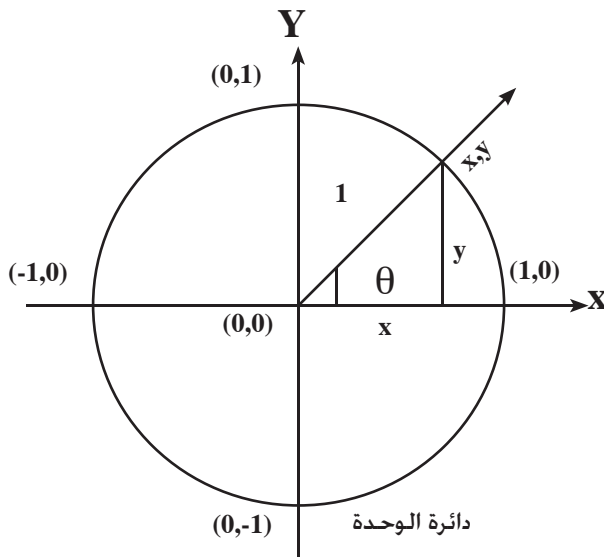
Log اللوغاريتم المعتاد للأساس .

C , B , A , N أعداد صحيحة موجبة، و (X , Y) متغيرات .

وحدات قياس الزوايا والعلاقة فيما بينها:

م	وحدة القياس	علاقة التحويل
1	الدرجة (C°)	الدرجة الواحدة = $\frac{\pi}{180}$ راديان الدرجة الواحدة = $\frac{10}{9}$ غراد
2	الراديان (R)	الراديان الواحد = $\frac{180}{\pi}$ درجة الراديان الواحد = $\frac{200}{\pi}$ غراد
3	الغراد (gh)	الغراد الواحد = $\frac{9}{10}$ درجة الغراد الواحد = $\frac{\pi}{200}$ راديان

1	الزاوية بالدرجة	30	45	60	90	180	270	360
2	الزاوية بالراديان (R)	$\frac{\pi}{6} R$	$\frac{\pi}{4} R$	$\frac{\pi}{3} R$	$\frac{\pi}{2} R$	πR	$\frac{3\pi}{2} R$	$2\pi R$
3	الزاوية بالغراد (gh)	33.33 gh	50 gh	66.66 gh	100 gh	200 gh	300 gh	400 gh



الدوال الدائرية:

1 - دالة الجيب $\sin(\theta) = y$

2 - دالة جيب التمام $\cos(\theta) = x$

3 - دالة الظل $\tan(\theta) = \frac{y}{x}$

4 - دالة ظل التمام $\cot(\theta) = \frac{x}{y}$

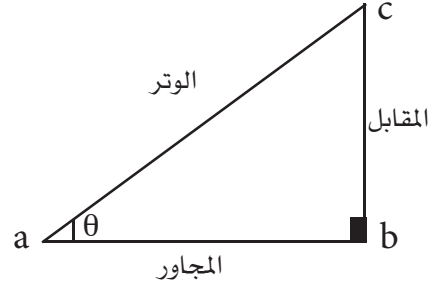
5 - دالة القاطع $\sec(\theta) = \frac{1}{x}$

6 - دالة قاطع التمام $\csc(\theta) = \frac{1}{y}$

في المثلث abc القائم الزاوية في b يكون:

$$\sin(\theta) = \left| \frac{cb}{ac} \right|, \cos(\theta) = \left| \frac{ab}{ac} \right|, \tan(\theta) = \left| \frac{bc}{ab} \right|,$$

$$\cot(\theta) = \left| \frac{ab}{bc} \right|, \sec(\theta) = \left| \frac{ac}{ab} \right|, \csc(\theta) = \left| \frac{ac}{bc} \right|$$



العلاقة بين الدوال الدائرية:

$$\sin(\theta) = \frac{1}{\csc(\theta)} : \csc(\theta) = \frac{1}{\sin(\theta)} : \sin(\theta) \cdot \csc(\theta) = 1$$

$$\cos(\theta) = \frac{1}{\sec(\theta)} : \sec(\theta) = \frac{1}{\cos(\theta)} : \sec(\theta) \cdot \cos(\theta) = 1$$

$$\tan(\theta) = \frac{1}{\cot(\theta)} : \cot(\theta) = \frac{1}{\tan(\theta)} : \cot(\theta) \cdot \tan(\theta) = 1$$

$$\tan(\theta) = \frac{\sin(\theta)}{\cos(\theta)} : \cot(\theta) = \frac{\cos(\theta)}{\sin(\theta)}$$

$$(\sin(\theta))^2 + (\cos(\theta))^2 = 1 : 1 + (\tan(\theta))^2 = \frac{1}{(\cos(\theta))^2} : 1 + (\cot(\theta))^2 = \frac{1}{(\sin(\theta))^2}$$

$$\sin(-\theta) = -\sin(\theta), \cos(-\theta) = \cos(\theta), \tan(-\theta) = -\tan(\theta), \cot(-\theta) = -\cot(\theta)$$

$$\sin(\pi - \theta) = \sin(\theta), \cos(\pi - \theta) = -\cos(\theta), \tan(\pi - \theta) = -\tan(\theta),$$

$$\cot(\pi - \theta) = -\cot(\theta)$$

$$\sin(\pi + \theta) = -\sin(\theta), \cos(\pi + \theta) = -\cos(\theta), \tan(\pi + \theta) = \tan(\theta),$$

$$\cot(\pi + \theta) = \cot(\theta)$$

$$\sin(2\pi - \theta) = -\sin(\theta), \cos(2\pi - \theta) = \cos(\theta), \tan(2\pi - \theta) = -\tan(\theta),$$

$$\cot(2\pi - \theta) = -\cot(\theta)$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} \pm \theta\right) = \cos(\theta), \cos\left(\frac{\pi}{2} \pm \theta\right) = \pm \sin(\theta)$$

$$\tan\left(\frac{\pi}{2} \pm \theta\right) = \pm \cot(\theta), \cot\left(\frac{\pi}{2} \pm \theta\right) = \pm \tan(\theta)$$

قيم النسب المثلثية للزوايا الشهيرة:

الزوايا النسب المثلثية	0	30	45	60	90	180	270	360
SIN	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	0	-1	0
COS	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0	1
TAN	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	∞	0	∞	0
COT	∞	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	0	∞	0	∞
SEC	1	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\sqrt{2}$	2	∞	-1	∞	1
COSC	∞	2	$\sqrt{2}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	1	∞	-1	∞

قائمة الهندسة

١- الأشكال المنتظمة:

م	الشكل	المساحة	المحيط
1	المربع	X^2	$4X$
2	المستطيل	XY	$2(X+Y)$
3	المعين	نصف حاصل ضرب القطرين	$4X$
4	متوازي الأضلاع	XY	$2(X+Y)$
5	شبه المنحرف	نصف مجموع القاعدتين المتوازيتين \times الارتفاع	مجموع أطوال أضلاعه الأربعة
6	المثلث	نصف القاعدة \times الارتفاع	مجموع أطوال أضلاعه الثلاثة
7	الدائرة	πr^2	$2\pi r$

X : يمثل الطول. Y : يمثل العرض. r : يمثل نصف القطر. $\pi = \frac{22}{7} = 3.14$

٢- الأشكال غير المنتظمة:

م	الشكل	الحجم	المساحة	
			الجانبية	الكلية
1	المنشور القائم	مساحة القاعدة × الارتفاع	محيط القاعدة × الارتفاع	المساحة الجانبية + مساحة القاعدتين
2	متوازي المستطيلات	مساحة القاعدة × الارتفاع XYh	--	$2(Xh+Yh+XY)$
3	المكعب	طول الضلع × نفسه × نفسه = X^3	--	$6X^2$
4	الأسطوانة	مساحة القاعدة × الارتفاع πr^2h	$2\pi rh$	$2\pi(rh + r^2)$
5	الهرم	$\frac{1}{3}$ مساحة القاعدة × الارتفاع	$\frac{1}{2}$ (محيط القاعدة) × الارتفاع	المساحة الجانبية + مساحة القاعدتين
6	الهرم الثلاثي القائم المنتظم (ذو الوجوه الأربعة)	$\frac{\sqrt{3}}{4} \times \frac{1}{3} \times$ مربع طول الحرف الواحد × الارتفاع	--	--
7	الهرم الناقص	$\frac{1}{3}$ (القاعدة الأولى + القاعدة الثانية + $\sqrt{\frac{\text{القاعدة الأولى} \times \text{القاعدة الثانية}}{\text{الارتفاع}}}$)	$\frac{1}{2}$ (مجموع محيط القاعدتين) × الارتفاع الجانبي	المساحة الجانبية + مساحة القاعدتين
8	المخروط	$\pi r^2 \frac{h}{3}$	$\pi r L$	$r \pi (r + L)$
9	المخروط الناقص	$\frac{\pi}{3} h (r_1^2 + r_2^2 + r_1 \times r_2)$	$\pi L(r_1 + r_2)$	المساحة الجانبية + مساحة القاعدتين
10	الكرة	$\frac{4}{3} \pi r^3$	--	$4 \pi r^2$

h: الارتفاع. L: الارتفاع الجانبي. r: نصف القطر. X: الطول. Y: العرض. $\pi = \frac{22}{7} = 3.14$

r₁: نصف قطر القاعدة الأولى. r₂: نصف قطر القاعدة الثانية.

تأليف: يحيى الخواشين الهامة في التفاضل والتكامل

١- مشتقة الدوال المثلثية:

الدالة المثلثية (Y)	مشتقتها $\bar{y} = \left(\frac{dy}{dx} \right)$
$\sin(X)$	$\cos(X)$
$\cos(X)$	$-\sin(X)$
$\tan(X)$	$\sec^2(X)$
$\cot(X)$	$-\operatorname{cosec}^2(X)$
$\sec(X)$	$\sec(X) \tan(X)$
$\operatorname{cosec}(X)$	$-\operatorname{cosec}(X) \cot(X)$

X : متغير الدالة . $\sin(X)$ (جا س) . $\cos(X)$ (جتا س) . $\tan(X)$ (ظا س)

$\sec(X)$ (فا س) . $\operatorname{cosec}(X)$ (فتا س)

٢- مشتقة الدوال المثلثية العكسية:

الدالة المثلثية العكسية (Y)	مشتقتها $\left(\frac{dy}{dx} \right)$
$\sin^{-1}(X)$	$\frac{1}{\sqrt{1-X^2}}$
$\cos^{-1}(X)$	$\frac{-1}{\sqrt{1-X^2}}$
$\tan^{-1}(X)$	$\frac{1}{X^2+1}$
$\cot^{-1}(X)$	$\frac{-1}{X^2+1}$
$\sec^{-1}(X)$	$\frac{1}{X\sqrt{X^2-1}}$
$\operatorname{cosec}^{-1}(X)$	$\frac{-1}{X\sqrt{X^2-1}}$

1- $\int \sin(x) dx = -\cos(x) + c$

2- $\int \cos(x) dx = \sin(x) + c$

3- $\int \tan(x) dx = -\log|\cos(x)| + c$

4- $\int \cot(x) dx = \log|\sin(x)| + c$

5- $\int \sec(x)^2 dx = \tan(x) + c$

6- $\int \csc(x)^2 dx = -\cot(x) + c$

C : مقدار ثابت

\int dX : يرمز لمتغير الدالة ولا يلعب أي دور في التكامل شأنه شأن الرمز

الجدول الدوري الحديث

المجموعات

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H الهيدروجين																	2 He الهيليوم
3 Li الليثيوم	4 Be البريليوم											5 B البورون	6 C الكربون	7 N النيتروجين	8 O الأكسجين	9 F الفلور	10 Ne النيون
11 Na الصوديوم	12 Mg المغنيسيوم											13 Al الألمنيوم	14 Si السيليكون	15 P الفوسفور	16 S الكبريت	17 Cl الكلور	18 Ar الأرجون
19 K البوتاسيوم	20 Ca الكالسيوم	21 Sc السكرانديوم	22 Ti التيتانيوم	23 V الفاناديوم	24 Cr الكروم	25 Mn المنغنيز	26 Fe الحديد	27 Co الكوبالت	28 Ni النيكل	29 Cu النحاس	30 Zn الزنك	31 Ga الغاليوم	32 Ge الجرمانيوم	33 As الآرسين	34 Se السيلينيوم	35 Br البروم	36 Kr الكربتون
37 Rb الروبيديوم	38 Sr السترونشيوم	39 Y اليترينيوم	40 Zr الزركونيوم	41 Nb التنجستن	42 Mo الموليبدينوم	43 Tc التكنيشيوم	44 Ru الروثينيوم	45 Rh الريثينيوم	46 Pd البلاديوم	47 Ag الفضة	48 Cd الكاديوم	49 In الإنديوم	50 Sn القصدير	51 Sb الستيمون	52 Te التيلوريوم	53 I اليود	54 Xe الزينون
55 Cs السيوم	56 Ba الباريوم	57* La اللانثانيد	72 Hf الهافنيوم	73 Ta التانغستوم	74 W التungsten	75 Re الرينيوم	76 Os الوسميوم	77 Ir اليريديوم	78 Pt البلاتين	79 Au الذهب	80 Hg الزئبق	81 Tl الثاليوم	82 Pb الرصاص	83 Bi البزموت	84 Po البولونيوم	85 At الاستاتين	86 Rn الرينجيم
87 Fr الفرانسيوم	88 Ra الراديوم	89** Ac الأكتينيد	104 Rf الرفينيوم	105 Db الديبتيوم	106 Sg السيغما	107 Bh البورفير	108 Hs الحاشي	109 Mt المتاليوم	110 Ds الدايناميوم	111 Nh النيهاشيوم	112 Fl الفليغويوم	114 Uuq الينيبيريوم	116 Uuh الينيبيريوم	118 Uuo الينيبيريوم			

أشياء الفلزات
● أصبغة وموصلات

الفلزات
● فلزات قلوية
● فلزات انتقالية
● فلزات أرض قلوية
● فلزات أرض قلوية
● فلزات أرض قلوية

الفلزات
● فلزات قلوية
● فلزات انتقالية
● فلزات أرض قلوية
● فلزات أرض قلوية
● فلزات أرض قلوية

سلسلة اللانثانيدات
سلسلة الأكتينيدات

58 Ce السيرينيوم	59 Pr البروميثيوم	60 Nd النيوديميوم	61 Pm البروميثيوم	62 Sm السميثيوم	63 Eu اليوروبيوم	64 Gd الجادولينيوم	65 Tb التيربيوم	66 Dy الديسبريوميوم	67 Ho الهولميوم	68 Er اليريثريوم	69 Tm التيموليوم	70 Yb اليوبيرميوم	71 Lu اللوتشيوم
90 Th الثوريوم	91 Pa البروتكتينيوم	92 U اليورانيوم	93 Np النبتونيوم	94 Pu البلوتونيوم	95 Am الأميريكيوم	96 Cm الكاميريوم	97 Bk البيركليوم	98 Cf الكاليفورنيوم	99 Es الإسبرينيوم	100 Fm الفرميوم	101 Md المنشوريوم	102 No النيوبليوم	103 Lr اللورنشيوم

ملحق رقم (٧/٣)
جدول يوضح ذوبان بعض المركبات المشبعة في الماء والمذيبات المائية الأخرى

الأيونات	خلات	بورات	بروميد	كربونات	كلورات	كلوريد	كرومات	حديد سيانيد	فلوريد	هيدروكسيد	يوديد	نترات	أكسيد	فوسفات	كبريتات	كبريتيد	كبريتيت
ألومنيوم	ع	ع	ع	-	ع	ع	ع	-	ع	ع ق	ع -	ع	ع	ع	ع	٧	ع
أمونيوم	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
باريوم	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
بزموت	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	-	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
كالسيوم	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
كروم + ٣	ع	ع	ع	-	ع	ع	ع	-	ع	ع	-	ع	ع	ع	ع	ع	ع
كوبلت + ٢	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
نحاسيك	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع ق	-	ع	ع	ع	ع	ع	ع
حديدوز	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع ق	-	ع	ع	ع	ع	ع	ع
حديديك	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
رصاص + ٢	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
ماغنسيوم	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
زنكوز	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
زئبنيك	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	-	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
نيكل	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع ق	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
بوتاسيوم	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
فضة	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
صوديوم	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
قصدير	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع ق	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع
خارصين	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع ق	ع	ع	ع	ع	ع	ع	ع

مفتاح الجدول :
 ١. قليل الذوبان .
 ٢. يذوب في الماء .
 ٣. يذوب في الحمض .
 ٤. يذوب في القاعدة .
 ٥. يذوب في الماء .
 ٦. يذوب في NH_4OH .
 ٧. يتحلل مائياً .
 ٨. يذوب في H_2SO_4 .
 ٩. يذوب في الماء الساخن .
 ١٠. يذوب في HCl .
 ١١. يذوب في الماء .
 ١٢. يذوب في الحمض .
 ١٣. يذوب في القاعدة .
 ١٤. يذوب في الماء .
 ١٥. يتحلل في الماء .
 ١٦. يذوب في HCl .

ملحق رقم (٢/٢)
الأوزان الذرية للعناصر

Element	Symbol	Atomic Number	Atomic Weight
Actinium	Ac	89	(227)
Aluminum	Al	13	26.98154
Americium	Am	95	(243)
Antimony	Sb	51	121.75
Argon	Ar	18	39.948
Arsenic	As	33	74.9216
Astatine	At	85	(210)
Barium	Ba	56	137.33
Berkelium	Bk	97	(247)
Beryllium	Be	4	9.01218
Bismuth	Bi	83	208.9804
Boron	B	5	10.81
Bromine	Br	35	79.904
Cadmium	Cd	48	112.41
Calcium	Ca	20	40.08
Californium	Cf	98	(251)
Carbon	C	6	12.011
Cerium	Ce	58	140.12
Cesium	Cs	55	132.9054
Chlorine	Cl	17	35.453
Chromium	Cr	24	51.996
Cobalt	Co	27	58.9332
Copper	Cu	29	63.546
Curium	Cm	96	(247)
Dysprosium	Dy	66	162.50
Einsteinium	Es	99	(254)
Erbium	Er	68	167.26
Europium	Eu	63	151.96
Fermium	Fm	100	(257)
Fluorine	F	9	18.99840
Francium	Fr	87	(223)
Gadolinium	Gd	64	157.25
Gallium	Ga	31	69.72
Germanium	Ge	32	72.59
Gold	Au	79	196.9665
Hafnium	Hf	72	178.49
Helium	He	2	4.00260
Holmium	Ho	67	164.9304
Hydrogen	H	1	1.0079
Indium	In	49	114.82
Iodine	I	53	126.9045
Iridium	Ir	77	192.22
Iron	Fe	26	55.847
Krypton	Kr	36	83.80
Lanthanum	La	57	138.9055
Lawrencium	Lr	103	(260)
Lead	Pb	82	207.2
Lithium	Li	3	6.941
Lucretium	Lu	71	174.967
Magnesium	Mg	12	24.305
Manganese	Mn	25	54.9380
Mendelevium	Md	101	(257)

الأوزان الذرية للعناصر

Element	Symbol	Atomic Number	Atomic Weight
Mercury	Hg	80	200.59
Molybdenum	Mo	42	95.94
Neodymium	Nd	60	144.24
Neon	Ne	10	20.179
Neptunium	Np	93	237.0482
Nickel	Ni	28	58.70
Niobium	Nb	41	92.9064
Nitrogen	N	7	14.0067
Nobelium	No	102	(259)
Osmium	Os	76	190.2
Oxygen	O	8	15.9994
Palladium	Pd	46	106.4
Phosphorus	P	15	30.97376
Platinum	Pt	78	195.09
Plutonium	Pu	94	(244)
Polonium	Po	84	(209)
Potassium	K	19	39.0983
Praseodymium	Pr	59	140.9077
Promethium	Pm	61	(145)
Protactinium	Pa	91	231.0359
Radium	Ra	88	226.0254
Radon	Rn	86	(222)
Rhenium	Re	75	186.2
Rhodium	Rh	45	102.9055
Rubidium	Rb	37	85.4678
Ruthenium	Ru	44	101.07
Samarium	Sm	62	150.4
Scandium	Sc	21	44.9559
Selenium	Se	34	78.96
Silicon	Si	14	28.055
Silver	Ag	47	107.868
Sodium	Na	11	22.98977
Strontium	Sr	38	87.62
Sulfur	S	16	32.06
Tantalum	Ta	73	180.9479
Technetium	Tc	43	(97)
Tellurium	Te	52	127.60
Terbium	Tb	65	158.9254
Thallium	Tl	81	204.37
Thorium	Th	90	232.0381
Thulium	Tm	69	168.9342
Tin	Sn	50	118.69
Titanium	Ti	22	47.90
Tungsten	W	74	183.85
Uranium	U	92	238.029
Vanadium	V	23	50.9415
Xenon	Xe	54	131.30
Ytterbium	Yb	70	173.04
Yttrium	Y	39	88.9059
Zinc	Zn	30	65.38
Zirconium	Zr	40	91.22

ملحق رقم (٤/٣)
الأوزان الجزيئية

AgBr	187.77	HC ₇ H ₅ O ₂ (benzoic acid)	122.12
AgCl	143.32	H ₂ C ₂ O ₄ · 2H ₂ O (oxalic acid)	126.07
Ag ₂ CrO ₄	331.73	HCl	36.46
AgI	234.77	HClO ₄	100.46
AgNO ₃	169.87	H ₄ IO ₆	227.94
AgSCN	165.95	HNO ₃	63.01
Al(C ₉ H ₆ NO) ₃ (oxinate)	459.44	H ₂ O	18.02
Al ₂ O ₃	101.96	H ₂ O ₂	34.01
Al ₂ (SO ₄) ₃	342.14	H ₃ PO ₄	98.00
As ₂ O ₃	197.84	H ₂ S	34.08
As ₂ S ₃	246.02	II ₂ SO ₄	98.07
BaCl ₂ · 2H ₂ O	244.27	IIg ₂ Br ₂	560.99
BaSO ₄	233.39	Hg ₂ Cl ₂	472.09
Bi ₂ O ₃	465.96	HgCl ₂	271.50
C ₂ H ₂ (acetylene)	26.04	HgO	216.59
C ₂ H ₅ NS (thioacetamide)	75.13	HgS	232.65
C ₆ H ₁₂ O ₆ (glucose)	180.16	I ₂	253.81
C ₆ H ₅ OH (phenol)	94.11	KB(C ₆ H ₅) ₄	358.33
C ₈ H ₈ N ₂ O ₂ (dimethylglyoxime)	116.12	KBr	119.00
CO	28.01	KBrO ₃	167.00
CO ₂	44.01	KCN	65.12
CON ₂ H ₄ (urea)	60.06	KCl	74.55
CaCO ₃	100.09	KClO ₃	122.55
CaC ₂ O ₄	128.10	KClO ₄	138.55
CaCl ₂	110.99	K ₂ Cr ₂ O ₇	294.18
CaF ₂	78.08	K ₃ Fe(CN) ₆	329.25
C ₂ O	56.08	K ₄ Fe(CN) ₆	368.35
Ca ₃ (PO ₄) ₂	310.18	KHC ₈ H ₄ O ₄ (phthalate)	204.22
CaSO ₄	136.14	KH(IO ₃) ₂	389.91
CaSO ₄ · 2H ₂ O	172.17	K ₂ HPO ₄	174.18
Cd(OH) ₂	146.42	KH ₂ PO ₄	135.09
Ce(NH ₄) ₂ (NO ₃) ₆	548.23	KI	166.00
Cr ₂ O ₃	151.99	KIO ₃	214.00
CuO	79.55	KIO ₄	230.00
CuS	95.61	KMnO ₄	158.03
CuSO ₄ · 5H ₂ O	249.68	KNO ₃	101.10
Fe(C ₉ H ₆ NO) ₃ (oxinate)	488.30	K ₂ O	94.20
Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ · 6H ₂ O	392.13	KOH	56.11
Fe ₂ O ₃	159.69	KSCN	97.18
Fe(OH) ₂	89.86	K ₂ SO ₄	174.25
Fe(OH) ₃	106.87	La(IO ₃) ₃	663.61
FeSO ₄	151.90	LiCl	42.39
Fe ₂ (SO ₄) ₃	399.87	LiI	133.85
HCHO ₂ (formic acid)	46.03	Mg ₂ As ₂ O ₇	310.45
HC ₂ H ₃ O ₂ (acetic acid)	60.05	Mg(C ₉ H ₆ NO) ₂ (oxinate)	312.61
H ₂ C ₄ H ₄ O ₆ (tartaric acid)	150.09	MgCO ₃	84.31
HC ₆ H ₇ O ₆ (ascorbic acid)	176.13	MgNH ₄ AsO ₄	181.26

الأوزان الجزيئية

$MgNH_4PO_4$	137.31	PbO	223.20
MgO	40.30	PbO_2	239.20
$Mg(OH)_2$	58.32	Pb_3O_4	685.60
$Mg_2P_2O_7$	222.55	$PbSO_4$	303.26
$MgSO_4$	120.36	SO_2	64.06
MnO_2	86.94	SO_3	80.06
Mn_3O_4	228.81	Sb_2S_3	339.68
NH_3	17.03	SiO_2	60.08
$(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$	142.11	$SnCl_2$	189.60
NH_4Cl	53.49	SnO_2	150.69
NH_4OH	35.05	$SrCO_3$	147.63
$(NH_4)_2S_2O_8$	228.19	SrC_2O_4	175.64
NO_2	46.01	$SrSO_4$	183.68
$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	381.37	TiO_2	79.90
$NaBr$	102.89	$TiCl_4$	239.82
$NaCHO_2$ (formate)	68.01	U_3O_8	842.08
$NaC_2H_3O_2$ (acetate)	82.03	V_2O_5	181.88
$NaC_7H_5O_2$ (benzoate)	144.11	WO_3	231.85
$Na_2C_{10}H_{14}N_2O_8 \cdot 2H_2O$ (EDTA)	372.24	$ZnCl_2$	136.29
$NaCl$	58.44	ZnO	81.38
$NaCN$	49.01	$Zn_3P_2O_7$	304.70
Na_2CO_3	105.99		
$Na_2C_2O_4$	134.00		
$NaHCO_3$	84.01		
NaH_2PO_4	119.98		
$NaNO_2$	69.00		
$NaNO_3$	84.99		
Na_2O	61.98		
Na_2O_2	77.98		
$NaOCl$	74.44		
$NaOH$	40.00		
Na_3PO_4	163.94		
$Na_5P_3O_{10}$	367.86		
$NaSCN$	81.07		
Na_2SO_4	142.04		
$Na_2S_2O_3$	158.10		
$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	248.17		
$NaZn(LiO_2)_3(C_2H_3O_2)_9 \cdot 9H_2O$	1591.99		
$Ni(C_4H_7N_2O_2)_2$ (dimethylglyoxime)	288.92		
NiO	74.70		
P_4O_5	141.94		
$PbBr_2$	367.01		
$Pb(C_2H_5)_4$ (TEL)	323.45		
$PbCl_2$	278.11		
$PbCrO_4$	323.19		
PbI_2	461.01		
$Pb(NO_3)_2$	331.21		

الترتيب الذري	اسم العنصر	الرمز الكيميائي	الوزن الذري (A_r)	الكثافة g/cm ³	نقطة الانصهار	نقطة الغليان	عدد البروتونات	عدد النويات	اسم المستخلص	تاريخ الاكتشاف
89	Actinium (Ac)	أكتينيوم	227	—	—	—	3	7	A. Debierne	(1899)
13	Aluminium (Al)	الألومنيوم	26.98 (243)	2.7	660	2830	3	7	Gerard	(1825)
95	Americium (Am)	الأميريكيوم	121.75 (243)	11.7	850	260	3	7	G. Seaborg & others	(1944)
51	Antimony (Sb)	الانتيمون	121.75	6.7	630	1440	3 & 5	8	16th Cent. Alchemists	(1944)
18	Argon (Ar or Ar)	الأرجون	39.948	1.41-188°C	—189	—185.8	—	7	J. Rayleigh & W. Ramsay	(1894)
33	Arsenic (As)	الزرنيخ	74.92	5.7	817	at 610	3 & 5	11	13th Cent.	
85	Astatine (At)	الإستاتين	210	—	—	—	1	7	Cornou & others	(1940)
56	Barium (Ba)	الباريوم	137.34	3.5	710	1640	2	16	H. Davy	(1806)
97	Berkelium (Bk)	البركليريوم	249	—	—	—	3	6	S. Thompson & others	(1949)
4	Beryllium (Be)	البريليوم	9.0122	1.8	1280	3000	2	4	N. Vauquelin	(1796)
83	Bismuth (Bi)	البيزوت	208.98	9.8	271.3	1560	3 & 3	12	Medieval	
5	Boron (B)	البورون	10.811	2.3	2300	2550	3	4	H. Davy	(1808)
35	Bromine (Br)	البروم	79.902	3.1	—7.3	58.80	1	18	A. Balard	(1826)
48	Cadmium (Cd)	الكاديوم	112.40	8.6	921	767	2	18	F. Stromeyer	(1817)
55	Cesium (Cs) (= Cesium)	السيوم	132.905	1.9	28	690	1	15	H. Davy	(1808)
20	Calcium (Ca)	الكالسيوم	40.08	1.5	842	1440	2	7	S. Thompson & others	(1950)
96	Californium (Cf)	الكاليفورنيوم	(251)	—	—	—	3	6	Prehistoric	
6	Carbon (C)	الكربون	12.011	2.25-3.52	3500	at 4350	4	13	J. Berzelius & W. d'Hisinger	(1803)
58	Cerium (Ce)	السيريوم	140.12	6.92	675	1400	3 & 4	10	M. Klaproth (independently)	(1803)
17	Chlorine (Cl)	الكلور	35.453	1.6/-34.1°C	—101	—34	1	8	K. Scheele	(1774)
24	Chromium (Cr)	الكروم	51.996	7.1	1900	2300	3 & 6	10	N. Vauquelin	(1797)
27	Cobalt (Co)	الكوبالت	58.93	8.9	1492	3520	2	10	C. Brandt	(1735)
29	Copper (Cu)	النحاس	63.54	8.96	1083	2580	1 & 2	7	Prehistoric	
96	Curium (Cm)	الكوريوم	(240)	—	—	—	3	12	G. Seaborg & others	(1944)
66	Dysprosium (Dy)	الديسبروسيم	162.50	8.5	1500	—	3	10	L. De Boalraudran	(1886)
99	Einsteinium (Es)	الآينشتاينيم	(254)	—	—	—	3	10	A. Ghiorso & others	(1952)
68	Erbium (Er)	الإربيوم	167.26	—	1525	—	3	10	C. Mosander	(1843)
63	Europium (Eu)	اليوروبيوم	151.96	5.1	1150	—	3	12	E. Demarcay	(1901)
100	Fermium (Fm)	الفرميوم	(253)	—	—	—	3	7	A. Ghiorso & others	(1953)

* Atomic weights in parentheses indicate more stable isotopes.
* Densities are expressed in g/mol. at 20°C, unless otherwise stated.

المعادن وخواصها الفيزيائية

العدد الذري	اسم المعدن	الرمز	الوزن الجزيئي (C ₁₂)	نقطة الانصهار (°C)	نقطة الغليان (°C)	الوزن الذري	نقطة الانصهار (°C)	نقطة الغليان (°C)	عدد الإلكترونات	عدد البروتونات	اسم المعدن	الرمز
9	Fluorine (F)	فلور	18.994 (237)	—	—	19	—	—	9	9	Fluorine	(1871)
17	Bromine (Br)	البروم	79.904 (237)	—	—	80	—	—	17	17	Bromine	(1826)
35	Chlorine (Cl)	الكلور	35.453 (237)	—	—	35.5	—	—	17	17	Chlorine	(1826)
31	Gallium (Ga)	الجاليم	69.723 (237)	29.76	2400	69.723	29.76	2400	31	31	Gallium	(1875)
33	Germanium (Ge)	الجرمانيم	72.64 (237)	938	2833	72.64	938	2833	33	33	Germanium	(1875)
79	Cadmium (Cd)	الكاديوم	112.411 (237)	321	908	112.411	321	908	79	79	Cadmium	(1868)
78	Gold (Au)	الذهب	196.96657 (237)	1063	2835	196.96657	1063	2835	78	78	Gold	(1868)
74	Mercury (Hg)	الزئبق	200.59 (237)	200	2039	200.59	200	2039	74	74	Mercury	(1868)
2	Helium (He)	الهيليوم	4.0026 (237)	4.2	4.2	4.0026	4.2	4.2	2	2	Helium	(1868)
67	Erbium (Er)	اليريبيوم	167.259 (237)	1529	2868	167.259	1529	2868	67	67	Erbium	(1875)
1	Hydrogen (H)	الهيدروجين	1.00794 (237)	0.01	0.01	1.00794	0.01	0.01	1	1	Hydrogen	(1875)
40	Zirconium (Zr)	الزركون	91.224 (237)	1854	2710	91.224	1854	2710	40	40	Zirconium	(1875)
55	Cesium (Cs)	السيوم	132.905 (237)	28.5	671	132.905	28.5	671	55	55	Cesium	(1875)
77	Iridium (Ir)	اليريديوم	192.222 (237)	2446	4471	192.222	2446	4471	77	77	Iridium	(1875)
26	Iron (Fe)	الحديد	55.845 (237)	1538	2861	55.845	1538	2861	26	26	Iron	(1875)
36	Krypton (Kr)	الكربتون	83.8 (237)	120	120	83.8	120	120	36	36	Krypton	(1875)
104	Rutherfordium (Rf)	الروثرفيوم	261 (237)	2.16	2.16	261	2.16	2.16	104	104	Rutherfordium	(1875)
57	Lanthanum (La)	اللانثانم	138.905 (237)	912	3480	138.905	912	3480	57	57	Lanthanum	(1875)
103	Lawrencium (Lr)	اللوهرنسيوم	260 (237)	11.5	11.5	260	11.5	11.5	103	103	Lawrencium	(1875)
82	Lead (Pb)	الرصاص	207.2 (237)	327.3	2017	207.2	327.3	2017	82	82	Lead	(1875)
3	Lithium (Li)	الليثيوم	6.941 (237)	180.5	1342	6.941	180.5	1342	3	3	Lithium	(1875)
71	Terbium (Tb)	الثيربيوم	158.925 (237)	1362	2713	158.925	1362	2713	71	71	Terbium	(1875)
12	Magnesium (Mg)	المغنسيوم	24.305 (237)	923	2708	24.305	923	2708	12	12	Magnesium	(1875)
25	Manganese (Mn)	المنغنيز	54.938 (237)	1206	2100	54.938	1206	2100	25	25	Manganese	(1875)
29	Copper (Cu)	النحاس	63.546 (237)	1085	2567	63.546	1085	2567	29	29	Copper	(1875)
80	Mercury (Hg)	الزئبق	200.59 (237)	200	2039	200.59	200	2039	80	80	Mercury	(1875)

العناصر وخلاصتها الفيزيائية

الترتيب الذري	اسم العنصر	الرمز الذري	الوزن الذري	الحرارة الذوبان	الحرارة الغليان	الكثافة	عدد النويات	عدد البروتونات	اسم المستعقب	تاريخ الاكتشاف
42	Molybdenum (Mo)	الموليبدينوم	95.94	10.2	2620	4800	3 & 6	15	H. Seeliger	(1762)
60	Neodymium (Nd)	النيوبيديوم	144.24	6.9	—	—	3	13	C. Wulbach	(1885)
10	Neon (Ne)	النيون	20.183	1.2/-246°C	2486	—246.09	—	7	W. Ramsay & M. Travers	(1898)
93	Neptunium (Np)	النيبتونيوم	(237)	20.5	640	—	4 & 5	8	E. McMillan & P. Abelson	(1940)
28	Nickel (Ni)	النكل	58.71	8.9	1453	2800	2	11	A. Cronstedt	(1751)
41	Niobium (Nb)	النيوبيوم	92.906	8.6	—	3300	3 & 5	15	C. Hatchett	(1801)
7	Nitrogen (N)	النيتروجين	14.0067	0.8/-196°C	—210	—195.808	3	6	D. Rutherford	(1772)
102	Nobelium (No)	النوبليوم	(254)	—	—	—	3	1	{ P. Fildes & others { A. Ghiorso & others	(1957) (1958)
76	Osmium (Os)	الأوسميوم	190.2	22.48	2700	4400	4 & 8	13	S. Tennant	(1804)
8	Oxygen (O)	الأكسجين	15.9994	1.3/-184°C	—218.8	—182.97	2	5	J. Priestley & K. Scheele	(1774)
46	Palladium (Pd)	البلاتينيوم	106.4	12	1552	3560	2 & 4	17	W. Wollaston	(1803)
15	Phosphorus (P)	الفوسفور	30.9738	1.82	44.2	280	3 & 5	7	H. Brand	(1669)
78	Platinum (Pt)	البلاتين	195.09	21.45	—	4000	2 & 4	11	D. De Lillia	(1735)
94	Plutonium (Pu)	البوتونيوم	(242)	16	635	3235	4	11	G. Seaborg & others	(1940)
84	Polonium (Po)	البولونيوم	210	—	—	—	2	12	P. & M. Curie	(1898)
19	Potassium (K)	البوتاسيوم	39.102	0.86	63.2	760	1	8	C. Wulbach	(1865)
59	Praseodymium (Pr)	البراسوديوم	140.92	6.5	940	3000	3	8	J. Marinsky & others	(1945)
61	Promethium (Pm)	البروميثيوم	(147)	—	—	—	3	7	{ E. Soddy & J. Cranston { O. Hahn & L. Meitner	(1913) (1917)
91	Protactinium (Pa)	البروتكتيناكسيوم	231	—	—	—	5	9		
88	Radium (Ra)	الراديم	226.05	5	700	1140	2	8	P. & M. Curie	(1898)
86	Radon (Rn)	الرادون	222	4.4	—71	—61.8	—	6	{ E. Rutherford (thoron isotope) { E. Dorn (radon isotope)	(1899) (1900)
75	Rhenium (Re)	الرينيوم	186.31	—	—	5530	4 & 7	7	W. Noddack & L. Tacke	(1925)
45	Rhodium (Rh)	الروثينيوم	102.905	12.4	—	—4000	3	13	W. Wollaston	(1803)
37	Rubidium (Rb)	الروبيديوم	85.47	1.5	38.8	680	1	16	R. Bunsen & G. Kirchhoff	(1861)
44	Ruthenium (Ru)	الروثينيوم	101.07	12.2	2400	4100	3 & 8	13	K. Claus	(1845)

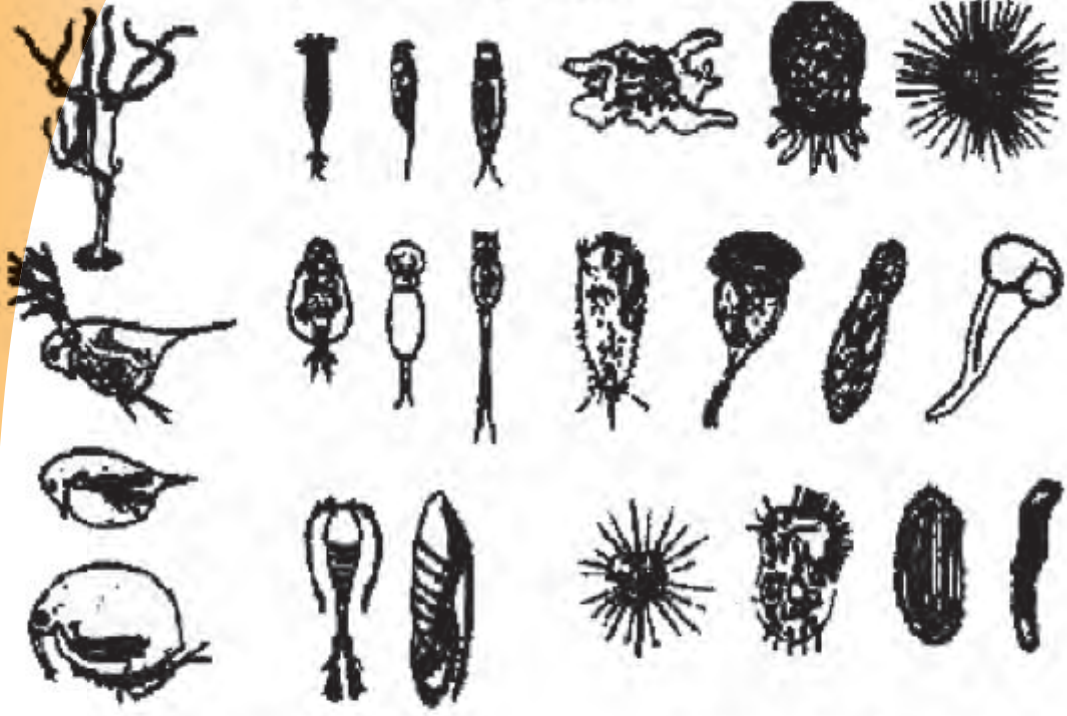
العناصر وخواصها الفيزيائية

العدد الذري	اسم ورمز العنصر	الوزن الذري (C ₁₂)	الكثافة gm/cc	نقطة الانصهار	نقطة الغليان	العدد الإلكتروني	عدد الإلكترونات	اسم المستكشف	تاريخ الاكتشاف
62	Samarium (Sm)	150.35	7.5	1052	2400	3	14	L. De Boisbaudran	(1879)
21	Scandium (Sc)	44.956	3	1200	2400	3	11	L. Nilson	(1879)
34	Selenium (Se)	78.96	4.8	217	684.8	2 & 6	16	J. Berzelius	(1817)
14	Silicon (Si)	28.086	2.4	1410	2400	4	6	J. Berzelius	(1823)
47	Silver (Ag)	107.87	10.5	960.8	2190	1	16	Prehistoric	
11	Sodium (Na)	22.9898	0.97	97.8	880	1	6	H. Davy	(1807)
38	Strontium (Sr)	87.62	2.6	770	1360	2	13	H. Davy	(1808)
16	Sulphur (S)	32.064	2.1	119	444.60	2 & 6	7	Prehistoric	
73	Tantalum (Ta)	180.948	(variable) 16.6	3000	> 4100	5	11	A. Ekeberg	(1802)
43	Technetium (Tc)	(99)	—	—	—	4 & 7	14	C. Perrier & E. Segre	(1937)
52	Tellurium (Te)	127.60	6.2	450	1390	2 & 6	22	M. Von Reichenstein	(1782)
65	Terbium (Tb)	158.924	—	3	1460	1 & 3	8	G. Mosander	(1843)
81	Thallium (Tl)	204.37	11.85	304	1460	3	16	W. Crookes	(1861)
90	Thorium (Th)	232.038	11.5	1700	3500	4	9	J. Berzelius	(1829)
69	Thulium (Tm)	168.934	9.3	1600	2337	3	7	P. Cleve	(1879)
50	Tin (Sn)	118.69	7.3	231.9	2537	2 & 4	21	Prehistoric	
22	Titanium (Ti)	47.90	4.5	1600	3200	3 & 4	8	W. Gregor	(1789)
74	Tungsten (W)	183.85	19.3	3380	5900	6	10	J. & F. D'Elhuyar	(1783)
92	Uranium (U)	238.03	19.05	1133	3818	4 & 6	12	M. Klaproth	(1789)
23	Vanadium (V)	50.942	6.1	1730	3530	3 & 5	7	N. Selstrom	(1830)
54	Xenon (Xe)	131.30	—	—	—	—	22	W. Ramsay & M. Travers	(1898)
70	Ytterbium (Yb)	173.04	3.5/-109°C	111.9	108.0	—	11	G. Marignac	(1878)
39	Yttrium (Y)	88.905	7	—	2500	3	12	J. Gadolin	(1794)
30	Zinc (Zn)	65.37	7.1	419.5	910	2	13	Medieval	
40	Zirconium (Zr)	91.22	6.5	1850	> 2900	4	12	M. Klaproth	(1789)

دلائل الإشارات التحذيرية على عبوات المواد الكيميائية والتحذير الواجب اتباعه عند التعامل مع العبوات التي تحمل هذه الإشارات

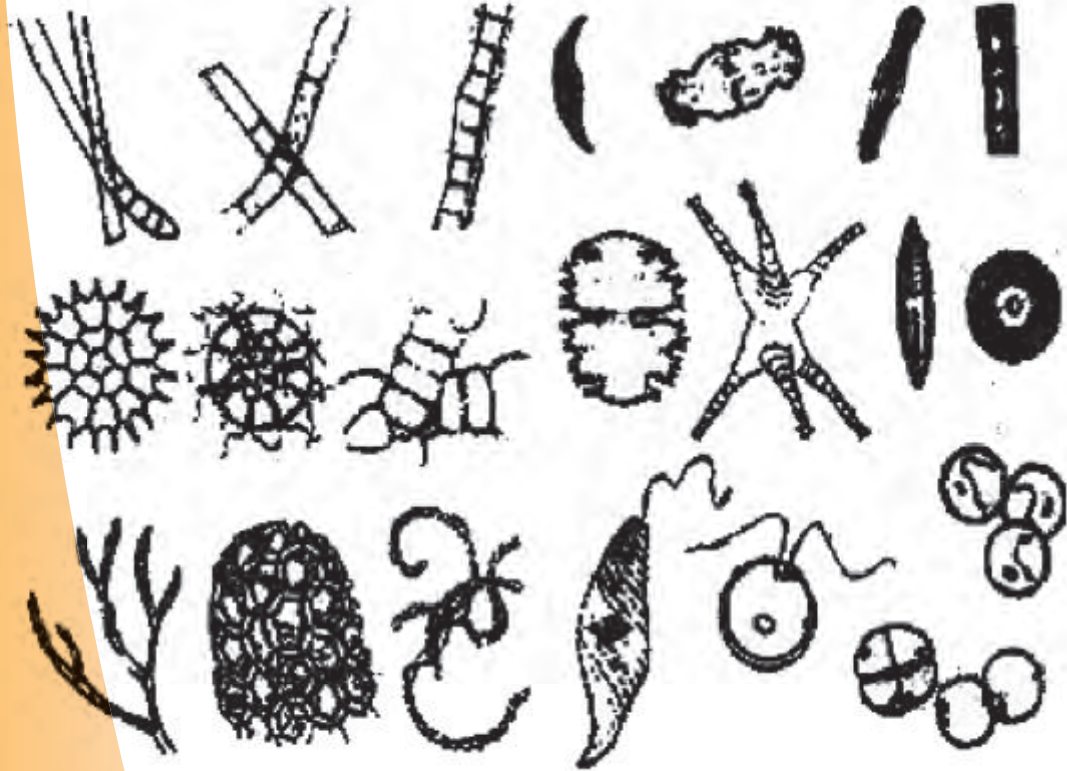
<p>خطير : يمكن أن تتسبب المواد المؤكسدة مواد قابلة للاحتراق، وتؤدي بزيادة من التحكم لتأثر في الحرائق مما يجعل عملية إطفائها صعبة.</p> <p>التحذير : احتفظ بها بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال وعن مصادر الحرائق واللهيب.</p>	 <p>مادة مؤكسدة</p>	<p>الخطير : تشمل خطورة هذه المادة على الصحة في استنشاقها أو ابتلاعها أو ملامستها للجلد حيث من الممكن أن تسبب الحرق.</p> <p>التحذير : تعامل معها بحذر شديد وتجنب ملامستها للجلد أو محتويات استنشاق بخاراتها أو تلوثها أو استنشاق مخرقة المسحب به لقم يستنشق الماصة.</p>	 <p>مادة سامة</p>
<p>خطير : يكون للمواد الكيميائية التي تحمل هذه الإشارة خلفية "الخطير" غير ذات خطر وف موصية.</p> <p>التحذير : يتأثر مع هذه المواد بختر شديد وتجنب الاحتكاك والخصومات والتسربات لتسبب إصابة أو الحروق عند التعامل معها.</p>	 <p>مادة متفجرة</p>	<p>الخطير : يكون للمواد الكيميائية التي تحمل هذه الإشارة أثر مدمج على العين والجلد.</p> <p>التحذير : ابتعد عن أجزائها وتجنب ملامستها للجلد أو العين.</p>	 <p>مادة مهيجة</p>
<p>الخطير : مواد تتسبب تلفاً.</p> <p>التحذير : تجنب وضعها بالقرب من النوب أو ملامستها للتربة أو وضعها تحت أشعة الشمس مباشرة.</p> <p>الخطير : غازات سامة للاشتعال.</p> <p>التحذير : احتفظ بها بعيداً عن مصادر الحرائق وتجنب تكون مزيج من غازات مشتعلة.</p>	 <p>مادة قابلة للاشتعال</p>	<p>الخطير : (وتسمى أيضاً مادة قرحية أو أكالة) بناءً لأصمت للمواد الكيميائية التي تحمل هذه الإشارة "المرات أو الإصابة الحادة قبلها" تؤدي إلى ضررها أو تآكلها وتضر بها.</p> <p>التحذير : ابتعد عن أجزائها وتجنب ملامستها للجلد والعيون وسقطاتها على الأجزاء.</p>	 <p>مادة حارقة وقارئة</p>
<p>الخطير : تسبب خطراً عني لتسبب الذي يعمل معها ويسبب في إظهار أعراض هذا الخطر مثل: عطش الشهي.</p> <p>التحذير : لا تلمسها باليد ولا تستخدم مقلدك الكوكب أو شمسك بديك جيداً بعد كل تجربة تستخدم فيها الماء المصفى.</p>	 <p>مادة مشعة</p>	<p>الخطير : تسبب للمواد الكيميائية التي تحمل هذه الإشارة تلفاً وضرراً لا رجعة الجسم في حال استنشاقها أو ملامستها.</p> <p>التحذير : تجنب الإضرار بالمصنع أو البيئة أو البشر عن ملامستها أو تلوثها والعيون.</p>	 <p>مادة خطيرة</p>

كائنات حية يمكن رؤيتها في عينة ماء مستنقع



بعض أنواع اللافقاريات التي تعيش في
مياه البرك والمستنقعات

بعض أنواع الأوليات التي تعيش في
مياه البرك والمستنقعات



قائمة المصادر والمراجع

- 1 - أ. د/ عبد السلام محمد الجوفي وآخرون ، الدليل التدريبي لفنيي المختبرات - الجمهورية اليمنية - 1996م.
- 2 - إبراهيم بسيوني، بديرية محمد، احتياطات الأمان في تعليم وتعلم الكيمياء ؛ دار المعارف ،القاهرة 1986م.
- 3 - إبراهيم إبراهيم شريف ، الحرارة ، دار المعارف ، القاهرة 1978م.
- 4 - أحمد حماد الحسيني، أميل شنودة دميان، بيولوجيا الحيوان العملية، ط 4، دار المعارف ،القاهرة 1984م.
- 5 - أحمد مدحت وآخرون ، مبادئ الكيمياء العملية دار المعارف ، القاهرة 1992م.
- 6 - أسعد عبد المجيد الأسوي ، الليزر وتطبيقاته ، الدار العربية للعلوم ، لبنان 1988م.
- 7 - الزيني موسى عبيد ، محاضرات تمهيدية في الكيمياء الفيزيائية ، مكتبة الإرشاد ، صنعاء 1998م.
- 8 - أمينة محمد عبد الرحيم ، الضوء ، 1965م.
- 9 - إيفلين مور هولت وآخرون، مرجع العلوم البيولوجية، ترجمة الدمرداش عبد المجيد، محمد صابر سليم، ط 4 ، عالم الكتب، القاهرة 1986م.
- 10 - ب. يار فوسكي، أ. د نيلاف، المرجع في الفيزياء ، ترجمة زيد يوسف، دار مير للطباعة، الإتحاد السوفيتي 1976م.
- 11 - توم دنكان ، الإلكترونيات المسلية ، ترجمة رفقة الحوت ، دلمون - نيقوسيا 1986م.
- 12 - جمس برادي وآخر، الكيمياء العامة المبادئ والبنية، ترجمة سليمان سنع وآخر، ط3 الجزء الأول والثاني، جون وايلي وأبنائه ، 1985م.
- 13 - جميل نعمان شاهين، الطرائق الأساسية في المختبرات التعليمية، ط 2، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان الأردن 2004م.
- 14 - حازم الألوسي وآخرون ، الأحياء العملي ، ط 1 ، الدار العربية للموسوعات ، لبنان 1988م
- 15 - حسين العروسي ، مورفولوجيا وتشريح النبات ، ط 1 ، دار المطبوعات الجديدة ، مصر 1989م .
- 16 - رسمية أبو ليل ، الشكل الظاهري وتشريح النبات ، ط1 ، دار الجليل ، دمشق سوريا 1984م.
- 17 - رضا محمد خليل وآخرون، التقنيات البيولوجية المنهجية واللامنهجية، ط 1، دار الكتب العلمية، مصر .
- 18 - رمسيس لطفي، حميد الحاج، دليل مختبر التحضير المجهر الضوئي، الجامعة الأردنية، دار جون وايلي وأبنائه 1985م.
- 19 - رياض البيطار ، حميد الحاج ، أ. د/ عبد السلام الجوفي ، دليل التدريب الفني لمختبرات العلوم (وظيفة 6) ، مشروع تدريب معلمي المرحلة الثانوية ، كلية التربية ، جامعة صنعاء 1997م.
- 20 - صبحي عمران شلش ، فيسولوجي الحيوان العملي ، ط2 ، دار الندى ، بيروت ، لبنان 1990م.
- 21 - عبد الله علي إسماعيل وآخرون ، دليل المختبرات المدرسية (ورقة عمل مقدمة لورشة تطوير مجموعة الأنظمة الفنية والإدارية بقطاع التوجيه والمناهج ، وزارة التربية والتعليم ، صنعاء 1995م .
- 22 - ف - بوش ، أساسيات الفيزياء، ترجمة سعيد الجزيري وآخرون ، مؤسسة الأهرام ، القاهرة 1982م.
- 23 - فؤاد خليل وآخرون ، علم الحيوان العام ، ط5 مكتبة الأنجلو المصرية ، مصر 1979م .
- 24 - محمد أحمد الخضر، عمر سيد خليل، الفيزياء والكيمياء العملية، منشورات جامعة صنعاء كلية التربية، 1986م.
- 25 - محمد جلال القبرصي ، الميكانيكا النيوتونية بالوحدات الدولية المترية ، دار الراتب الجامعية .
- 26 - محمود أحمد النباهوي ، منير الجنزوري ، التقنيات المجهرية ، إعداد التحضيرات الميكروسكوبية (أنسجة / خلايا)، كلية العلوم - جامعة عين شمس ، ط1 1989م .
- 27 - محمود حياوي ، الخلية ، ط7 ، دار المعارف ، بغداد 1986م.
- 28 - مصطفى عبد العزيز وآخرون ، النبات العام ، ط4 مكتبة الأنجلو المصرية 1979م.

- 29- مصطفى عبد الله هويدي ، (المختبرات المدرسية - المهام الفنية والإدارية لأمين المختبر ، محاضرات في كيفية التعامل مع المواد الكيميائية والأدوات الزجاجية - نماذج وأنماط من المعارف والمهارات الضرورية للعمل في المختبر)
- 30- وزارة التربية والتعليم ، كتب العلوم أساسي وكتب الفيزياء والكيمياء والأحياء ثانوي ، صنعاء 2004م .
- 31- وزارة التربية والتعليم ، الفيزياء للصف الرابع ثانوي ، الكويت 1982م.
- 32- وزارة التربية والتعليم ، الفيزياء العملية للصف الثالث الثانوي ، مصر 1984م.
- 33- وزارة المعارف ، كتب العلوم أساسي والفيزياء والأحياء ثانوي ، المملكة العربية السعودية 1983م.
- 34- يحيى الشعيبي وآخرون ، الكيمياء التحليلية ، منشورات جامعة صنعاء ، 1988م.
- 35- اليونسكو ، مرجع اليونسكو في تعليم العلوم ، ترجمة أحمد شفيق الخطيب ، مكتبة لبنان 1986م.
- 36- طلعت ربحان ، أساسيات الفيزياء العملية ، الدار العربية .
- 37- عبد الحافظ سلامة ، تشغيل الأجهزة التعليمية وصيانتها ، دار المسيرة .
- 38- وثيقة منهاج العلوم للصفوف 7 - 12 من التعليم العام ومصفوفة المدى والتتابع، صنعاء، مركز البحوث 2000م.
- 39- منطلقات وأهداف المناهج في الجمهورية اليمنية .
- 40- عبداللطيف حيدر وآخرون، تدريس العلوم في مراحل التعليم العام، دار القلم للنشر والتوزيع، الإمارات العربية 1996م.
- 41- قوائم الاحتياجات والمواصفات للمختبرات المدرسية الأساسية الثانوية، الإدارة العامة للوسائل والتقنيات .
- 42- مجموعة كتلوجات لشركات أوروبية وهندية .

المراجع الأجنبية

- * John H.kennedy – Anal Ytical Chmistry Principles Harcaurt braco Jovanovich.inc – USA1984
- * Michell J.Sienko, Robert A.Plane-chemical Principles & Properties – 2ND Edition – McGraw – hill, .Kagakusha
- * Randle / Vokins / Davis – Experimental chemistry 2ND Edition – Son Ltd, Norwich,UK1967

تم بحمد الله