المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص مختبرات كيميائية

نظم وتقنيات مختبرية

(عملي)

130 كيم

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **نظم وتقنيات مختبرية (عملي)** " لمتدربي تخصص "**مختبرات كيميائية** " في الكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

يطبق فني المختبر المبادئ العلمية أثناء عمله في المختبر و يستخدم المعلومات و الخبرة التي كسبها أثناء تدريباته للقيام بالآتي:

- تحضير محاليل قياسية.
- جمع عينات و بيانات تحت إشراف الباحثين لمساعدتهم في بحوثهم.
- تعيير الأجهزة.
- تحضير مركبات كيميائية.
- تحاليل كيميائية كمية و نوعية.
- تشغيل أجهزة قد تكون معقدة.
- تصميم و تطوير المنتجات و التقنيات الكيميائية تحت إشراف الباحثين.
- المساهمة في تخطيط و الإشراف على تركيب الأجهزة و مراقبتها.
- التوصية في عمليات تشغيل، صيانة و إصلاح أعطال في الأجهزة.

من أهداف هذه الحقيبة الآتي:

1. تعليم الطالب الاستخدام الصحيح و السليم للأدوات و الأجهزة.
2. تعيير الأدوات و الأجهزة الأساسية في المختبر.
3. تعليم الطالب الطرق الصحيحة و الآمنة للعمليات الكيميائية الأساسية.

يتضمن هذه الحقيبة الوحدات الآتية:

الوحدة الأولى: مختبر الكيمياء و تجهيزاته: يتعرف الطالب بالمواصفات التي تُصمم حسبها لمختبرات و على الأجهزة الثابتة في المختبر.

الوحدة الثانية: الكيمياويات: يتعرف الطالب بأنواع الكيمياويات المختلفة و كيفية التعامل معها و تخزينها بطريقة آمنة.

الوحدة الثالثة: التجهيزات الفنية للمختبرات الكيميائية: يتعلم الطالب كيفية تصميم المختبرات حسب المواصفات المتبعة عالميا و وصف التجهيزات الفنية ذات علاقة بالسلامة في المختبرات.

الوحدة الرابعة: الأوعية الزجاجية و الأدوات الأساسية في المختبر: يتعلم الطالب أسماء الأدوات و الأجهزة الأساسية الشائعة في المختبرات الكيميائية و استخداماتها المختلفة.

الوحدة الخامسة: كيفية التخلص من نفاية الكيمياويات: يتدرب الطالب على التخلص بطريقة سليمة من نفاية المواد الكيميائية.

الوحدة السادسة: كيفية تحضير المحاليل القياسية و المحاليل المنظمة: يحضر الطالب محاليل قياسية بتراكيز مختلفة و محاليل منظمة.

الوحدة السابعة: عمليات التحليل الحجمي: يستخدم الطالب السحاحة و الماصة و ينفذ تجارب معايرات التحليل الحجمي بطريقة صحيحة.

الوحدة الثامنة: عمليات الترشيح: ينفذ الطالب التجارب التي تحتاج إلى ترشيح مستخدما الأدوات و الطريقة الملائمة (طريقة الترشيح، قمع ترشيح، ورق ترشيح، الحسابات، ...).

الوحدة التاسعة: عمليات الفصل بالتقطير و إعادة البلورة: يفرق الطالب بين التقطير البسيط و التجزيئي، يركب جهاز التقطير و يفصل بين مركبات صلبة مستخدما تقنية إعادة البلورة.

الوحدة العاشرة: أسطوانات الغازات المضغوطة: يركب الطالب منظم الغاز و يتعلم كيفية تخزين و صيانة أسطوانات الغازات المضغوطة.

الوحدة الحادية عشر: كيفية إطفاء الحرائق: يستخدم الطالب الطفاية الملائمة لإطفاء الحرائق.

نظم و تقنيات مختبرية (عملي)

مختبر الكيمياء وتجهيزاته

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على تحديد مواصفات المختبرات الكيميائية والتجهيزات الفنية الثابتة اللازمة لكل مختبر كيميائي.

الأهداف:

عندما تكتمل الوحدة يكون لديك القدرة على:

1. تحديد الموقع المناسب لمختبر الكيمياء.
2. تحديد الأبعاد و الارتفاعات للمختبرات الكيميائية.
3. تسمية التجهيزات الأساسية للمختبرات الكيميائية.
4. وصف المواصفات الفنية للمختبرات الكيميائية.

الوقت المتوقع:

4 ساعات.

الفصل الأول: مواصفات المختبرات الكيميائية

1. مقدمة:

نظرا لأهمية النشاطات العملية في تدريس الكيمياء ولكون المختبر هو المكان المناسب الذي تتم فيه النشاطات العملية غالباً لذا فلا بد من توفره في كل صرح علمي أو بحثي على النحو الذي يحقق الأهداف, وسيتم فيما يلي استعراض الجوانب الأساسية لأهم مواصفات المختبرات الكيميائية ومنها:

1. موقع وتصميم المختبر.
2. عدد مختبرات الكيمياء وملاحقها.
3. تأثيث المختبر.
4. الإضاءة والتهوية.
5. خدمات الماء والكهرباء والغاز.
6. الأجهزة والأدوات والمواد في المختبر.
7. الصيانة والتنظيم.
8. احتياجات و احتياطات الأمن والسلامة.
9. أهم واجبات محضر المختبر.
10. الأدوات المستخدمة في إجراء التجارب العملية في المختبر.

2. موقع وتصميم المختبر:

عند إنشاء المبنى الرئيس لا بد من مراعاة الآتي:

1. تخصيص جناح مستقل لمختبرات الكيمياء: نظراً لكون مختبرات الكيمياء أكثر أجزاء المبنى تعرض للحوادث, وخاصة الحريق والأفضل أن تكون في جناح مستقل لتسهيل التعامل مع هذه الحوادث حين وقوعها.كما أن المختبرات تحتاج من وقت لآخر إلى التزويد بالأجهزة والأدوات والمواد المخبرية, فعندما تكون المختبرات بين القاعات الدراسية يخشى من تصادم المتدربون بالممرات المزدحمة مع ناقلي هذه الأدوات والأجهزة مما يسبب أضراراً بالغة للمتدربين أو للأدوات و الأجهزة أو كليهما.

2. أن تكون المختبرات وملحقاتها في الطابق الأرضي لكي تسهل عملية توصيل الأدوات والأجهزة والمواد إلى المختبر, بالإضافة إلى سهولة عملية إخلاء المختبرات من العاملين و المتدربون بسهولة و عدم الحاجة إلى القفز أو التسلق.
3. أن يكون لمختبر الكيمياء أبواب طوارئ تستخدم عند حدوث حريق أو تسرب أو تكون غازات سامة أو أي حادث آخر.
4. ألا يكون المختبر بعيد عن القاعات الدراسية حتى لا يأخذ المتدربون وقتاً طويلاً من المحاضرة أثناء ذهابهم وإيابهم من وإلى القاعات.
5. أن يكون المختبر في أحد أركان المبنى بحيث يكون هناك تيار هوائي مناسب بمقدوره حمل وتحريك الأدخنة والروائح المتصاعدة في اتجاه بعيد عن المبنى ولتوفير التهوية المناسبة.
6. أن تكون مساحة المختبر متناسبة مع عدد المتدربين من حيث السعة وتوفر الأدوات والتجهيزات.

3. مساحة وارتفاع المختبر:

1. يجب أن تكون مساحة المختبر كافية لتنقل المتدربون فيه أو لتزويده بالعدد والأدوات.
2. يجب أن تكون في المختبر مساحات أمامية كافية لعرض وسائل الإيضاح وللشرح على السبورة.
3. يجب أن تكون الممرات كافية ومتناسبة مع حجم ومتطلبات العمل داخل المختبرات الكيميائية
4. يجب أن تكون سقف المختبر ذات ارتفاع مناسب يخدم حاجة المختبر ويساعد في توفير مساحات كافية للهواء وللإضاءة.

4. أرضية المختبر:

1. يجب أن تكون أرضية المختبر من المواد المانعة للانزلاق وغير ملساء.
2. يجب أن تكون الأرضيات في المختبر مصنوعة من مادة خاصة لا تتأثر بالمواد الأكالة.
3. يجب أن تكون الأرضيات سهلة التنظيف ومناسبة لنوعية العمل وحجمه.

5. الأبواب ومخارج الطوارئ:

وهي أبواب خاصة تكون في أحد جوانب المختبر تفتح إلى خارج المبنى كوسيلة للنجاة في حالة نشوب أي عارض, تستخدم أبواب ومخارج الطوارئ في حالة خاصة خارجة عن السيطرة كمثل نشوب حريق أو انفجار أو تصاعد للأبخرة وحالات التلوث وخلافه, وهي عادة تكون مجهزة ومعدة في كل مختبر

توضع عليها لافتات خاصة وإضاءة مميزة في حالات ضعف الرؤية ليتمكن من تمييزها عن غيرها عن تعذر الرؤية داخل المختبرات.

6. الإضاءة والتهوية في المختبر

تعتبر الإضاءة والتهوية من الضروريات الأساسية في القاعات الدراسية بشكل عام, وفي غرفة المختبر بشكل خاص, نظراً للاحتياج الكبير لهما, فالمختبر يحتاج إلى إضاءة كافية لفحص وملاحظة الأشياء بدقة, ويحتاج إلى التهوية لكثرة الحركة فيه ولتخلص من الدخان والروائح المزعجة والضارة في بعض الأحيان والتي قد تنتج من أجراء بعض التجارب.

6 ــ 1 الإضاءة:

تعتمد جودة المختبر وكفاءته ومدى صلاحية العمل فيه على نوع وكمية الإضاءة داخل المختبر لان الاعتماد الكلي في أجراء التجارب يكون على المشاهدة الجيدة والملاحظة الدقيقة للنتائج المُتحصل عليها أثناء التجربة وأيضا تعتمد إجراءات الأمن والسلامة على شدة وقوة الملاحظة والتركيز والانتباه أثناء استخدام الأجهزة والأدوات في المختبر لذا ومن هذا المنطلق نجد أن الإضاءة من العوامل المهمة داخل المختبر و الإضاءة التي يمكن الاستفادة منها نوعان هما :

6 ــ 1 ــ 1 الإضاءة الطبيعية:

وهذه الإضاءة يعيبها عدم المقدرة على التحكم بها لظروف عديدة فهي تمثل الضوء القادم من أشعة الشمس والنافذ إلى المختبر عن طريق النوافذ (الشبابيك) الجانبية, ولكن في نفس الوقت لا يمكن تجاهلها أو التفريط بها, وتؤكد الاتجاهات الحديثة على أن يكون معظم الجدران الجانبية على شكل نوافذ زجاجية تسمح بدخول أكبر كمية ممكنة من الضوء الطبيعي إلى المختبر بدرجة مناسبة لا تؤثر على الرؤية أو تؤدي إلى وهج العيون, ويمكن التحكم في ذلك من خلال تحديد الاتجاه وموقع النوافذ ونوعية الزجاج, ويفضل أن يكون هناك ستائر على هذه النوافذ تستخدم في حالة عدم الحاجة إلى الإضاءة الطبيعية.

6 ــ 1 ــ 2 الإضاءة الصناعية:

وهي الإضاءة المعتمد عليها في المختبرات والمكونة من مجموعة من المصابيح الضوئية التي روعي فيها أدق التفاصيل من ناحية جودتها ونوعيتها وأيضا موقع هذه المصابيح وكميتها واتجاهاتها, ويفضل استخدام مصابيح الفلورسنت حيث إنها توفر إضاءة كافية ومريحة.

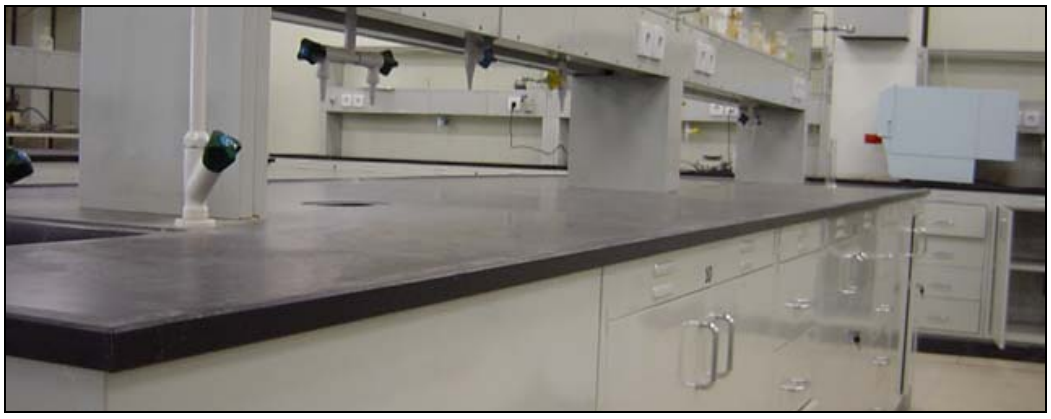
2.6 التهوية :

يعتبر عامل التهوية من الضروريات الواجب توفرها في المختبرات نظرا لكثرة الروائح المنبعثة من المواد والأدخنة المتكونة من استخدام اللهب أو أجهزة التسخين والأبخرة و الغازات الناتجة من أجراء بعض التجارب, ويمكن الاستفادة من التهوية الطبيعية والصناعية لتخلص من الروائح والأدخنة والأبخرة و الغازات داخل المختبر.

7 . طاولة المختبر The bench :

يوجد في المختبر طاولات معينه ذات حجم وتصميم مناسب للعمل داخل المختبرات (الشكل 1), وهي عبارة عن طاولة مكونة من سطح مقاوم مثل الإيبوكسي Epoxy غالباً يكون من الصلب المقاوم يجرى علية التجارب والتفاعلات ويكون بها بعض الخدمات المساعدة كما سنرى لاحقاً بإذن الله, ويتم توزيع هذه الطاولات داخل المختبر بشكل يتناسب مع طبيعية ونوع العمل فيه لتخدم المختبر ومن فيه. ويمكن أن نقسم الطاولات داخل المختبر إلى طاولة مدرب للعرض و طاولات متدربين موزعة بالمساحة الوسطى وأخرى جانبية يكون بعضها مستخدماً لحمل جهاز معين أو تستغل لوضع دواليب الأبخرة و الغازات كما سيأتي توضيحها لاحقا. تكون الطاولات مصنوعة من أجود أنواع الصلب المقاوم للمواد الآكلة ويكون بها بعض الخدمات المساندة والمهمة مثل:

1. برج يحمل خدمات ـ الماء والكهرباء والغاز.
2. حوض أو حوضان تصريف.
3. مجموعة من الأدراج.



الشكل (1): نموذج لطاولة المتدرب

8. أحواض الغسيل عددها ومواصفاتها :

وهي مهمة جداً في المختبرات لكثرة احتياج الأوعية الزجاجية للغسيل والنظافة وتعتبر من المناطق الأكثر استخداماً داخل المختبر و توضع هذه الأحواض في أحد الأطراف الجانبية لكل طاولات المختبر سواء الجانبية أو الوسطية منها بحيث تكون ذات حجم وشكل وموقع مناسب مصنوعة من مادة مقاومة غالباً تكون من نفس المادة المصنوع بها سطح الطاولة المقاوم, يوضع بها أكثر من صنبور مياه بحيث يوضع صنبور مياه للغسيل (ماء عادي) وصنبور آخر (ماء مقطر) يستخدم عند الضرورة فقط لمرحلة الغسيل النهائي أو لاستخدام الماء منه في بعض التجارب. ويستخدم أيضاً لها شبكة تصريف جيدة وتمديدات صحية مناسبة.

9. عدد مختبرات الكيمياء وملاحقها :

يجب أن يُتنبه لعدة أمور مهمة قبل تحديد غرف المختبرات وملحقاتها منها :

1. أن يكون عدد المختبرات متناسباً مع عدد التخصصات, لكي يتمكن الكيميائي من استخدام المختبر بخبرات متعددة, بحيث يكون هناك مختبر واحد لكل تخصص على الأقل.
2. أن يشتمل جناح المختبر على غرف مختلفة مثل غرفة المختبر وغرفة التحضير وغرفة التخزين.

9 ــ 1 غرفة المختبر:

وهي مكان للبحث والاستكشاف العلمي عن طريق التجارب العلمية والمشاهدة الفعلية للنتائج.

9 ــ 2 غرفة التحضير:

وهي الغرفة التي يتم فيها تحضير الأجهزة والأدوات والمواد اللازمة للجزء العملي, ويقوم المدرب بإجراء التجربة قبل عرضها أو قيام المتدربين بها للتأكد من سلامة الأدوات والأجهزة وإمكانية القيام بها, ولا بد أن تشتمل هذه الغرفة على طاولة مختبر لنقل الأجهزة والأدوات والمواد من غرفة التحضير إلى المختبر والعكس, ولا بد أن تكون هذه الغرفة داخل نطاق المختبر.

9 ــ 3 غرفة التخزين:

هي الغرفة المجاورة للمختبر والتي يخزن فيها الأدوات والمواد والأجهزة, حيث تكون مرتبة ومصنفة بطريقة سليمة لتساعد على سلامة الأدوات والأجهزة والمواد من جهة و سهولة تداولها من جهة أخرى.

10. تصنيف المختبرات الكيميائية :

تصنف المختبرات الكيميائية إلى سبعة أصناف رئيسة وهي:

1. مختبرات الكيمياء العامة.
2. مختبرات الكيمياء العضوية.
3. مختبر الكيمياء الفيزيائية.
4. مختبر الكيمياء التحليلية.
5. مختبر الكيمياء غير العضوية.
6. مختبر الصناعات الكيميائية.
7. مختبر الأجهزة الكيميائية.

وفيها يتعلم الطالب ما يخص كل فرع من فروع الكيمياء من تجارب وأجهزة وتقنيات يستفيد منها خلال مراحل التعليم والتطبيق فيما بعد.

10 ـ 1 مختبر الكيمياء العامة:

وفية يتعرف الطالب على المختبر ويتعلم كيفية التعامل الصحيح مع المواد والأجهزة والأدوات في المختبر ويجري بعض التجارب السهلة والبسيطة الغرض منها تعويد الطالب على المختبر والتهيئة النفسية والتقنية له حتى يتسنى له التعامل مع باقي المختبرات في التخصص بعد التعمق في هذا المجال, ويأخذ هذا المختبر تجاربه من جميع التخصصات الأربعة الرئيسة ومرورا على التعريف بالأدوات والأجهزة وبعض التقنيات الخاصة المستخدمة داخل المختبر.

10 ـ 2 مختبر الكيمياء العضوية:

وفيه يتعلم الطالب كيفية التعرف على المركبات العضوية وبعض صفاتها وتفاعلاتها وتطبيقاتها الحيوية واليومية والصناعية, ويجري بعض التجارب على المواد العضوية للوقوف على أشهر التفاعلات والتجارب في هذا الفرع من الكيمياء, ومن ثم يتدرب على تحضير بعض المواد العضوية المهمة مستخدما بعض التقنيات المتوفرة والشائعة الاستخدام في هذا الفرع مثل أجهزة التحليل الطيفي وجهاز مقياس درجة الانصهار وغيره.

10 ــ 3 مختبر الكيمياء الفيزيائية:

وفي هذا المختبر يتعرف الطالب على بعض التجارب الفيزيائية والتي تتعلق بعلم الكيمياء مستخدما بعض التقنيات والأجهزة والأدوات الشائعة الاستخدام في هذا الفرع كمثل الأقطاب والخلايا الكهربائية وأجهزة التوصيلية الكهربائية وغيرها, ويتدرب الطالب على كيفية الربط بين العلوم المختلفة وكيفية التعامل مع القوانين والنتائج والرسوم البيانية وبعض أنواع التفاعلات المختلفة.

10 ــ 4 مختبر الكيمياء التحليلية:

يتعلم الطالب في هذا المختبر الطرق المختلفة لتحضير المحاليل القياسية وتطبيق القوانين النظرية عليها وتحضير بعض المعقدات وتطبيقاتها, كما يتعلم بعض التقنيات المختلفة المستخدمة في هذا الفرع من الكيمياء مثل أجهزة التحليل اللوني والطيفي وغيرها ويتطرق للعديد من التجارب المعملية المختلفة كالمعايرة والتحليل الكمي الوزني والكيفي.

10 ــ 5 مختبر الكيمياء غير عضوية:

يتعرف الطالب في هذا المختبر على المركبات غير العضوية وبعض صفاتها وتفاعلاتها وأهم مميزاتها وتطبيقاتها الحياتية والصناعية, ويتدرب الطالب أيضاً على بعض التجارب لتحضير بعض المركبات والمعقدات وبعض أنواع المعايرات المختلفة والمستخدمة في هذا الفرع من الكيمياء.

10 ـ 6 مختبر الصناعات الكيميائية:

يتعلم الطالب في هذا المختبر بعض التطبيقات الصناعية المهمة والحيوية والمستخدمة في أغلب المصانع المنتجة لهذه الصناعات الكيميائية المختلفة, ويتدرب على بعض التجارب والتحضيرات التي لا يستغنى عنها في الصناعات الكيميائية والتطبيقات الصناعية المختلفة مستخدما بعض التقنيات المتوفرة والضرورية كالأجهزة والأدوات وبعض التجارب التعليمية والفنية وتجارب الجودة النوعية.

10 ــ 7 مختبر أجهزة التحليل المتقدمة:

يتعرف الطالب في هذا المختبر على بعض الأجهزة الحديثة في علم الكيمياء, ويتدرب على تطبيقاتها واستخدامها ومجالات الاستفادة منها وكيفية عملها وأهميتها البالغة في المجال الصناعي والتقني والطبي.

كما يوجد أصناف كثيرة للمختبرات كمختبرات التحاليل الطبية والتجارية ومختبرات الجودة والنوعية ومختبرات الأبحاث والدراسات.

الفصل الثاني: التجهيزات الفنية الثابتة بالمختبر

1. مقدمة:

تختلف المختبرات الكيميائية عن غيرها من غرف الدراسة بنوعية التجهيزات الخاصة المخصصة لها, حيث أن لنوعية وطريقة التجهيزات الفنية الثابتة كما سيأتي شرحها فيما بعد تأثيرها البالغ في أداء وكفاءة المختبر ومناسبته للعمل التعليمي أو البحثي أو التجاري أو غيره, كما أن نوعية التجهيزات من

حيث الجودة والإتقان لها دور كبير في مدى تحمل المختبر للعمل بداخله واستخدام تجهيزاته, ويعتبر أثاث المختبر من الأساسيات التي يحكم بها على المختبر ومدى ملاءمته, ومن التجهيزات الضرورية في المختبر نذكر ما يلي: طاولة المختبر، طاولات المختبر الجانبية، الأرفف و دواليب حفظ الكيمياويات و الزجاجيات.

2. التجهيزات الضرورية في المختبر:

2 ــ 1 طاولة المختبر The bench:

وهي عبارة عن عدة طاولات مختلفة الحجم والمقاس صممت خصيصاً للعمل في المختبرات تكون غالباً موزعة في المساحة الوسطى توضع بشكل متوازي بحيث تستغل المنطقة بشكل يخدم العمل في المختبر و يكون فيها سطح الطاولة مصنوعاً من مادة صلبة مقاومة للمواد الآكالة وضد الكسر والخدش عادة تكون مصنوعة من الصلب المقاوم, أضيف بها عدة خدمات منها:

أدراج مختلفة المقاس لحفظ الأدوات وبعض الأغراض الخاصة بالمختبر, ورف للخدمات يوضع فوق الطاولة لوضع المحاليل والمواد وبعض الأدوات ولخدمة الكيميائي بصفة عامة, أحواض لتصريف المياه, صنابير للمياه (حار ـ بارد), صنبور للغاز بمقبض تحكم, صنبوران لدفع الهواء وآخر لسحبه, مقبس كهربائي (مزدوج الجهد 110 ـ 220 فولت), مواسك أو حوامل مختلفة.

2 ـ 2 طاولات المختبر الجانبية:

وهي نفس الطاولات الوسطى بالمختبر وبها نفس الخدمات تقريباً وتستخدم عادة لوضع الموازين والأجهزة والأفران وأجهزة توليد الثلج وبعض الأدوات عليها لأنها تعتبر أكثر أمان لها من بقية الطاولات الوسطى خوفاً من سقوطها أو تعرض أحد للأذى منها.تستخدم أيضاً كما تستخدم الطاولات الجانبية كطاولات احتياطية بالمختبر عند الحاجة لها.

2.3 الأرفف:

توضع هذه الأرفف فوق الطاولات الوسطى والجانبية والهدف منها وضع بعض المحاليل المهمة والمستخدمة بكثرة في التجارب وقد يوضع بها بعض المواسك أو الحوامل المساعدة للاستخدام (الشكل 2).

الشكل (2): نموذج للأرفف المختبرات الكيميائية

2 ــ 4 دواليب حفظ الكيماويات و الزجاجيات:

توضع هذه الدواليب داخل المختبرات يكون الهدف منها حفظ بعض الزجاجيات المستخدمة من حين لآخر في المختبر لغرض حفظها أو بعض الكيماويات المهمة والتي يخشى عليها من كثرة الحركة بالمختبر وتكون بالعادة مقفلة لزيادة الحرص على هذه الكيماويات و الزجاجيات (الشكل 3).

الشكل (3): دولاب لحفظ الكيمياويات و الأدوات

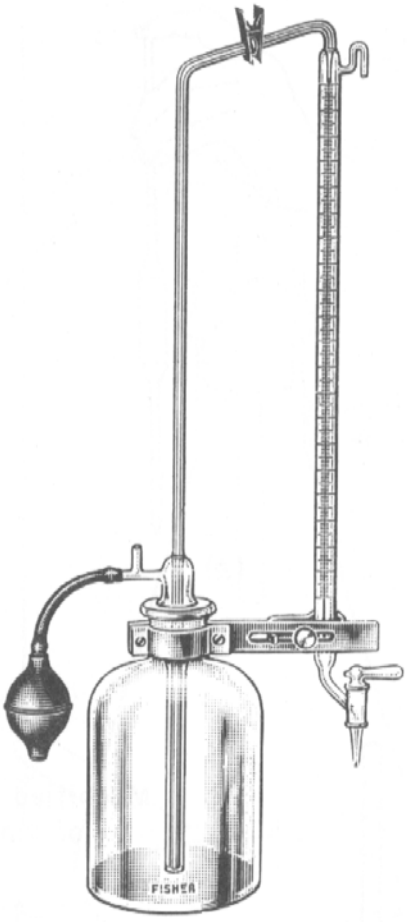
3. الأجهزة والأدوات والمواد في الواجب توفرها في المختبر:

لابد لسير العمل داخل المختبر من توفر بعض الأجهزة والأدوات والمواد داخل المختبر سواء كانت الحاجة لإجراء بعض التجارب أو للعروض العملية أو للاستخدامات العامة وهنا نذكر أهم هذه التجهيزات والتي يحددها حاجة المختبر لها بناء على الدروس العملية (التجارب) أو التطبيقات المختلفة داخل هذا المختبر.

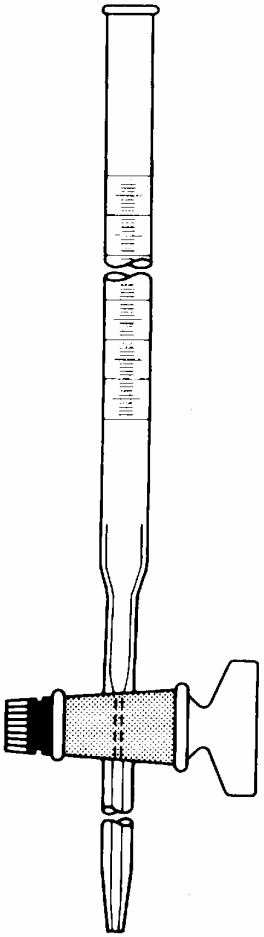
الشكل (4) يوضح الأدوات و الأجهزة الشائعة في المختبرات الكيميائية:

ماصة حجمية

ماصة مدرجة

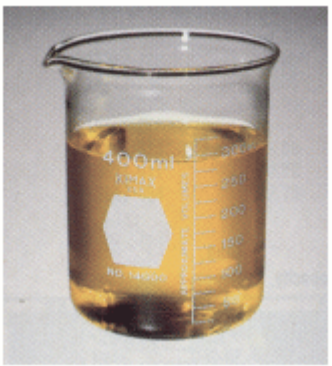


سحاحة أتوماتيكية دقيقة

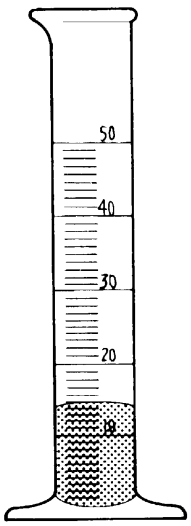


سحاحة عادية

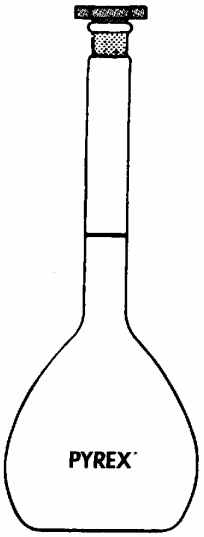
كأس غير مدرج



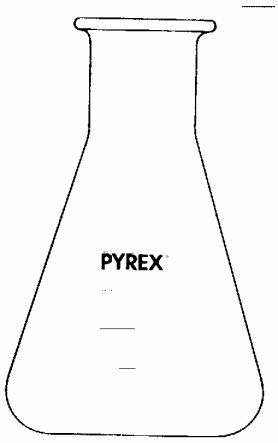
كأس مدرج



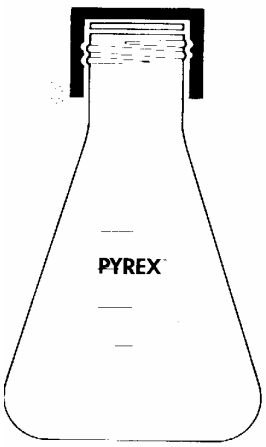
مخبار مدرج



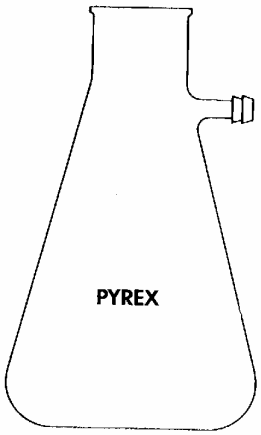
دورق حجمي



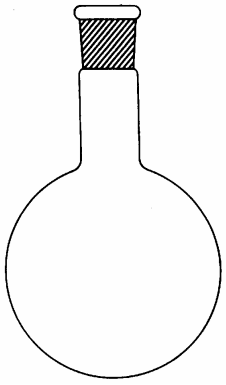
دورق مخروطي



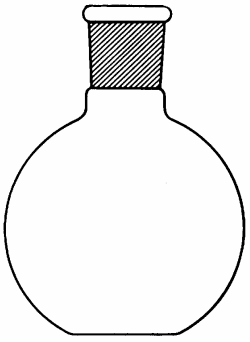
دورق مخروطي بغطاء



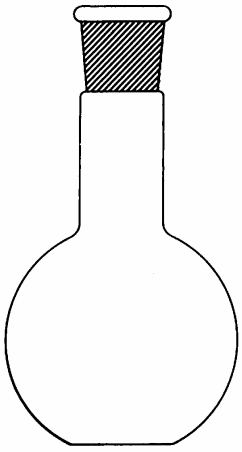
دورق ترشيح



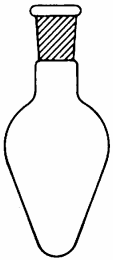
دورق مستديرة القعر



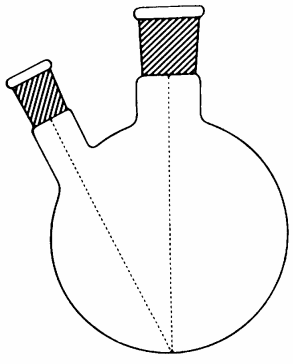
دورق منبسط القعر



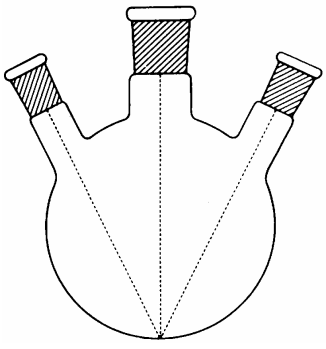
دورق منبسط القعر



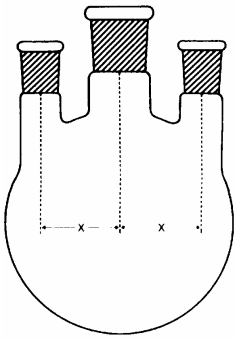
دورق كمثري الشكل



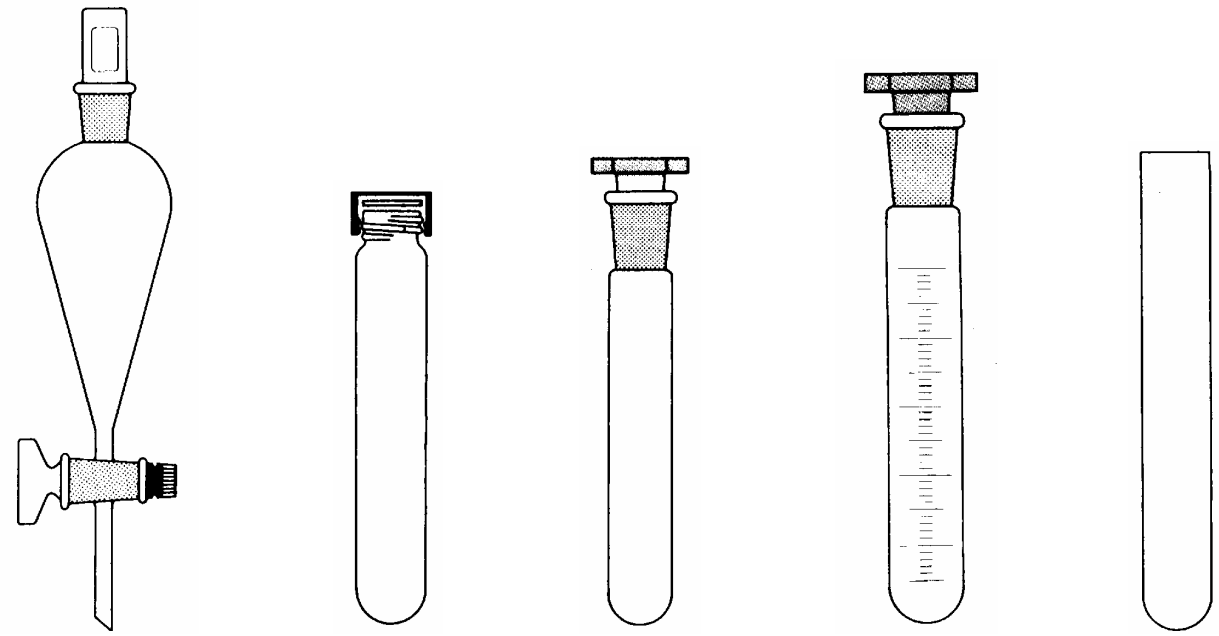
دورق مستدير ثنائي العنق



دورق مستدير ثلاثي العنق

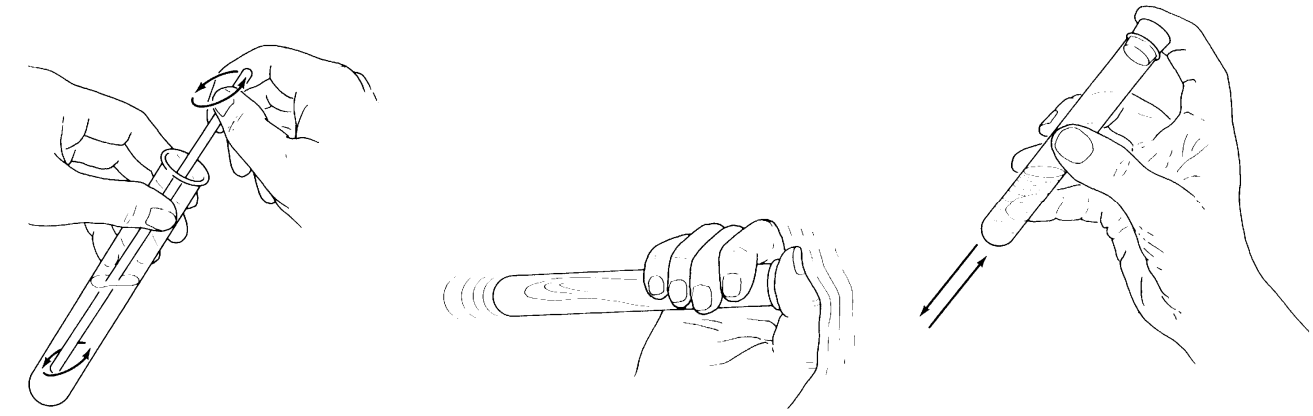


دورق مستدير ثلاثي العنق



أنابيب اختبار

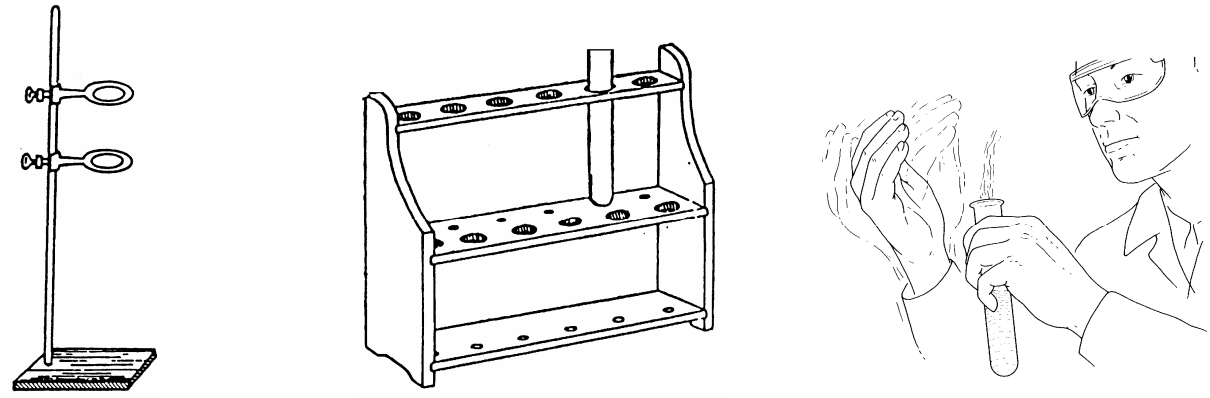
قمع فصل



الطريقة الصحيحة لرج أنبوبة اختبار

طريقة خطاة لرج أنبوبة اختبار

الطريقة الصحيحة لخلط محتويات أنبوبة اختبار



الطريقة الصحيحة لشم الغازات

حامل أنابيب

حامل

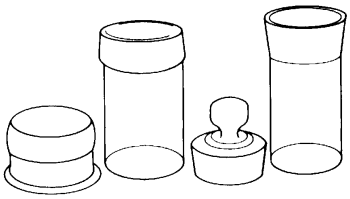
قنينة شفافة

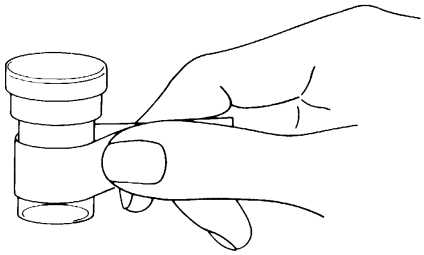
قنينة بنية

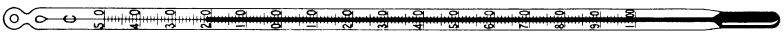
قنينة بنية بغطاء

غسالة

زجاجة ساعة


زجاجة وزن


الطريقة الصحيح لحمل زجاجة وزن


ترمومتر

ترمومتر رقمي

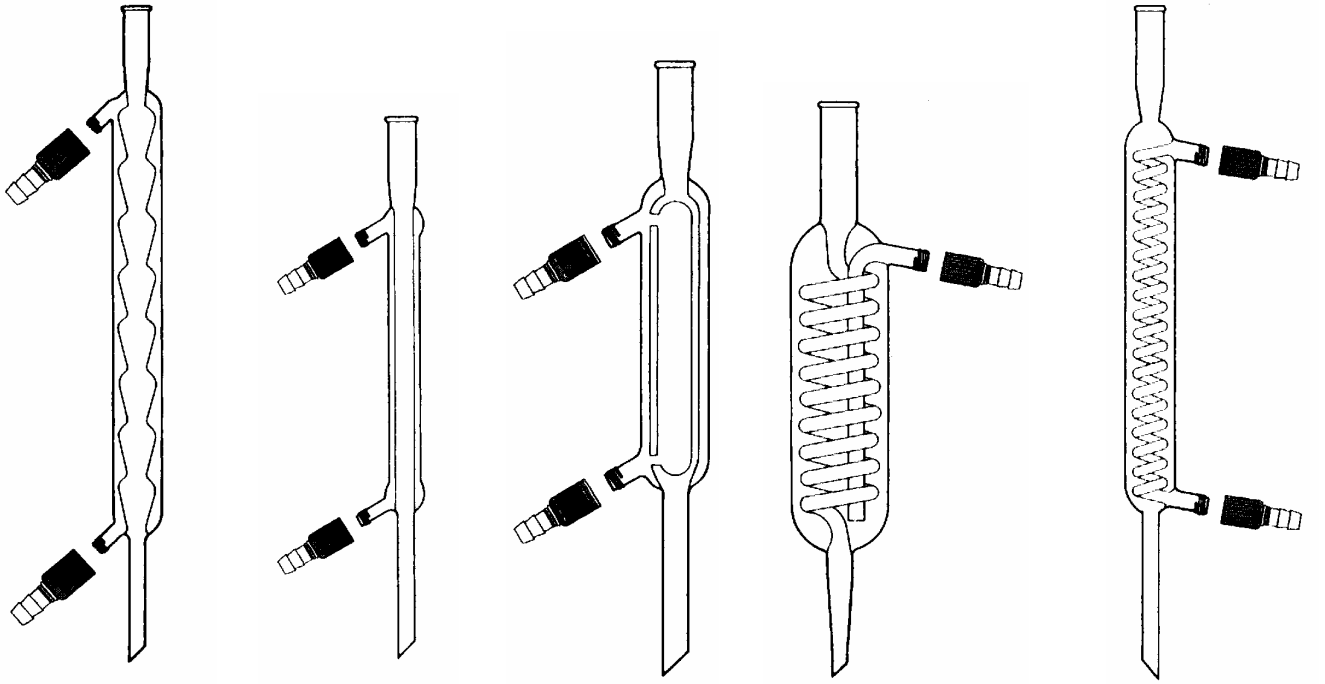
أنابيب شعرية

مثبت من المطاط

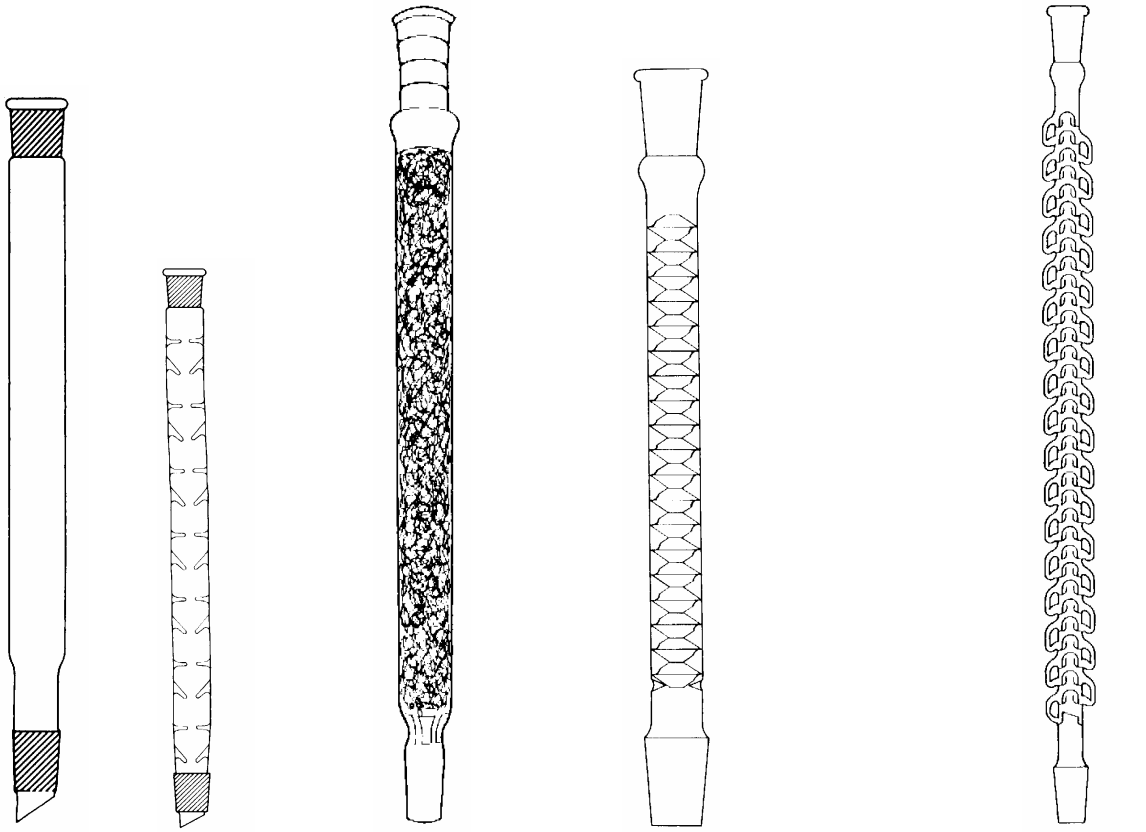
حافظة حرارة

سدادة زجاجية

سدادة بلاستيكية

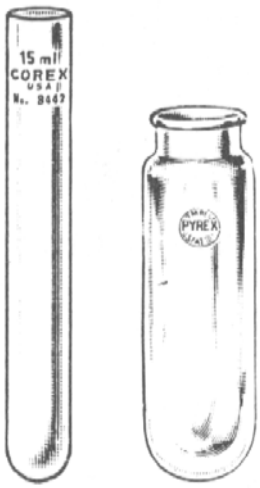


مكثف Graham مكثف Thorpe مكثف Davis مكثف Liebig مكثف Allihn



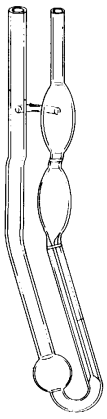
عادي Vigreux Wire sponge Stedman Bubble cap

أعمدة التقطير التجزيئي

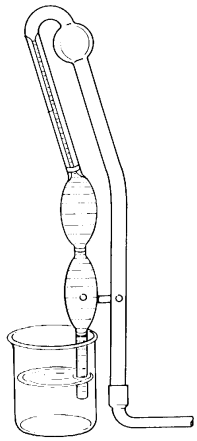


أنابيب الطرد المركزي

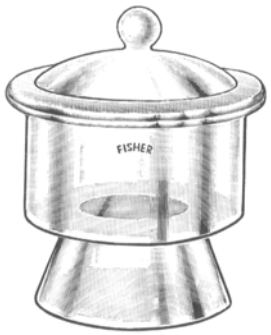
قطارة



جهاز قياس اللزوجة

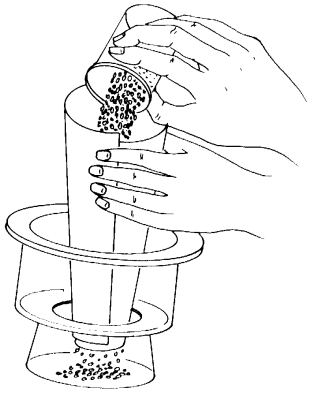


استخدام جهاز قياس اللزوجة

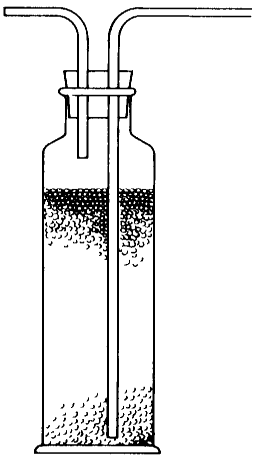


المجفف الزجاجي

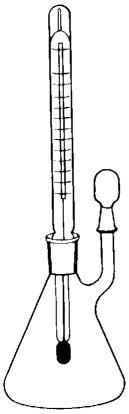
طريقة فتح الغطاء



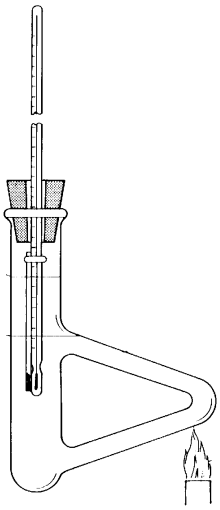
طريق سكة المادة المجفِّفة



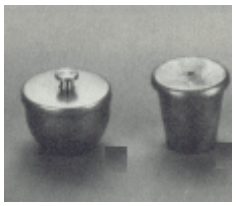
عمود تجفيف



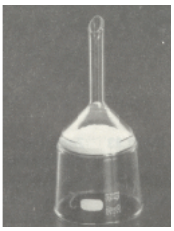
زجاجة كثافة



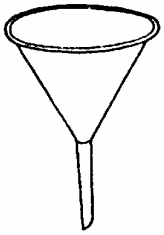
جهاز قياس درجة الانصهار



بوتقة معدنية بغطاء



بوتقة ترشيح زجاجية بعنق



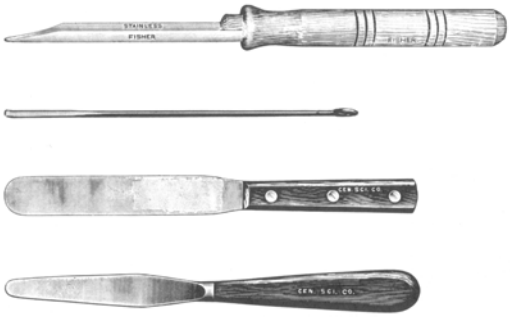
قمع عادي

بوتقة خزفية بغطاء

بوتقة ترشيح زجاجية

قمع ترشيح زجاجي

هاون خزفي



ملاعق

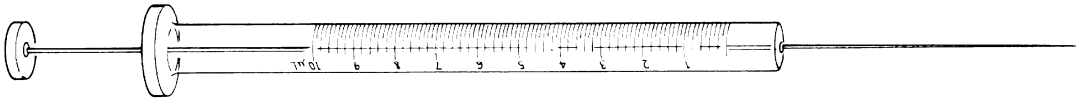
ورق pH قياسي

ساند حلقي

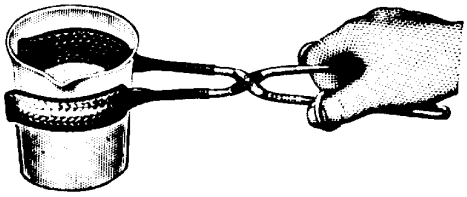
قاعدة خشبية

حلقة مستديرة من الفلين

حامل ثلاثي

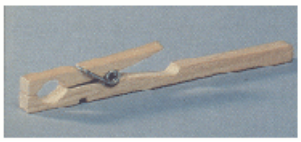


محقنة

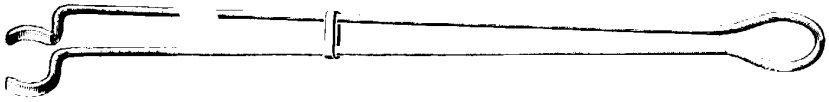


ملقاط كؤوس

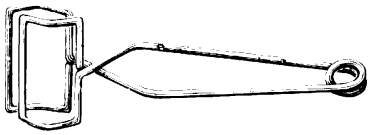
ملقاط ذات منفعة عامة



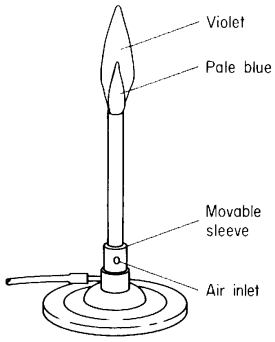
ماس أنابيب خشبي



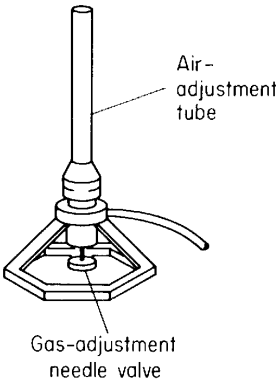
ملقاط فرن حرق



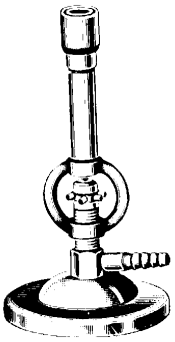
ماس أنابيب معدني



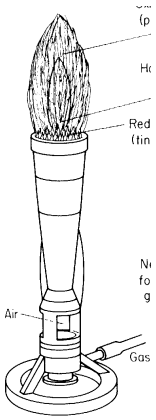
موقد بنزن Bunsen



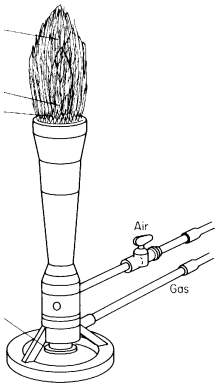
موقد Tirrill



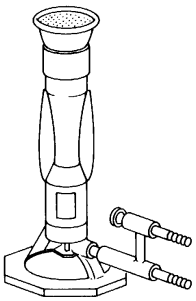
موقد Fletcher



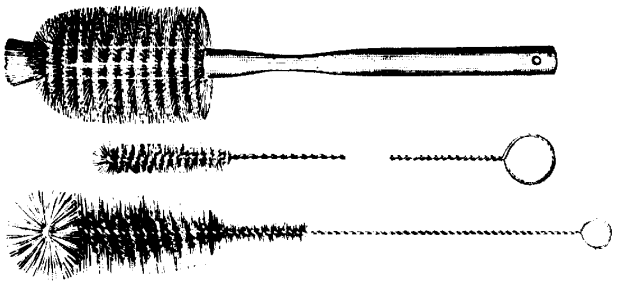
موقد Fisher



موقد Fisher العالي الحرارة

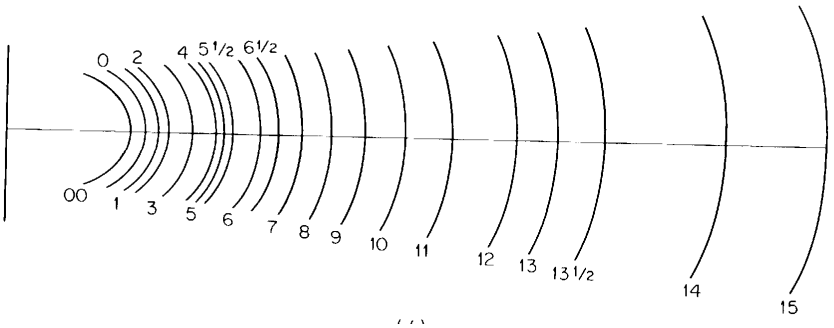


موقد Meker

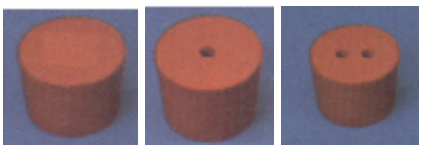


فرشاة

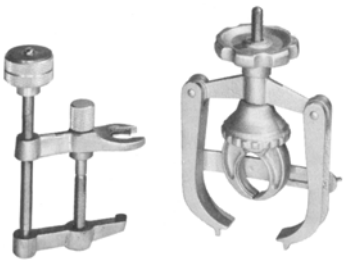
سكين



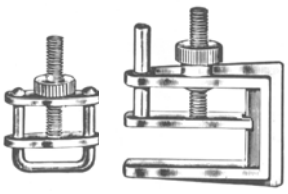
سلم السدادات



سدادات مطاطية



جهاز خلع السدادات

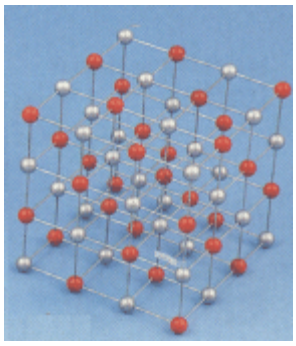


مواسك أنابيب

مشحذة

ثاقب سدادات

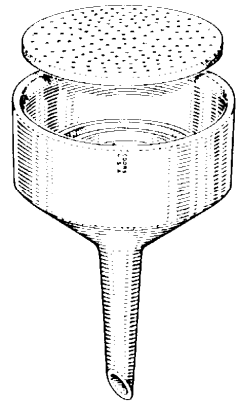
أنابيب مطاطية



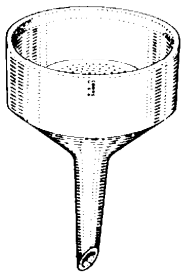
شكل توضيحي

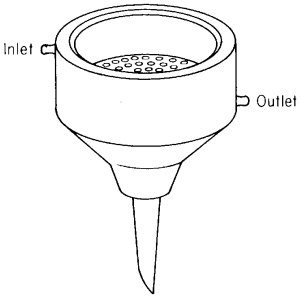
قلاب مغناطيسي

قطع مغناطيسية



قمع بخنر

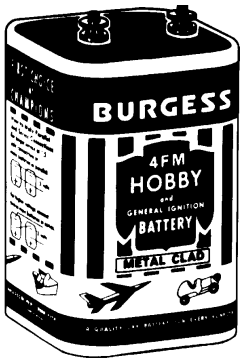




قمع بخنر بفتحة تفريغ

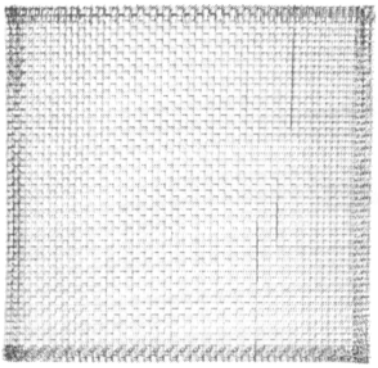
ورق ترشيح

منظم غاز الأسطوانات

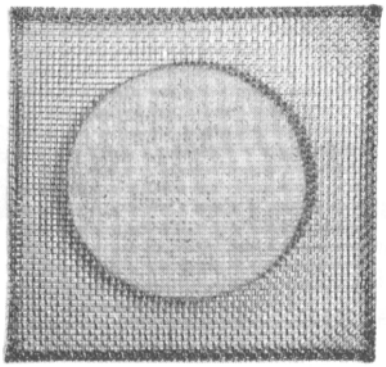


بطارية جافة

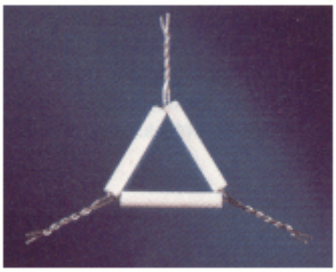
ساعة إيقاف



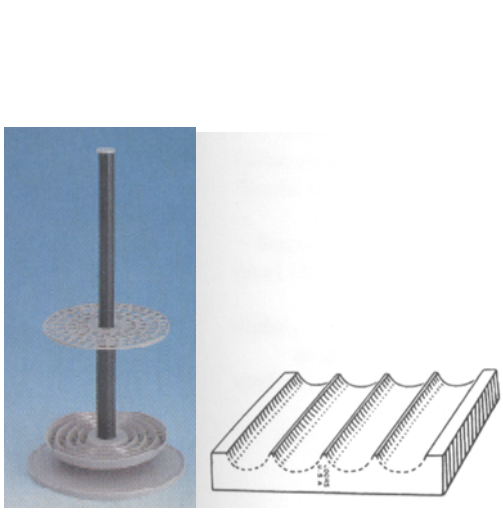
شبكة معدنية عادية



شبكة معدنية بالأسبستوس

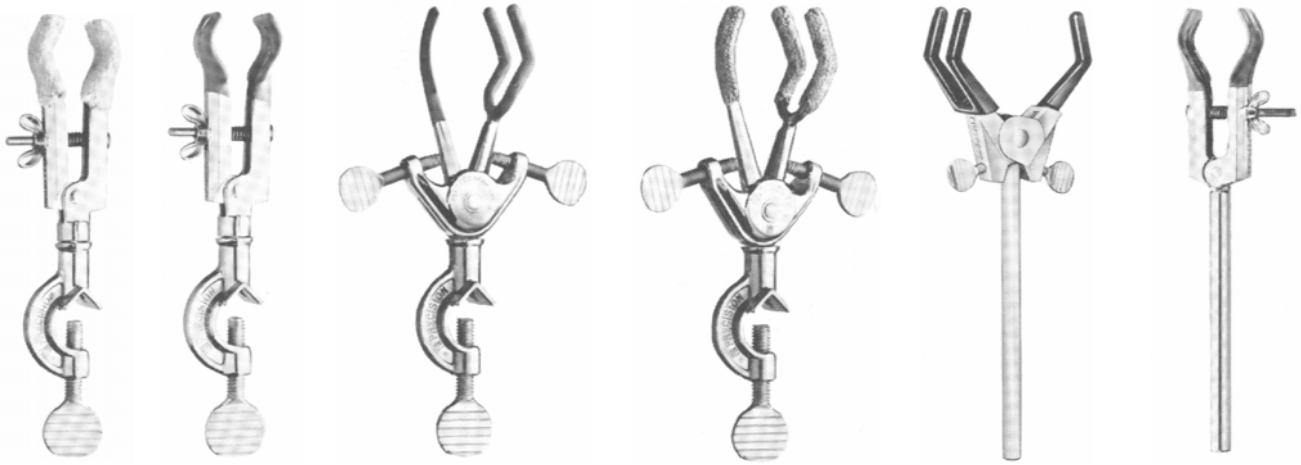


مثلث خزفي

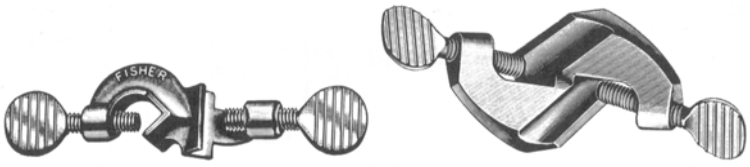


حامل ماصات

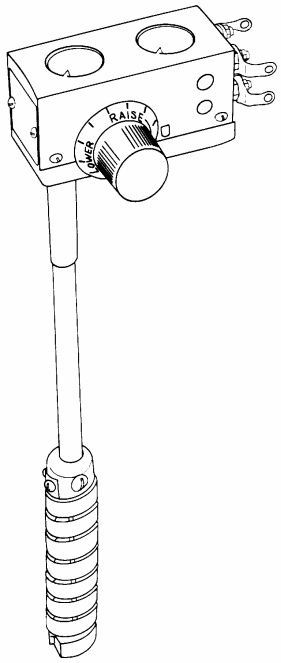
مطاطة نفخ



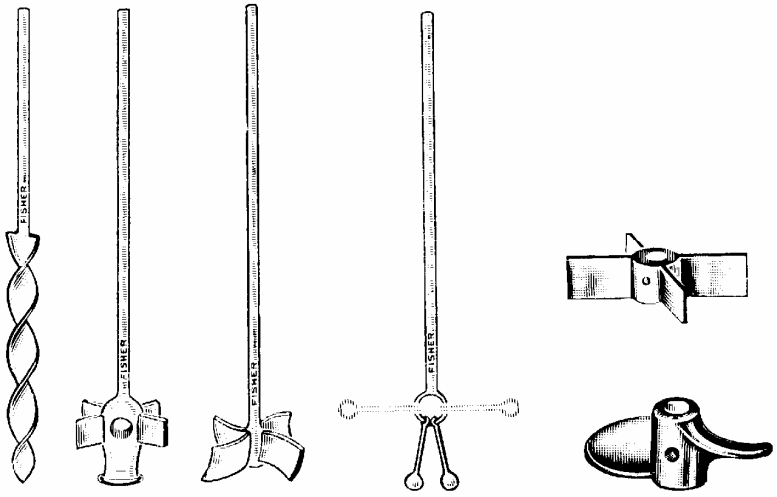
مواسك



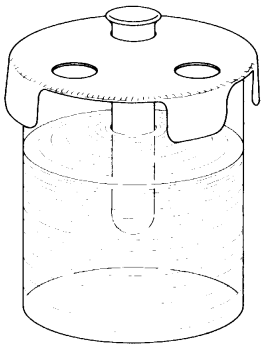
مواسك المواسك



قلاب ميكانيكي



توابع للقالب

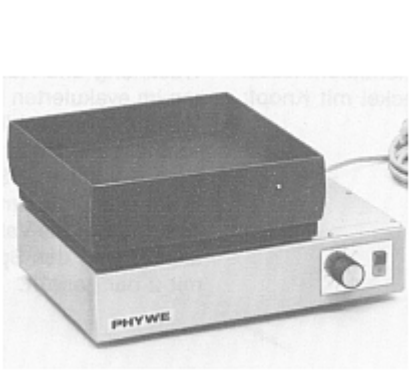


حمام مائي خاص بالأنابيب

سطح تسخين

حمام بخار

رتينة تسخين



حمام رملي

موقد خلوي

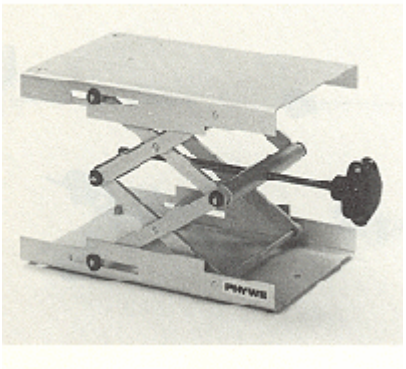
معطف تسخين كهربي

فرن تجفيف

فرن حرق

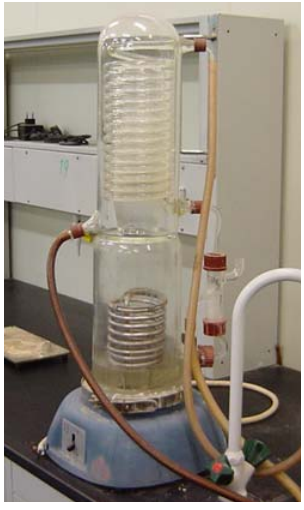
جهاز طرد مركزي

منخل ميكانيكي



قاعدة متغيرة الارتفاع

ميزان



جهاز تقطير

جهاز قياس الرقم الهيدروجيني

جهاز قياس التوصيلية

جهاز الانبعاث الذري للطيف

جهاز الامتصاص الذري للطيف

الشكل (2): الأدوات و الأجهزة الشائعة في المختبرات الكيميائية

ويضاف إلى هذا جميع المواد التعليمية والكيميائية والحيوية والفيزيائية والتي ينبغي توفرها داخل المختبر كل حسب حاجته بالإضافة إلى الأدوات والأجهزة الخاصة ينبغي توفير الآتي:

1. المواد الكيميائية التي تستخدم في إجراء التجارب.
2. الكتب العلمية اللازمة أو المذكرات الخاصة.
3. بطاقات السلامة للمواد الكيميائية Material Safety Data Sheets (MSDS).
4. الكتالوجات.
5. الأشكال والرسوم التوضيحية.

4. خدمات المختبر:

تشمل خدمات المختبر تجهيزات ضرورية داخل المختبر والتي يعتمد عليها في إجراء أو في توفير المناخ المناسب للعمل داخل المختبر ومنها خدمات الماء والكهرباء والغاز وكل الاحتياجات والتجهيزات لهذه الخدمات, كذلك الاحتياطات اللازمة لتوفير هذه الخدمات, وأيضا المواصفات المناسبة.

4 ــ 1 خدمات الكهرباء:

تحتاج المختبرات كغيرها من الأماكن لتوفير الكهرباء لكونها مصدراً للإضاءة وتشغيل أجهزة التهوية والتكييف والأجهزة الإلكترونية والموازين وغيرها من الأجهزة التي تحتاجها بعض التجارب العملية, لذا يتم توفير الكهرباء من خلال مقابس (أفياش) خاصة لكل طاولة في المختبر بجهدين (110-220 فولت) يكون الجزء الخارجي منها لا يتأثر بالمواد و الغازات داخل المختبر و غير موصل للتيار الكهربائي, كما أن توفير هذه الخدمة يجب أن يكون بمعزل عن الخدمات الأخرى ومزود بقواطع كهربائية في كل مقبس كهربائي وكل طاولة مختبر ولكل مختبر كقاطع رئيس كما هو الحال في بقية الخدمات, ويفضل استخدام توصيلات خاصة مقاومة للجهود والضغط العالي للاستخدام.

4 ــ 2 خدمات الغاز:

يعتبر الغاز مصدراً أساسيا لتوفير للحرارة بأنواعها عند إجراء بعض التجارب التي تحتاج إلى تسخين في المختبرات، لذا فإن تزويد المختبر بالغاز ضرورياً , حيث يتم ذلك عن طريق تمديدات شبكة غاز رئيسة تغذي المختبرات جميعها ومن ثم توصل إلى كل طاولة في المختبر بصنابير يمكن التحكم فيها حتى لا يعبث بها أحد أو تفتح دون الحاجة إليها ومن خلال شبكة أرضية داخل المختبر تكون مصنوعة من نوعية جيدة, ويفضل استخدام محابس وصمامات أمان لكل طاولة في المختبر حتى لا تتعطل جميع الطاولات كما هو الحال في تمديدات الماء, ثم يستخدم محبس رئيس لجميع الطاولات يكون في مكان ظاهر وقريب من مكتب المختبر أو باب المختبر, ولا يفضل استخدام الأسطوانات وأنابيب الغاز داخل المختبر خوفاً من الأضرار الناشئة عن الانفجار عند حدوث حريق أو خلافه, ووجود الغاز داخل المختبر يعتبر في كثير من الأحيان مصدر خطر لا بد من التأكد منه ومراقبته بشكل دائم.

4 ــ 3 خدمات الماء:

توفر الماء من المستلزمات الواجب توفرها داخل المختبر للاحتياج الشديد لإجراء التجارب أو لتنظيف أو لتبريد أو لتصريف المخلفات السائلة, ويتم توفير المياه في شبكة خاصة داخل المختبر لا سيما بأن طاولات المتدربين تأتي متوسطة لمساحة المختبر, لذا يتم توفير تمديدات خاصة تحت أرضية المختبر حتى لا تعطل الحركة فيه بحيث تغذي جميع الطاولات بالكميات المناسبة من خلال صنابير خاصة في الشكل والمقاومة, كما يفضل استخدام محابس للماء لكل طاولة في المختبر حتى لا تتعطل جميع

الطاولات في حالة حدوث خلل ما, ثم يستخدم محبس رئيس لجميع الطاولات يكون في مكان ظاهر وقريب من مكتب المختبر أو باب المختبر, وجود الماء في المختبر يتطلب تصريفاً له عند الاستخدام، وهذا يتطلب تركيب أحواض لتصريف المياه تحت كل صنبور، ولابد أن تكون هذه الأحواض مناسبة في حجمها وشكلها ونوعية المادة المصنوعة منها بحيث لا تتأثر بالأحماض والقواعد (المواد الآكالة)، وأن تكون الأحواض متصلة بأنابيب من الأسفل لتصرف ما يسكب في الأحواض كما يجب أن تكون هذه الأنابيب أيضا مصنوعة من مواد غير قابلة لتأثر بالمواد الأكالة.

4 – 4 صنابير الماء والغاز والهواء المضغوط:

على كل طاولة من طاولات المختبر يوجد أكثر من صنبور.منها (1) صنابير للماء ليستخدم أحياناً في بعض الأجهزة و التجارب كما في جهاز التقطير أو جهاز التكثيف، (2) صنابير للغاز ليتم استخدام المواقد الغازية لبعض التجارب، و(3) صنابير للهواء المضغوط (سحب – ودفع) حيث يتم استخدامها في بعض التجارب التي تحتاج إلى ترشيح أو في تجفيف بعض الأدوات والأوعية الزجاجية لاستخدامها في التجارب.

5. تنظيم المختبر:

التنظيم في جميع الأمور يحسن من الأداء والفعالية وداخل المختبر يزداد الحرص على هذا التنظيم والترتيب حتى يتسنى للجميع استخدام المختبر بطريقة صحيحة وحتى يسهل من عملية الاستفادة القصوى منه وحفظا للوقت فيه ولكي يكون المختبر منظماً من حيث استخدامه وصيانته يجب مراعاة الآتي:

1. لا بد أن يتعاون محضر المختبر مع مدرب العملي في تقديم العون اللازم.
2. لا يد أن يشرف على عمل وأداء المختبر الإدارة التابع لها المختبر.
3. يجب أن يلقى محضر المختبر الدعم والتعاون من الجهات المختصة عن المختبرات لتقديم ما يلزم المختبر.
4. توفير الصيانة اللازمة والمستمرة للأدوات والأجهزة.
5. تعويض ما يتلف أو ينتهي من الأدوات والأجهزة والمواد من قبل الجهة المختصة.
6. تصنيف الأدوات والمواد والأجهزة ليسهل تناولها داخل المختبر.
7. تدوين جميع الأدوات والأجهزة والمواد الداخل الخارجة من المختبر.
8. تنظيم دورات تدريبية للقائمين على المختبر في استخدام الأدوات والأجهزة أو غيرها.

9. تنسيق العمل بين محضر المختبر ومدرب المواد العملية.

6. الصيانة في المختبر:

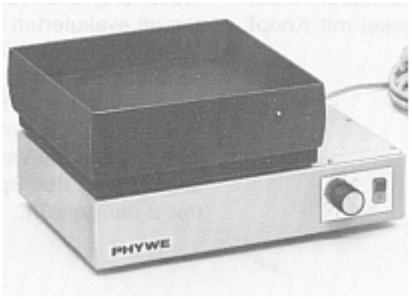
إن كثرة الاستخدام للخدمات والأجهزة والأدوات داخل المختبر تجعل من الحاجة إلى الصيانة ضرورة ملحة لا سيما وأن جميع ما ذكر قابل للعطل و التلف, لذا يجب الحرص على الصيانة الدورية لكل منها بإشراف متخصصين وفنيين يقومون بالتأكد من سلامة سير العملية التعليمية داخل المختبر على أكمل وجه أما من خلال زيارات ميدانية أو من خلال استقبال ما يرسله المختبر لهم, ويتولى ذلك إدارة خاصة في موقع تواجد المختبر تعمل على توفير ورش صيانة للأجهزة و الأدوات حيث يقوم فني المختبر بإرسال الأدوات والأجهزة إليها كلما دعت الحاجة إلى ذلك, وتعتبر الصيانة من الأمور الهامة التي يجب الحرص عليها للمختبرات حتى لا يتم الاستغناء عن الأدوات والأجهزة التي قد يكون الخلل فيها بسيطاً للغاية مما يفقد هذه الأدوات والأجهزة أهميتها داخل المختبر.

امتحان ذاتي

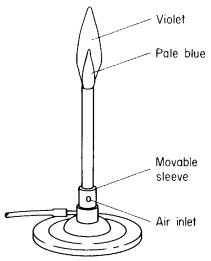
أجب على الأسئلة التالية

1. اذكر أهم مواصفات المختبرات الكيميائية.

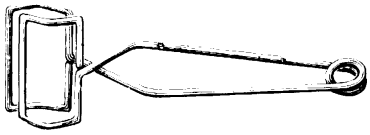
2. اذكر أسماء الأدوات و الأجهزة التالية:



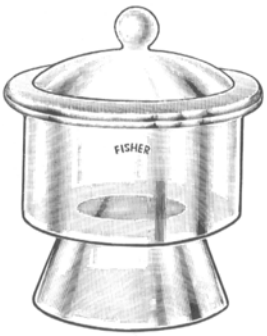
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

(هـ)

(و)

(ز)

إجابة الامتحان الذاتي

1. أهم مواصفات المختبرات الكيميائية:
   1. موقع وتصميم المختبر.
   2. عدد مختبرات الكيمياء وملاحقها.
   3. تأثيث المختبر.
   4. الإضاءة والتهوية.
   5. خدمات الماء والكهرباء والغاز.
   6. الأجهزة والأدوات والمواد في المختبر.
   7. الصيانة والتنظيم.
   8. احتياجات و احتياطات الأمن والسلامة.
   9. أهم واجبات محضر المختبر.
   10. الأدوات المستخدمة في إجراء التجارب العملية في المختبر.

2. (أ) حمام رملي ، (ب) موقد بنزن ، (ج) ماسك أنابيب ، (د) مجفف زجاجي ، (هـ) فرن حرق ، (و) ماسك ، (ز) رتينة تسخين.

نظم و تقنيات مختبرية (عملي)

الكيمياويات

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على تقسيم الكيمياويات إلى أنواعها المختلفة، وصف الطرق الصحيحة عند التداول معها و كذلك كيفية تخزينها.

الأهداف:

عندما تكتمل الوحدة يكون لديك القدرة على:

1. معرفة الكيماويات وأنواعها.
2. معرفة الأسماء العلمية والتجارية للكيماويات.
3. تحديد الطرق المناسبة لتداول الكيماويات.
4. معرفة طرق تخزين المواد الكيميائية.
5. معرفة الرموز والعلامات التي تحملها العبوات الكيميائية.

الوقت المتوقع:

4 ساعات.

الكيمياويات

1 . طرق التعرض للكيماويات الخطرة وتدابير السلامة منها :

يمكن للإنسان وبيئته أن يتعرضا بعدد من الطرق للكيماويات الخطرة. وقد يكون هذا التعرض عن عمد أو عن غير قصد ، ويمكن أن يحدث في أي مرحلة من مراحل حياة المادة الكيميائية : أي أثناء استخراج المادة الخام أو تنقيتها ، أو تصنيعها ، أو تخزينها ، أو نقلها ، أو استعمالها ، أو التخلص منها. ومن طرق التعرض عن عمد للكيماويات استعمال مستحضرات التجميل، والأدوية ، والأغذية ، و المضافات الغذائية ، والأعلاف الحيوانية ، واستخدام مبيدات الهوامِّ (الآفات الزراعية) ، والانتحار أو قتل الغير. وقد يكون التعرض غير مقصود ، كالتعرض المهني أو البيئي للمبيدات ، والماء الملوث ، والتربة الملوثة ، والسلسلة الغذائية الملوثة. وقد يكون التعرض عارضاً ، كالتعرض للحوادث الكبيرة أو الصغيرة. ثم إن التعرض قد يؤدي إلى التسمم الحادّ الذي هو تفاعل ظاهر للتعرض القصير ، والذي تكون عواقبه أوخم من عواقب التسمم المزمن ، الذي ينجم عن التعرض الطويل لجرعات قليلة. ومن بين كميات الكيماويات وأنواعها الكثيرة ، فئاتٌ يمكن أن يكون تأثيرها أشد وأخطر من غيرها. وفي ما يلي مناقشةٌ لبعض هذه الفئات.

تنقسم المواد الكيماوية إلى أقسام مختلفة حسب التصنيف ومنها : سواء كانت غازية أو سائلة أو صلبة, ومن حيث مخاطرها إلى مواد سامة ، مواد متفجرة ، مواد سريعة الاشتعال ، مواد مؤكسدة ، مواد مخدرة ، مواد مهيجة ، مواد مسرطنة.

2 . الكيماويات الخطرة وطرق التعامل معها :

2 . 1 مواد شديدة الاشتعال(المذيبات) :

1. لا يجب إشعال النار أثناء التعامل مع هذه المواد.
2. لا يجب اقتراب الأجهزة الكهربائية المولدة للحرارة من منطقة العمل بهذه المواد.
3. احم الأيثر من الأشعة فوق البنفسجية بوضعه في زجاجات بنية لمنع تكوّن فوق أوكسيد (البيروكسيد). اختبر الأيثر المخزون لفترة طويلة قبل الاستخدام لأنه يحتوي على البيروكسيد (استخدم كاشف البيروكسيد).يمكن إزالة بيروكسيد الأيثر بمعالجة كبريتات الحديدوز (10حجم) في 40 مل من حامض الكبريت المخفف لكل واحد لتر.

2 ـ 2 مواد ذاتية الاشتعال:

أمثلة لبعض مركبات الفلزات العضوية:

1. ثلاثي إثيل الألمنيوم مثلا تتفاعل تلقائيا عند لعرضها للهواء والماء. لذلك يجب العمل تحت غاز خامل بأجهزة خاصة.
2. هيدريدات الفلزات تكون خطره مثل المركبات العضوية الفلزية.
3. احفظ هذه المركبات بعيد عن المواد المشتعلة.

2 ـ 3 المتفجرات:

وهي مواد متفجرة بطبيعتها أو عند تعرضها لشرارة كهربائية أو حرارة عالية ومن أمثلتها ما يلي: مركبات النيترو ـ و النيتروزو ـ السترات حمض النيتريك(النيتروجين) فوق أوكسيد الهيدروجين30٪ مركبات الديزونيم ـ الأمونيا وأملاحها ـ أملاح الأسيتلين وحمض البيركلوريك.

2 ـ 4 مواد شديدة السمية:

وهي مواد تسبب التسمم عند التعرض لها بأي كمية كانت وبأي طريقة كانت ومنها: الزئبق- أملاح الزئبق- السيانيد- الزرنيخ ومركباته- أملاح الباريوم الذائبة.

2 ـ 5 مركبات تسبب الأمراض الخبيثة:

وهي مركبات يسبب تراكمها في الجسم مع مرور الوقت أمراض خبيثة ومن هذه المركبات: نيتوروزوأمين و أكريلونيتريل ، ومسحوق الكوبلت- رباعي كربونيل النيكل – الفينيل كلوريد- أكسيد النيكل – نيكل II هيدروكسي كربونات – أوكسالات النيكل – الهيدرازينات وأملاحها- 1.1 ثنائي مثيل الهيدروجين.

يجب مراعاة الآتي عند التعامل مع هذه الكيمياويات:

1. احفظ كميات صغيرة فقط في مكان آمن.ولا يتعامل مع هذه المواد ألا من يعرف مدى خطورتها.
2. اهتم جدا وكن حريص عند التعامل مع هذه المواد ونظف يدك بعد الانتهاء من التعامل بها.
3. لا تأكل ولا تشرب عندما تعمل معها.
4. تعامل مع المركبات المتطايرة والمركبات التي ينتج عنها غبار في دولاب الغازات فقط (الشكل 1).
5. وجود ملصقات على العبوات تبين مدى خطورة هذه المواد.

الشكل (1): خزانة سحب الغازات

2 . 6 الأحماض والقواعد المركزة:

عند التعامل مع الأحماض و القواعد المركزة يجب مراعاة الآتي:

1. انقل الزجاجات الكبيرة من الحامض أو القاعدة في عبوة خاصة (الشكل 2).
2. احمي يدك وعينيك و ذلك باستخدام القفازات والنظارات.
3. لا تصب إطلاقا الماء إلى الأحماض أو القواعد المركزة (إذا أردت تخفيف الحامض أضف الحامض المطلوب تخفيفه نقطة نقطة إلى كمية الماء على جدار الإناء مع التقليب المستمر أثناء الإضافة).

الشكل (2): أدوات نقل السوائل الخطرة

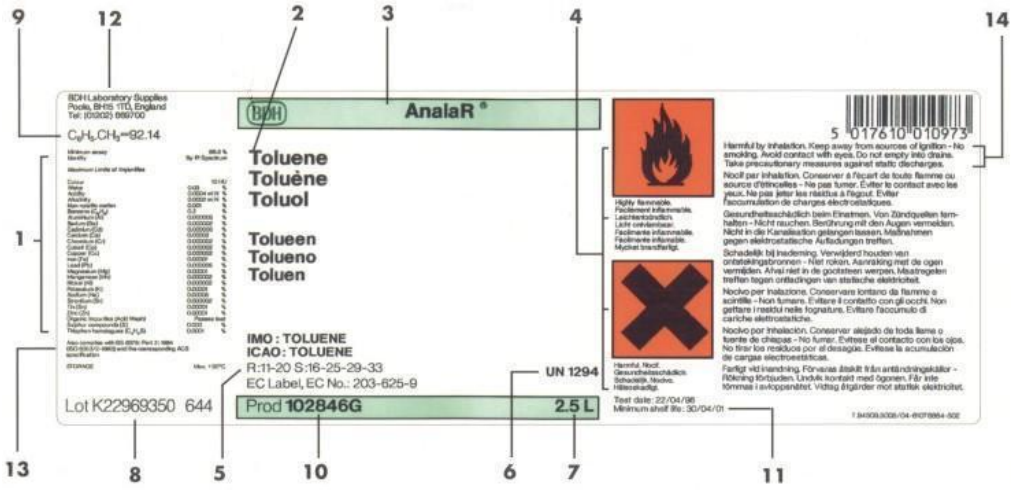
3. التعليمات و الإرشادات الموجودة على العبوات الكيميائية :

كما ذكرنا سابقاً فإن المواد الكيميائية يتم تصنيفها وفقاً لخطورتها, بحيث توضع علامات مميزة لكل تصنيف يدل على مدى الخطورة يتم تزويد العبوات وقناني الحفظ بها كما في الشكل (3).
كما توجد معلومات أخرى موضحة على لاصقة العبوة الكيميائية Chemical label (الشكل 4) و هي:

1. التركيب الكيميائي للمادة الكيميائية.
2. اسم المادة الكيميائية.
3. درجة نقاوة المادة.
4. إشارات خطورة المادة و هي موضحة في الشكل (5).
5. رمز عبارات الخطر و السلامة (R&S) (الملحق 1).
6. رمز الخطر حسب منظمة الأمم المتحدة.
7. حجم أو وزن العبوة.
8. الرقم التسلسلي (عند التصنيع).
9. الصيغة الكيميائية و الوزن الجزيئي.
10. رقم المنتج.
11. تاريخ انتهاء الصلاحية.
12. عنوان الاتصال بالشركة المصنعة.
13. معلومات إضافية عن المادة.
14. معلومات عن خطر و سلامة المادة (الملحق 1).

رقم الخطورة	درجة الخطورة
٤	شديد الخطورة .
٣	خطر .
٢	متوسط الخطورة.
١	قليل الخطورة .
صفر	غير خطر .

الشكل (3): نموذج لاصقة لتصنيف مدى خطورة المواد الكيميائية



الشكل (4): نموذج للاصقة الموجودة على العبوة الكيميائية: 1 ـ التركيب الكيميائي للمادة الكيميائية. 2 ـ اسم المادة الكيميائية. 3 ـ درجة نقاوة المادة. 4 ـ إشارات السلامة. 5 ـ رمز عبارات الخطر و السلامة (R&S) (الملحق 1). 6 ـ رمز الخطر حسب منظمة الأمم المتحدة. 7 ـ حجم أو وزن العبوة. 8 ـ الرقم التسلسلي (عند التصنيع). 9 ـ الصيغة الكيميائية و الوزن الجزيئي. 10 ـ رقم المنتج. 11 ـ تاريخ انتهاء الصلاحية. 12 ـ عنوان الاتصال بالشركة المصنعة. 13 ـ معلومات إضافية عن المادة. 14 ـ معلومات عن خطر و سلامة المادة .

الشكل (5): إشارات خطورة المواد الكيميائية

4. الإجراءات اللازم اتخاذها عند التخزين :

1. لا تخزن الكيماويات في عبوات خاصة بالأطعمة وخزنها في العبوات الخاصة بها.
2. لا تخزن كيماويات في عبوات بدون تميز محتوياتها بالعلامة.
3. العلامات يجب ألا تزال باستخدام الماء أو الكيماويات.
4. ثبت علامات التحذير على العبوات لكي تبين الخطر منها.

5. التعامل مع المواد الكيميائية :

1. اقرأ التعليمات و الإشارات الموجودة على العبوات و تقيد بها.
2. تأكد من أن المادة الكيميائية صالحة للاستعمال.
3. خذ كمية مناسبة بأقل قدر ممكن أثناء التجربة دون إسراف.
4. عند التخفيف يضاف الحمض أو القاعدة إلى الماء بالتدريج و ليس العكس.
5. كن حذرا عند تعاملك مع الفلزات القلوية مثل الصوديوم، البوتاسيوم و الليثيوم لشدة تفاعلها مع الماء، و تصاعد غاز الهيدروجين مع انطلاق كمية كبيرة من الحرارة كافية لاشعال الغاز.
6. احفظ المعادن الفلزية و الكالسيوم مغمورا تحت سطح الكيروسين أو سطح البرافين.
7. احفظ المواد القابلة للتأكسد بعيدا عن الهواء و الضوء.
8. إجر جميع تجارب تفتيت المواد الصلبة في خزانة سحب الغازات.
9. ابعد المذيبات العضوية عن اللهب لأنها سريعة الاشتعال.
10. افتح وعاء هيدروكسيد الأمونيوم المركز (محلول الأمونيا) بحذر شديد بعيدا عن وجهك، لأنه يولد ضغطا في بعض الحالات و تتصاعد الأمونيا إلى الأعلى.

6. إصابات المواد الكيميائية :

6 . 1 الغازات والأبخرة:

يتوافر العديد من المواد الكيميائية على هيئة غازات أو تنتج أبخرة من بعض التفاعلات الكيماوية ويمكن تقسيم الغازات والأبخرة إلى الآتي:

1. يجب أجراء التفاعلات المولدة للغازات والأبخرة في معدات أو أوعية مغلقة بإحكام تحت ضغوط منخفضة أو في دولاب الأبخرة و الغازات كما يجب شفط الغازات والأبخرة بصفة مستمرة.

2. يجب تركيب وسائل لسحب الغازات وطردها والتخلص منها بصفة مستمرة و إحلال الهواء النقي بدل عنها.
3. إذا تعذر توفر الإجراءات السابقة يمكن استخدام الأقنعة الواقية للتنفس.

6 ـ 2 السوائل:

تسبب السوائل أضراراً بالصحة كما تبعث أبخرة خطيرة عند وصولها إلى درجة حرارة مرتفعة فالحوامض والقواعد عندما تصل إلى جسم الإنسان من خلال العمل أو عند تشرب الملابس بها تسبب حدوث أو التهابات بالجلد.

ولتفادي مثل هذه الحوادث ينبغي اتخاذ الإجراءات التالية:

1. النقل الأمن لزجاجات الأحماض والقواعد.
2. عدم حدوث تناثر أثناء تخفيف الأحماض المركزة ويراعى إضافة الحمض إلى الماء ببطء وعلى جوانب الإناء.
3. ارتداء الملابس الواقية و استخدام أدوات الوقاية الشخصية كالأحذية الآمنة ،القفازات ، النظارات بالإضافة إلى ضرورة اتباع تعليمات الجهات المنتجة للمواد الخطرة.

6 ـ 3 المواد الصلبة:

قد تكون المواد الكيميائية الصلبة على هيئة بودرة مكونة من جسيمات دقيقة أو متناهية في الدقة مضرة بالصحة. وهذه الجسيمات الدقيقة تنفذ إلى الرئتين ويذوب بعضها في سوائل الجسم وقد تؤدي إلى حدوث أمراض. أما البودرة المترسبة في الفم والأنف والحنجرة قد تنفذ إلى المعدة وتسبب في تسممها إذا كانت سامة.

ولتفادي مثل هذه الحوادث ينبغي اتخاذ الإجراءات التالية:

1. تركيب معدات لسحب الغازات والأبخرة أو استخدام أجهزة تنفس صناعي إذا لزم الأمر.
2. النظافة الشخصية مثل عدم تناول المأكولات والمشروبات في المختبر أو مستودع المواد الكيماوية بالإضافة إلى ضرورة غسل الأيدي قبل التعامل مع المواد الكيميائية وقبيل تناول الوجبات.

7 . تخزين المواد الكيميائية :

تنقسم المواد الكيمائية حسب خطورتها إلى:

1. الصنف (أ): مواد سريعة الاشتعال(المذيبات).

2. الصنف (ب): مواد ذاتية الاشتعال.
3. الصنف (ج): مواد متفجرات.
4. الصنف (د): مواد سامة.
5. الصنف (هـ): الأحماض والقواعد.
6. الصنف (و): مواد كيميائية لا تسبب مشكلة.

7 ـ 1 كيفية التخزين:

7 ـ 1 ـ 1 تخزين المواد السريعة الاشتعال:

1. لا يوضع مع تصنيف المواد (ب ـ ج) في نفس الغرفة.
2. يجب أن يكون المكان بارداً.
3. يجب أن تحفظ في أوعية من الصلب إذا أمكن.
4. يجب أن تكون الأجهزة و التمديدات الكهربائية الموجودة بالغرفة مجهزة ضد الانفجارات.
5. بالنسبة للكميات الكبيرة من المذيبات يجب أن تكون هناك طفايات حريق CO_2 أتوماتيكية متوفرة بجوار هذه الكميات.
6. يجب أن تكون التهوية مناسبة وجيدة طوال الوقت.
7. أن يكون المخزن مجهز بأبواب وخزائن مقاومة للحريق وتغلق أوتوماتيكياً ، ومنافذ للخروج عند الطوارئ.
8. المحافظة على تطبيق تعليمات السلامة ووضع اللوحات الإرشادية والتحذيرية اللازمة لذلك.
9. يمنع استخدام لهب مكشوف وغيره من المصادر الحرارية منعاً باتاً داخل المخازن أو بجوارها بمسافة لا تقل عن 20 قدما ، وتعلق لوحات إرشادية بذلك.

7 ـ 1 ـ 2 تخزين المواد ذاتية الاشتعال و المواد المتفجرة:

1. يجب أن يكون التخزين في مكان بارد ، ذو تهوية جيدة وبعيدة عن مصادر الاشتعال.
2. يجب أن يكون المخزن منفصل عن المصنع.
3. يجب أن يكون الوصول إلى المواد سهلا.
4. يجب أن يكون هنالك نظام إطفاء حريق بشكل مناسب.

5. أن يكون المخزن مجهز بأبواب وخزائن مقاومة للحريق وتغلق أوتوماتيكياً ، ومنافذ للخروج عند الطوارئ.

7 . 1 . 3 تخزين المواد السامة:

تحفظ في دولاب غازات خاصة بالمواد السامة في حجرة خاصة مع توفير التهوية الجيدة طوال الوقت.

7 . 1 . 4 تخزين الأحماض و القواعد:

يجب أن تحتوى غرفة التخزين على مادة مصنعة مضادة للتآكل الناتج من الأحماض و القواعد.

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية.

1. كيف يتم التعامل مع المواد شديدة الاشتعال؟
2. كيف يتم التعامل مع الأحماض و القواعد المركزة؟
3. كيف يتم تخزين المواد ذاتية الاشتعال و المواد المتفجرة؟
4. عن ماذا تعبر الإشارات التالية؟

(1)

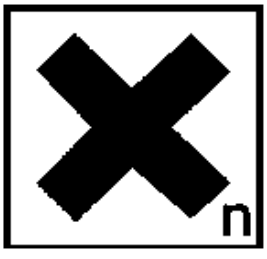
(2)

(3)

(4)

(5)

(6)



(7)

(8)

(9)

إجابة الامتحان الذاتي

1. كيفية التعامل مع المواد شديدة الاشتعال:
   1. لا يجب إشعال النار أثناء التعامل مع هذه المواد.
   2. لا يجب اقتراب الأجهزة الكهربائية المولدة للحرارة من منطقة العمل بهذه المواد.
   3. احمي الأيثر من الأشعة فوق البنفسجية بوضعه في زجاجات بنية لمنع تكون الفوق أوكسيد (البيروكسيد). اختبر الأيثر المخزون لفترة طويلة قبل الاستخدام لأنه يحتوي على البيروكسيد (استخدم كاشف البيروكسيد).يمكن أزال البيروكسيد الأيثر بمعالجة كبريتات الحديدوز (10حجم) في 40 مل من حامض الكبريت المخفف لكل 1لتر.

2. كيفية التعامل مع الأحماض و القواعد المركزة:
   1. انقل الزجاجات الكبيرة من الحامض أو القاعدة في عبوة خاصة.
   2. احمي يدك وعينيك في استخدام القفازات والنظارات.
   3. لا تصب إطلاقا الماء إلى الأحماض أو القواعد المركزة (إذا أردت تخفيف الحامض أضف الحامض المطلوب تخفيفه نقطة نقطة إلى كمية الماء على جدار الإناء مع التقليب المستمر أثناء الإضافة).
3. كيفية تخزين المواد ذاتية الاشتعال و المواد المتفجرة:
   1. يجب أن يكون التخزين في مكان بارد ، ذو تهوية جيدة وبعيدة عن مصادر الاشتعال.
   2. يجب أن يكون المخزن منفصل عن المصنع.
   3. يجب أن يكون الوصول إلى المواد سهلا.
   4. يجب أن يكون هنالك نظام إطفاء حريق بشكل مناسب.

   أن يكون المخزن مجهز بأبواب وخزائن مقاومة للحريق وتغلق أوتوماتيكياً ، ومنافذ للخروج عند الطوارئ.
4. (1) مادة قابلة للاشتعال ، (2)مادة كاوية و حارقة ، (3) مادة سامة ، (4) مادة مهيجة ، (5) مادة مؤكسدة ، (6) مادة متفجرة ، (7) مادة ضارة ، (8) مادة ضارة للبيئة ، (9) مادة مشعة.

نظم و تقنيات مختبرية (عملي)

التجهيزات الفنية للمختبرات الكيميائية

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على التأكد ميدانياً من التجهيزات الفنية للمختبرات.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على:

تطبيق معلوماته النظرية على محتويات المختبرات الكيميائية ميدانيا من حيث التجهيزات الفنية و السلامة.

الوقت المتوقع:

4 ساعات .

التجهيزات الفنية للمختبرات الكيميائية

1. مقدمة:

المطلوب منك في هذه الحصة المعملية هو تطبيق ما تعلمته في الجزء النظري فيما يخص التجهيزات الفنية و المواصفات المتبعة المختبرات الكيميائية. المطلوب منك تقديم تقرير مفصل بعد مراقبتك لمختبرات قسم التقنية الكيميائية.

2. مراقبة المختبرات:

المطلوب منك تقييم المختبرات بحيث أن يحتوي تقريرك في النهاية على الآتي: السلامة و المواصفات الأساسية للمختبر.

أولا :السلامة:

1 ـ موقع المختبر من ناحية السلامة:

	الشرط	تحقق	لم يتحقق	ملاحظات
1	الأول			
2	الثاني			
3	الثالث			
4	الرابع			
5	الخامس			
6	السادس			

2 ـ تجهيزات السلامة:

	المواصفات	المشاهدة		ملاحظات/ تعليق
1	خزانة ساحبة للغازات	موجودة	غير موجودة	
2	نافورة غسيل للعيون	موجودة	غير موجودة	
3	رشاش ماء	موجود	غير موجود	
4	خزانة مقاومة للحريق	موجودة	غير موجود	
5	خزانة مقاومة للمواد الكيميائية	موجودة	غير موجودة	
6	طفايات الحريق بأنواعها	موجودة	غير موجودة	
7	كاشف دخان	موجود	غير موجود	
8	جهاز كشف تسرب غاز الوقود	موجود	غير موجود	
9	بطانية مقاومة للحرائق	موجودة	غير موجودة	
10	أقنعة حماية	موجودة	غير موجودة	
11	أسطوانة أكسجين	موجودة	غير موجودة	
12	سلة مهملات معدنية	موجودة	غير موجودة	
13	سلة مهملات بلاستيكية	موجودة	غير موجودة	
14	مواقد كهربائية	موجودة	غير موجودة	
15	إشارات السلامة	موجودة	غير موجودة	
16	الزي المعملي	مناسب	غير مناسب	
17	جراكل الرمل	موجودة	غير موجودة	
18				
19				

3 ـ صندوق الإسعافات الأولية

	محتويات الصندوق	المشاهدة		ملاحظات/تعليق
1	بطاقة تصف كل المحتويات	موجودة	غير موجودة	
2	قطن طبي معقم	موجود	غير موجود	
3	معقمات و مطهرات	موجودة	غير موجودة	
4	شاش طبي معقم	موجود	غير موجود	
5	أربطة بمقاسات مختلفة	موجودة	غير موجودة	
6	لاصق بمقاسات مختلفة	موجود	غير موجود	
7	لاصق جروح مبطن	موجود	غير موجود	
8	مرهم مضاد للجروح	موجود	غير موجود	
9	مادة مضادة للتسمم	موجودة	غير موجودة	
10	ملاقط طبية	موجودة	غير موجودة	
11	مقص صغير	موجود	غير موجود	
12	قفازات طبية	موجودة	غير موجودة	
13	غاز نشادر	موجود	غير موجود	
14	أسطوانة غاز أكسجين	موجودة	غير موجودة	
15				
16				
17				
18				
19				

ثانيا: المواصفات الأساسية في المختبر:

	المواصفات	المشاهدة		ملاحظات/ تعليق
1	مساحة المختبر	مناسبة	غير مناسبة	
2	ارتفاع المختبر	مناسب	غير مناسب	
3	سقف المختبر	مناسب	غير مناسب	
4	جدران المختبر	مناسبة	غير مناسبة	
5	أرضية المختبر	مناسبة	غير مناسبة	
6	أبواب الطوارئ	موجودة	غير موجودة	
		مناسبة	غير مناسبة	
7	التهوية الطبيعية	مناسبة	غير مناسبة	
8	التهوية الصناعية	مناسبة	غير مناسبة	
9	الإضاءة الطبيعية	مناسبة	غير مناسبة	
10	الإضاءة الصناعية	مناسبة	غير مناسبة	
11	أحواض الغسيل	كافية	غير كافية	
12	كرسي الطالب	مناسب	غير مناسب	
13	طاولة الطالب	مناسبة	غير مناسبة	
14	لوحة العرض(السبورة)	مناسبة	غير مناسبة	
15	غرفة المختبر	موجودة	غير موجودة	
16	غرفة التخزين	موجودة	غير موجودة	
		مناسبة	غير مناسبة	
17	دواليب المختبر	موجودة	غير موجودة	
		مناسبة	غير مناسبة	
18	تمديدات الكهرباء	مناسبة	غير مناسبة	
19	تمديدات المياه	مناسبة	غير مناسبة	
20	تمديدات الغاز	مناسبة	غير مناسبة	
21	تصريف المياه	مناسبة	غير مناسبة	
22	دواليب الغازات	مناسبة	غير مناسبة	
23	وسائل السلامة	مناسبة	غير مناسبة	
24	أحواض غسيل العيون	موجودة	غير موجودة	

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي.

1. ما هي العناصر التي يحتويها تقريرك إذا طُلب منك تقديم تقرير عن السلامة و التجهيزات الفنية في المختبرات؟

إجابة الامتحان الذاتي

1. العناصر التي أدخلها في تقريري هي:

1. السلامة:

(أ) موقع المختبر من ناحية السلامة.

(ب) تجهيزات السلامة.

(ج) محتويات صندوق الإسعافات الأولية.

2. المواصفات الأساسية للمختبرات.

نظم و تقنيات مختبرية (عملي)

الأوعية الزجاجية و الأدوات الأساسية في المختبر

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على استخدام و تعيير الأوعية الزجاجية و الأدوات الأساسية في المختبر.

الأهداف: بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على:

1. تسمية الأوعية الزجاجية.
2. تصنف الأوعية الزجاجية لأخذ الأحجام حسب الدقة.
3. معايرة السحاحة، الميزان و جهاز قياس الرقم الهيدروجيني.
4. استخدام أجهزة المختبر الأساسية بطريقة صحيحة.

الوقت المتوقع: 12 ساعات.

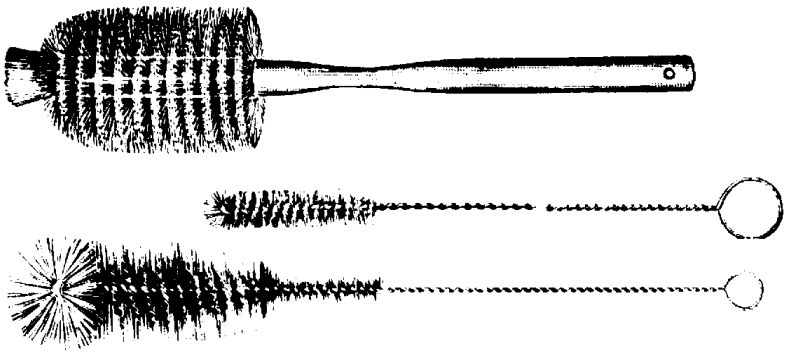
التجربة رقم (1): الأوعية الزجاجية و الميزان الحساس

1. الخلفية النظرية:

1 . 1 الأوعية الزجاجية:

1 . 1 . 1 القواعد العامة لغسل و تنظيف الأوعية الزجاجية:

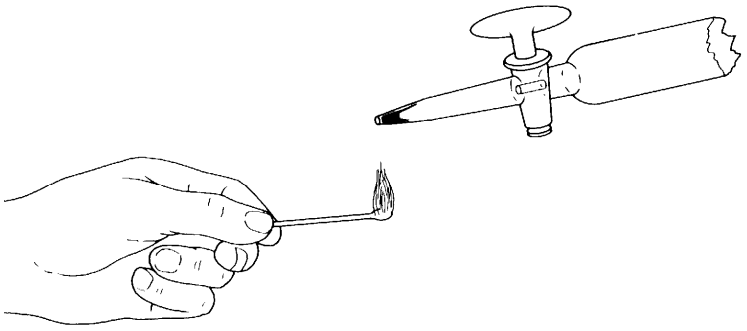
1. تغسل الأوعية مباشرة بعد استخدامها لأنه مع مرور الوقت تجف النفاية في الأوعية و تصبح صلبة.
2. في حالة عدم إمكانية غسل الأوعية الزجاجية مباشرة بعد استخدامها توضع في الماء.
3. تغسل الأوعية الزجاجية بالصابون مستخدما فرشاة ثم بماء الصنبور و أخيرا بماء مقطر لمنع تلوث الأوعية.
4. استخدم الفرشاة المناسبة (الشكل 1) و لا تستخدم القوة أثناء استخدامها.



الشكل (1): أنواع الفرشاة

1 . 1 . 2 غسل الأدوات الخاصة بالتحليل الحجمي:

1. تغسل السحاحة و الماصة بنفس الطريقة المذكورة و لكن في النهاية تغسل بماء مقطر ثلاثة مرات لمنع تكوين الرواسب على الجدران.
2. تجفف السحاحة و الماصة عند درجة الغرفة و يمنع تجفيفها في فرن تجفيف!
3. يتخلص من الدهن الجاف الذي يتكون في فوهة السحاحة مستخدما سلك أو بالتسخين كما هو موضح في الشكل (2).



الشكل (2): طريقة إزالة الدهن الجاف من فوهة السحاحة

1 . 1 . 3 غسل الرواسب و الدهون:

1 . 1 . 3 . 1 إزالة الدهون:

استخدم محلول الصابون الساخن لإزالة الدهن المتكون على جدران الأوعية الزجاجية.

1 . 1 . 3 . 2 إزالة الرواسب:

تستخدم عدة محاليل لإزالة الرواسب من الأوعية الزجاجية. تستخدم هذه المحاليل بعد عملية الغسل بالصابون و ماء الصنبور و من هذه المحاليل:

1. حمض النتريك المخفف.
2. الماء الملكي: و هو خليط من 3 أحجام من HCl و حجم واحد من HNO_3 . هذا المحلول قوي و لكن خطر جدا و يجب إجراء عملية الغسل في خزانة سحب الغازات.
3. محلول من الإيثانول و هيدروكسيد الصوديوم (أو هيدروكسيد البوتاسيوم): يحضر هذا المحلول كما يلي: 1 لتر من الإيثانول إلى 120 مل من الماء الذي يحتوي على 120 جرام من NaOH (أو 105 جرام من KOH).
4. محلول بيكرومات الصوديوم وحمض الكبريتيك المخفف: يحضر بإضافة 92 جرام من $Na_2Cr_2O_7$ إلى 458 مل من الماء و بعد ذلك يضاف 800 مل من H_2SO_4. إذا تكون راسب يضاف H_2SO_4 حتى الإذابة.

1 . 1 . 4 تعيير السحاحة، الماصة و الدورق القياسي:

عند تعيير الأوعية الزجاجية لأخذ الأحجام و ذات مصداقية عالية يجب مراعاة التالي:

1. يجب أن يكون الدورق القياسي جاف و خالي من أي قطرات ماء قبل تعييره.
2. يجب أن تكون درجة حرارة الماء المستخدم في التعيير مستقرة طوال هذه العملية.
3. يمنع تجفيف هذه الأوعية في فرن تجفيف بسبب تمدد الزجاج و بالتالي إعطاء حجم غير دقيق.
4. يجب أخذ في الاعتبار أكبر خطأ مسموح به كما هو موضح في الجدول (1).

الجدول (1): أكبر خطأ مسموح به في الأوعية ذات مصداقية عالية

الحجم (مل)	أكبر خطأ مسموح به		
	الدورق القياسي	الماصة	السحاحة
5	-	0.01	-
10	-	0.02	-
25	0.03	0.03	0.03
50	0.05	0.05	0.05
100	0.08	0.08	0.10
250	0.10	-	-
500	0.15	-	-
1000	0.30	-	-

1 ـ 2 الميزان الحساس:

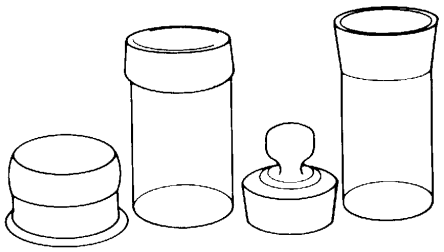
1 ـ 2 ـ 1 الاحتياطات المتخذة عند الوزن:

1. توضع المادة الموزونة في وسط كفّة الميزان.
2. عند وزن المادة يستخدم ورقة وزن، زجاجة ساعة أو وعاء لوضع المادة عليها.
3. يتخلص من الكيمياويات المتناثرة على كفة الميزان مستخدما فرشاة.
4. تستعمل ملعقة نظيفة لحمل المادة الكيمائية المراد وزنها.
5. يتم الوزن في الظروف الجوية العادية للغرفة و يجب من التأكد من عدم وجود تيارات هوائية.
6. يجب الامتناع عن وضع المواد الكيميائية على الكفّة بل يجب استخدام زجاجة الوزن أو قطعة من ورق أو حاوية.
7. يجب إغلاق باب الميزان.

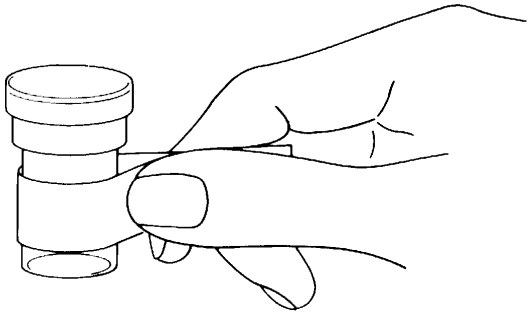
1 ـ 2 ـ 2 وزن المواد التي تمتص الرطوبة Hygroscopic solids:

بعض المواد تمتص بسرعة الرطوبة من الهواء و يتم وزن هذه المواد كالآتي:

1. توضع هذه المواد في زجاجة وزن Weighing bottle (الشكل 3 ـ 4) ثم تسخن.
2. بعد الانتهاء من التسخين تقفل الزجاجة بالغطاء ثم تنقل إلى المجفف لكي تبرد.
3. تسكب الكمية المراد وزنها في زجاجة ساعة ثم توزن. يجب إغلاق زجاجة الوزن فورا بعد السكب.
4. يتم وزن زجاجة الوزن من جديد.
5. وزن العينة يساوي الفارق بين الوزنين.



الشكل (3): أنواع زجاجات الوزن



الشكل (4): طريقة مسك زجاجة وزن

2. المواد، الأدوات و الزجاجيات المستخدمة:

1. HNO_3 ٪10.
2. الأوعية الزجاجية الأساسية في المختبر.

3. ماء مقطر.
4. صابون.
5. فرشاة.
6. دورق مخروطي سعة 125 مل.
7. آلة حاسبة.

3. طريقة العمل:

3 . 1 تصنيف الأوعية الزجاجية:

بعد مشاهدة كل أنواع الأوعية الزجاجية المستخدمة في المختبر و خذ ملاحظاتك، ضع في جدول المعلومات التالية: اسم الوعاء الزجاجي، دقته (فيما يخص نقل الأحجام)، استخداماته.

3 . 2 طريقة غسل الأوعية الزجاجية:

1. املأ كأس بالصابون السائل.
2. اغمس الفرشاة في الصابون. استخدم الفرشاة المناسبة لغسل مثلا كأس، سحاحة، ماصة....
3. اغسل الوعاء الزجاجي بماء الصنبور.
4. اغسل الوعاء الزجاجي بماء مقطر. في حالة تواجد رواسب على الوعاء الزجاجي، يغسل الوعاء بمحلول حمض النيتريك المخفف (10٪).

3 . 3 معايرة السحاحة:

1. املأ سحاحة نظيفة بماء مقطر معلوم درجة الحرارة. تأكد من عدم تواجد أية فقاعات في فوهة السحاحة.
2. زن دورق مخروطي (سعة 125 مل) نظيف و جاف بدقة (0.0001 جرام). سجل وزن الدورق فارغ W_1.
3. انقل 10 مل V_1 ماء مقطر من السحاحة إلى الدورق.
4. زن الدورق و سجل الوزن W_2.
5. احسب وزن الماء ($W_1 - W_2$) ثم حول الوزن إلى الحجم الحقيقي للماء بالمليلتر V_2 مستخدما الجدول (2).

6. احسب ΔV الذي يساوي $(V_2 - V_1)$. ΔV هي القيمة التي تضاف إلى الحجم المأخوذ من السحاحة V_1 للحصول على الحجم الحقيقي.
7. كرر الخطوات (1 ـ 6) ثم احسب معدل ΔV.
8. أعد نفس التجربة مع V1 يساوي 20 مل.

الجدول (2): حجم 1.000 جرام من الماء عند درجات حرارة مختلفة

درجة الحرارة T	الحجم عند T	الحجم معدل عند 20^oC
18	1.0024	1.0025
19	1.0026	1.0026
20	1.0028	1.0028
21	1.0030	1.0030
22	1.0033	1.0032
23	1.0035	1.0034
24	1.0037	1.0036
25	1.0040	1.0037
26	1.0043	1.0041
27	1.0045	1.0043
28	1.0048	1.0046
29	1.0051	1.0048
30	1.0054	1.0052

التجربة رقم (2): أجهزة قياس الرقم الهيدروجيني و التوصيلية

أولا : جهاز قياس الرقم الهيدروجيني pH-meter:

1 الخلفية النظرية:

يقيس جهاز قياس الرقم الهيدروجيني تركيز أيونات الهيدروجين. أكثر الأجهزة الشائعة لقياس الرقم الهيدروجيني هو جهاز الرقم الهيدروجيني مع قطب الزجاج pH-meter and glass electrode . ويقوم قطب الزجاج باستبدال أيونات الهيدروجين الخارجي في المحلول تحت الاختبار ومحلول قياسي داخلي مسبباً جهد كهربي يتناسب طردياً مع الرقم الهيدروجيني للمحلول المختبر . و يقاس جهد قطب الزجاج مقابل قطب مرجع مثل قطب كلوريد الفضة AgCl (المسمى كذلك بقطب الكالوميل Calomel) وغالباً ما يبنى بداخل نفس القطب لتسهيل العمل ويسمى في هذه الحالة قطب الزجاج المتحد Electrode Combined Glass.

1 ـ 1 كيفية الحفاظ على الأقطاب الزجاجية:

1. يجب حفظ أقطاب الزجاج دائما في ماء مقطر بعد الانتهاء من عملية القياس.
2. في حالة كون القطب جاف يجب تركه في ماء مقطر عدة ساعات قبل الاستخدام.
3. يجب التعامل مع أقطاب الزجاج بحذر.

1 ـ 2 تعيير أجهزة قياس الرقم الهيدروجيني:

يجب تعيير جهاز قياس الرقم الهيدروجيني، مستخدما محلول منظم معلوم pH، قبل أي قياس. للحصول على نتائج ذات مصداقية عالية يفضل استخدام محلول منظم ذو مدى pH قريب من محلول العينة. على سبيل المثال:

1. يستخدم محلول منظم ذا pH = 4 إذا كانت العينة حمضية.
2. يستخدم محلول منظم ذو pH = 7 إذا كان العينة قريبة من الوسط المتعادل.
3. يستخدم محلول منظم ذو pH = 9 إذا كانت العينة في الوسط القاعدي.

ملاحظة: يجب أن تكون درجة حرارة المحلول المنظم قريبة من درجة المحلول المجهول و لا تتعدى 10 درجة مئوية.

2. المواد و الأجهزة:

1. جهاز قياس الرقم الهيدروجيني pH-meter (مع القطب مغمور في ماء مقطر).
2. كأس.
3. مناديل.
4. ماء مقطر.
5. محاليل منظمة pH = 4, pH = 9.
6. محلول حامضي مجهول pH.
7. محلول قاعدي مجهول pH.

3. خطوات العمل:

3 . 1 تعيير الجهاز:

1. قس درجة حرارة المحلول المنظم بغمس ترمومتر في المحلول.
2. اضبط على جهاز pH-meter درجة حرارة المحلول المنظم.
3. اغسل القطب بماء مقطر.
4. جفف القطب مستخدما منديل.
5. اغمس القطب في المحلول المنظم (يجب أن لا يلمس القطب جدران الوعاء الزجاجي).
6. ثبت الجهاز على قيمة الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم.

3 . 2 قياس الرقم الهيدروجيني في العينة:

1. اغسل القطب بماء مقطر.
2. جفف القطب مستخدما منديل.
3. اغمس القطب في محلول العينة.
4. اضبط درجة حرارة محلول العينة على جهاز قياس الرقم الهيدروجيني.
5. اقرأ الرقم الهيدروجيني و سجل هذه القيمة.
6. اغسل القطب بماء مقطر.
7. أعد القطب إلى الماء المقطر.

ثانيا : جهاز قياس التوصيلية Conductivity meter

1. الخلفية النظرية :

1 . 1 المبدأ :

تعطي التوصيلية الكهربية للمياه فكرة عن مستوى تركيز الأيونات و الملوحة . كلما زادت قيمة التوصيلية نتوقع زيادة في تركيز الأيونات . يرجع هذا إلى أن التوصيل الكهربي يحدث نتيجة وجود الأيونات القادرة على حمل التيار الكهربي. التوصيلية الكهربية للمحلول هي عبارة عن التوصيل الكهربي أو مقلوب مقاومة مكعب من المحلول (محلول بين قطبين من البلاتين مساحة كل واحد منهما 1 سم^2 ويبعدان عن بعضهما مسافة سم واحد ويسمى القطبين مع الوصلة الكهربية بالخلية). في حالة استخدام خلية غير قياسية نضرب ثابت الخلية في قيمة التوصيل الكهربي . وتقاس التوصيلية الكهربية بوحدة السيمانس S وهي في الواقع مقلوب الأوم (Ohm) و كذلك وحدة الميكروسيامانس µS.

2. المواد و الأجهزة :

1. عينة من ماء الصنبور.
2. محلول كلوريد البوتاسيوم تركيزه 0.01 مولار 0.01M KCl.
3. جهاز التوصيلية .
4. مناديل.

3. طريقة العمل:

1. استخدم محلول KCl تركيزه 0.01 مولار لتعين ثابت الخلية الكهربية حيث تبلغ قيمة التوصيلية لهذا المحلول عند درجة حرارة 25 مئوية 1413 ميكروسيمانس µS . اتبع تعليمات جهاز التوصيلية لمعايرته أتوماتيكياً باستخدام هذا المحلول.
2. قس درجة حرارة العينة ثم ادخلها في جهاز التوصيلية.
3. اغمس القطب في العينة ثم اقرأ قيمة التوصيلية. سجل النتائج.

التجربة رقم (3): أجهزة التسخين، التجفيف و الحرق

1. الخلفية النظرية:

1 . 1 أفكار مفيدة عند التسخين:

1. يجب مراقبة وعاء التسخين طوال عملية التسخين نظراً لاحتمال انفجار أو تشقق وعاء التسخين.
2. لا تضع الآنية الزجاجية الساخنة في ماء بارد أو على سطحية مبللة لأن الزجاج سينكسر نظراً للاختلاف في درجة الحرارة.
3. لا تستخدم الآنية الزجاجية المخدوشة أو المنشقة للتسخين لأن هناك احتمال كبير أن تنكسر.
4. عند تسخين السوائل المتطايرة في أنظمة مغلقة تذكر بأن الضغط يرتفع و هناك احتمال حدوث انفجار.

1 . 2 أهمية حجر الغليان في عمليات التسخين:

عند تسخين السوائل حتى نقطة الغليان يمكن لبعض السوائل أن تسخن أكثر من اللازم superheating و هنا تتعدى درجة حرارة السائل نقطة الغليان و إذا تكونت في هذه الحالة فقاعة bubble فيكبر حجمها بسرعة فائقة و يحدث انفجار قوي محدثا انشطار الزجاج.

و لمنع ارتفاع درجة السائل فوق نقطة الغليان تغمس في وعاء التسخين حجر الغليان Boiling stones أو boiling chips بكميات قليلة.

يتكون حجر الغليان أساسا من 99.6 ٪ من السيليكا Silica المنصهر و المندمج ليكون حجر خامل كيميائيا يتميز بعدة رؤوس حادة هدفها منع تكوين الفقاعات ، و هنالك أنواع أخرى من حجر الغليان الذي يتكون من الكربون أو مواد أخرى تميزها مسامي مجهرية وهي خاملة كيميائيا.

ملحوظة مهمة: لا تضيف أبدا حجر الغليان إلى السوائل الساخنة لأن هذا يؤدي إلى تكوين بخار ثم رغوة مؤديا إلى قذف السائل إلى الخارج.

1 ـ 3 تسخين السوائل غير القابلة للاشتعال:

يمكن تسخين هذا النوع من السوائل في موقد الغاز متبعا الخطوات التالية:

1. اضبط الموقد حتى تحصل على لهب معتدل للتسخين التدريجي و غير السريع.
2. يجب أن يلمس اللهب قعر وعاء التسخين و العمل غير ذلك يمكن أن يؤدي إلى صدمة حرارية و انكسار الآنية الزجاجية.
3. تستخدم شبكة فلزية أثناء تسخين الأوعية الزجاجية و هذا لتوزع منتظم للحرارة و عدم تركيز التسخين في مكان واحد لأن هذا غير سليم.
4. لا تسخن السوائل بطريقة سريعة لأن هذا يؤدي إلى غليان قوي و تطاير و فقدان السائل.

1 ـ 4 تسخين السوائل القابلة للاشتعال:

تقريبا كل السوائل العضوية Organic liquids قابلة للاشتعال و كلما كانت درجة غليان Boiling point السائل منخفضة كلما كانت القابلية للاشتعال أعلى. أثناء تسخين السوائل العضوية افترض بأن السائل قابل للاشتعال إلا إذا وجدت غير ذلك مستعينا بالمراجع.

يمنع تسخين السوائل القابلة للاشتعال مستخدما اللهب و يجب أن يجرى التسخين بعيدا عن أي لهب. و يستخدم الأجهزة التالية في حالة تسخين سوائل قابلة للاشتعال:

1. حمام رملي Sand bath.
2. حمام مائي Water bath.
3. حمام مائي خاص بتسخين أنابيب الاختبار Test-tube water bath.
4. لوح التسخين Hot plate.
5. حمام زيتي Oil bath.
6. رتينة تسخين Heating mantle.

1 ـ 5 عمليات التجفيف:

يستخدم المجفف الكهربائي لأغراض عديدة مثل: تجفيف الأوعية الزجاجية، تجفيف عينات مثل التربة و النبات، تجفيف الكيمياويات للتخلص من الرطوبة... الخ.

1 ـ 6 المجفّف Desiccator:

المجفف هو عبارة عن وعاء زجاجي يحتوي على مادة كيميائية هدفها امتصاص الرطوبة Desiccant. يوفر المجفف بيئة جافة و يحتفظ فيه العينات، الرواسب، زجاجات الوزن، بوتقات.... و من المواد التي تمتص الرطوبة الشائعة: سلكا جيل Silica gel، كلوريد الكالسيوم اللامائي $CaCl_2$ و كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$.

ملاحظة: يمنع إدخال البوتقات الساخنة مباشرة في المجفف بل يجب تركها تبرد لمدة 1 ـ 2 دقيقة قبل وضعها في المجفف.

بعض المجففات تحتوي على أنبوبة تفريغ.

1 ـ 7 عمليات الحرق:

تجرى عمليات الحرق في فرن حرق قد تصل درجة حرارته حتى 1200 درجة مئوية.لإستخدامات متعددة **مثل:**

1. حرق عينات النبات للتخلص من المواد العضوية.
2. حرق الرواسب في للحصول على الصيغة الموزونة.
3. عمليات الصهر لإذابة بعض العينات التي يصعب إذابتها بالأحماض المعدنية.

2.الأجهزة:

1. ملقاط.
2. ماسك.
3. موقد بنزن.
4. حمام رملي.
5. حمام مائي.
6. لوح التسخين.
7. رتينة تسخين.
8. فرن حرق.
9. مجفف زجاجي.

3. خطوات العمل:

بعد مشاهدة و أخذ ملاحظات عن أجهزة التسخين و الحرق و المجفف، ضع المعلومات التالية في جدول:

1. اسم الجهاز.
2. استخداماته.
3. مدى الحرارة (أجهزة التسخين و الحرق).

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي.

1. كيف يتم إزالة الدهون من الأوعية الزجاجية؟
2. اذكر أربعة محاليل تستخدم لإزالة الرواسب من الأوعية الزجاجية.
3. كيف يتم الحفاظ على أقطاب الزجاج لجهاز قياس الرقم الهيدروجيني؟
4. اذكر أسماء الأجهزة المستخدمة في تسخين السوائل القابلة للاشتعال.
5. اذكر 3 استخدامات لفرن الحرق.
6. لماذا يمنع تجفيف الأوعية الزجاجية لأخذ الأحجام و ذات مصداقية عالية في فرن التجفيف؟

إجابة الامتحان الذاتي

1. لإزالة الدهون استخدم محلول الصابون الساخن.
2. حمض النتريك المخفف، الماء الملكي، محلول من الإيثانول + هيدروكسيد الصوديوم (أو هيدروكسيد البوتاسيوم)، محلول بيوكرومات الصوديوم +حمض الكبريتيك المخفف.
3. يتم الحفاظ على أقطاب الزجاج لجهاز قياس الرقم الهيدروجيني متبعا الخطوات التالية:
    1. يجب خزن أقطاب الزجاج دائما في ماء مقطر بعد الانتهاء من عملية القياس.
    2. في حالة كون القطب جاف يجب تركه في ماء مقطر عدة ساعات قبل الاستخدام.
    3. يجب التعامل مع أقطاب الزجاج بحذر.
4. الأجهزة المستخدمة في تسخين السوائل القابلة للاشتعال هي: الحمام الرملي، الحمام المائي، لوح التسخين، الحمام الزيتي و رتينة التسخين.
5. ثلاث استخدامات لفرن الحرق:
    1. حرق عينات النبات للتخلص من المواد العضوية.
    2. حرق الرواسب في للحصول على الصيغة الموزونة.
    3. عمليات الصهر لإذابة بعض العينات التي يصعب إذابتها بالأحماض المعدنية.
6. يمنع تجفيف هذه الأوعية في فرن تجفيف بسبب تمدد الزجاج و بالتالي إعطاء حجم غير دقيق.

نظم و تقنيات مختبرية (عملي)

كيفية التخلص من نفايات الكيمياويات

الجدارة: أن يكون الطالب قادراً على التخلص من نفاية الكيمياويات.

الأهداف: بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على تطبيق الطرق السليمة للتخلص من نفاية:

1. الأحماض.
2. القواعد.
3. المذيبات المتطايرة.
4. المواد الدهنية.
5. الزئبق.

الوقت المتوقع:

ساعتان.

كيفية التخلص من نفايات الكيمياويات

1. القواعد العامة للتخلص من النفايات:

1. نفايات سوائل الأحماض و القواعد: افتح صنبور الماء ثم صب هذه السوائل على طرف الحوض مع ترك الصنبور مفتوحا طوال هذه العملية بهدف تخفيف محاليل الأحماض و القواعد، و بعد الانتهاء من التخلص من النفايات رش كمية كبيرة من الماء لتخفيف من فعل التآكل للأحماض و القواعد.
2. بقايا المواد العضوية: هذه البقايا لا تذوب في الماء: تخلص من بقايا المواد العضوية في سلة مهملات خاصة بذلك و توضع عليها لاصقة مع المعلومات المطلوبة (الشكل 1).
3. بقايا المذيبات المتطايرة Volatile solvents: هذه المذيبات تتطاير بسهولة حتى عند درجات منخفضة نسبيا و يحتمل أن تكون أبخرتها مسببة للغثيان، سامة أو قابلة للاشتعال. و التخلص منها يكون في وعاء مخصص لذلك لتفادي حدوث حريق.
4. الصوديوم و البوتاسيوم: تخلص منهما بإضافتهما إلى الكحول.
5. نظرا لاحتمال حدوث تفاعلات، حرائق أو انفجارات فيجب وضع النفاية في سلات مهملات منفصلة.
6. يجب التخلص من محتوى سلة المهملات في نفس اليوم حتى لا تتراكم في المختبر.

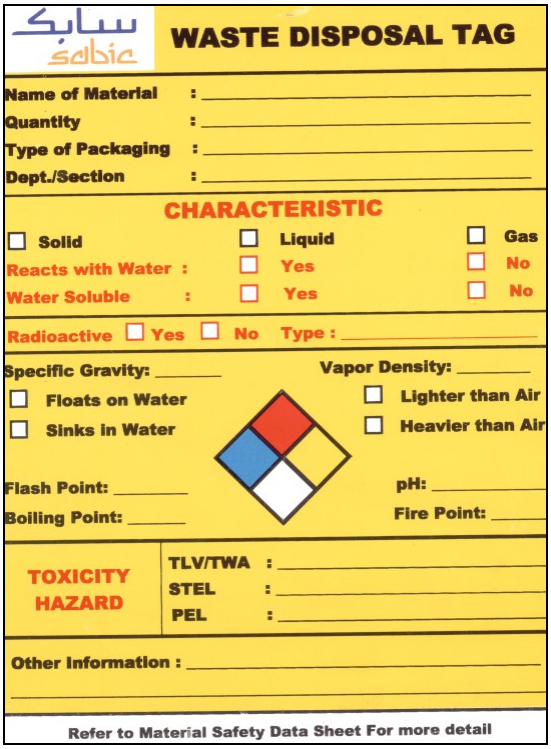
2. الطرق السليمة للتخلص من الكيمياويات المتناثرة على الطاولة و أرضية المختبر:

2 . 1 المواد الصلبة و الجافة Solid and dry substances:

تُكنس هذه الكيمياويات باستخدام فرشة Brush في مجرفة Shovel ثم تُنقل إلى سلة المهملات المناسبة.

2 . 2 سوائل الأحماض Acid solution:

تُخفف السوائل الحمضية بالماء ثم يتخلص منها في أنابيب الصرف. و يمكن إضافة هيدروكسيد الصوديوم NaOH أو بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ على شكل سائل أو صلب و بعد ذلك رشها بالماء.



سابك sabic

WASTE DISPOSAL TAG

Name of Material :
Quantity :
Type of Packaging :
Dept./Section :

CHARACTERISTIC

☐ Solid ☐ Liquid ☐ Gas
Reacts with Water : ☐ Yes ☐ No
Water Soluble : ☐ Yes ☐ No

Radioactive ☐ Yes ☐ No Type :

Specific Gravity: _____ Vapor Density: _____
☐ Floats on Water ☐ Lighter than Air
☐ Sinks in Water ☐ Heavier than Air

Flash Point: _____ pH: _____
Boiling Point: _____ Fire Point: _____

TOXICITY HAZARD
TLV/TWA :
STEL :
PEL :

Other Information :

Refer to Material Safety Data Sheet For more detail

الشكل (1): لاصقة خاصة بنفايات المواد الكيميائية

2 . 3 المحاليل القلوية Alkali solutions:

1. ترش بالماء و يتخلص منها في أنابيب صرف المياه و يستخدم هنا منشفة Mop و دلو Bucket.
2. **أحذر!:** المحاليل القلوية تجعل الأرضية منزلقة. ينثر رمل نظيف على الأرضية ثم اكنس و تخلص من الرمل.

2 . 4 المذيبات المتطايرة Volatile Solvents:

المذيبات المتطايرة المتناثرة تتبخر بسرعة و يمكن أن تتسبب في حدوث حرائق إذا كانت قابلة للاشتعال أو إذا كونت تراكيز عالية في المختبر يمكن أن تسبب أضرار فيزيولوجية إذا استنشقت كما يحتمل أن تكون مزيج قابل للانفجار مع الهواء Explosive mixture with air .

1. كميات متناثرة صغيرة: يمسح السائل مستخدما منشفة ثم يتخلص منها في وعاء مخصص لذلك.

2. كميات متناثرة كبيرة: استخدم منشفة و دلو مع عصر المنشفة في الدلو. تخلص من السائل في وعاء مخصص للمذيبات المتطايرة.

2 . 5 . المواد الدهنية Oily substances:

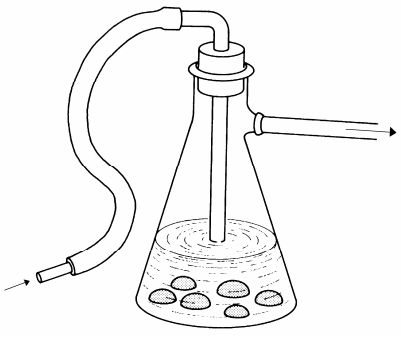
1. أولا تستخدم منشفة للتخلص من بقايا السائل و توضع نفاية السائل في وعاء مهملات خاص بذلك.
2. اسكب مذيب غير قابل للاشتعال ثم استخدم منشفة لمسح بقايا السائل.
3. نظف الأرضية مستخدما مادة منظفة كالصابون.

2 . 6 التخلص من نفاية الزئبق Mercury:

يتبخر الزئبق المتناثر على أرضية المختبر و إذا كانت التهوية غير ملائمة يمكن أن يفوق تركيزه الحد الأقصى المسموح به. و يمكن التخلص من الزئبق المتناثرة بطرق عديدة و منها:

2 . 6 . 1 الطريقة الأولى:

1. اجمع قطرات الزئبق بحيث أن تكون برك صغيرة.
2. اشفط سائل الزئبق مستخدما جهاز شفط (على سبيل المثال الشكل 2).



الشكل (2): جهاز شفط الزئبق المتناثر على أرضية المختبر

2 . 6 . 2 الطريقة الثانية:

انثر مسحوق من الكبريت Sulfur على الزئبق المتناثر ثم تخلص من نواتج التفاعل في سلة مهملات ملائمة.

3. التدريب على التخلص من نفاية الكيمياويات :

المطلوب تدريب الطالب على كيفية التخلص من نفايات الكيمياويات مطبقا القواعد و الخطوات التي تعلمها في الجزء النظري.

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي.

1. اذكر طريقتين للتخلص من نفايات الزئبق.
2. اذكر طريقة التخلص من سوائل الأحماض.
3. اذكر القواعد العامة للتخلص من نفايات الكيمياويات.

إجابة الامتحان الذاتي

1. و يمكن التخلص من الزئبق المتناثر بطرق عديدة و منها:

ـ الطريقة الأولى: (1) تجمع قطرات الزئبق بحيث أن تكون برك صغيرة ، (2) يشفط سائل الزئبق مستخدما جهاز شفط.

ـ الطريقة الثانية: انثر مسحوق من الكبريت Sulfur على الزئبق المتناثر ثم تخلص من نواتج التفاعل في سلة مهملات ملائمة.

2. تخفف السوائل الحمضية بالماء ثم يتخلص منها في أنابيب الصرف. و يمكن إضافة هيدروكسيد الصوديوم NaOH أو بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ على شكل سائل أو صلب و بعد ذلك رشها بالماء.

3. القواعد العامة للتخلص من نفاية المواد الكيميائية:

1. نفاية سوائل الأحماض و القواعد: افتح صنبور الماء ثم صب هذه السوائل على طرف الحوض مع ترك الصنبور مفتوحا طوال هذه العملية بهدف تخفيف محاليل الأحماض و القواعد ، و بعد الانتهاء من التخلص من النفايات اترك كمية كبيرة من الماء لتخفيف من فعل التآكل للأحماض و القواعد.
2. بقايا المواد العضوية: هذه البقايا لا تذوب في الماء: تخلص من بقايا المواد العضوية في سلة مهملات خاصة بذلك.
3. بقايا المذيبات المتطايرة Volatile solvents: هذه المذيبات تتطاير بسهولة حتى عند درجات منخفضة نسبيا و يحتمل أن تكون أبخرتها مسببة للغثيان، سامة أو قابلة للاشتعال. و التخلص منها يكون في وعاء مخصص لذلك لتفادي حدوث حريق.
4. الصوديوم و البوتاسيوم: تخلص منهما بإضافتهما إلى الكحول.
5. نظرا لاحتمال حدوث تفاعلات، حرائق أو انفجارات فيجب وضع النفاية في سلات مهملات منفصلة.
6. يجب التخلص من محتوى سلة المهملات في نفس اليوم حتى لا تتراكم في المختبر.

نظم و تقنيات مختبرية (عملي)

كيفية تحضير المحاليل القياسية و المحاليل المنظمة

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على تحضير المحاليل القاسية بتراكيزها المختلفة.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على:

1. تحضير محلول قياسي بالمولارية من مادة صلبة و سائلة.
2. تحضير محلول قياسي بالعيارية من مادة صلبة و سائلة.
3. تحضير محاليل قياسية بالنسبة المئوية.
4. تحضير سلسلة محاليل قياسية تركيزها بالجزء في المليون.

الوقت المتوقع:

16 ساعات.

كيفية تحضير المحاليل القياسية و المحاليل المنظمة

1. الأساس النظري:

التركيز هو نسبة كمية المذاب solute في المحلول solution ، و يعبر عن المذاب و المحلول بوحدات الوزن أو الحجم و هناك طرق عديدة للتعبير عن التركيز:

1. النسبة المئوية Percent.
2. الجرام/لتر g/L .
3. المولارية Molarity.
4. العيارية Normality.
5. الجزء في المليون ppm (parts per million).

1 . 1 المحاليل القياسية و أنواعها:

هناك نوعين من المحاليل القياسية: المحلول القياسي الأولي Primary Standard Solution و المحلول القياسي الثانوي Secondary Standard Solution.

1 . 1 . 1 المحلول القياسي الأولي:

هو المحلول القياسي الذي يحضر من مادة قياسية أولية, و المادة القياسية الأولية هي المادة التي توزن مباشرة ثم تذاب في حجم معين من المذيب. و يجب توفر شروط للمادة القياسية الأولية:

1. يجب أن تكون نقية 100٪.
2. ثابتة و لا تتأثر في الأحوال العادية حتى بطول الزمن.
3. إمكانية وزنها دون إجراءات خاصة
4. أن تكون قادرة على التفاعل كميا مع المادة المراد معايرتها.
5. قابلة للذوبان في المذيبات المختلفة.
6. أن يكون وزنها الجزيئي عاليا لتقليل نسبة الخطأ أثناء عملية الوزن.

أمثلة للمواد القياسية الأولية : كاربونات الصوديوم ، رباعي برات الصوديوم Borax ، ثلاثي هيدروكسيد مثيل أمين، حامض الأوكساليك ، هيدروجين ثلاثي البوتاسيوم.

1 . 1 . 2 المحلول القياسي الثانوي:

هو المحلول ذو تركيز تقريبي و الذي يحضر باستخدام مادة غير أولية. لكي يستعمل المحلول القياسي الثانوي فلابد أن يوجد تركيزه الحقيقي و يتم ذلك عن طريق معايرته بواسطة محلول قياسي أولي, و تسمى هذه العملية بالتقييس أو التعيير Standardization.

مثال: حمض الهيدروكلوريك HCl ليست مادة قياسية أولية لأنها لا تنطبق عليها الشروط الواجب توفرها للمواد القياسية الأولية. و لذلك يحضر محلول قياسي من HCl ثم يعاير هذا المحلول باستخدام محلول قياسي أولي مثلا من كاربونات الصوديوم و بعد ذلك يمكن استخدام حامض الهيدروكلوريك لمعايرة مواد أخرى.

أمثلة لمواد قياسية ثانوية: حمض الهيدروكلوريك HCl و هيدروكسيد الصوديوم NaOH.

خطوات تحضير المحاليل القياسية:

1. الحسابات: هنا يحسب الوزن أو الحجم المطلوب لتحضير المحلول القياسي و لهذا يجب تطبيق القانون المناسب.
2. غسل و تنظيف الأوعية الزجاجية: راجع الوحدة الأولى.
3. التحضير.

التحضير رقم (1): تحضير المحاليل القياسية بالمولارية و العيارية

أولا : تحضير محاليل قياسية بالمولارية

1 . الأساس النظري:

تعبر المولارية عن عدد المولات المذابة في واحد لتر من المحلول و حسب حالة المادة (صلبة أو سائلة) المستعملة نطبق القوانين التالية:

1 . 1 تحضير محلول مولاري من مادة صلبة:

$$\text{Weight} = \text{Molarity} \times \text{MW} \times \frac{\text{V (ml)}}{1000} \qquad (1)$$

علما بأن:

Weight: الوزن ، Molarity: المولارية ، MW: الوزن الجزيئي و V: حجم المحلول.

مثال: احسب الوزن اللازم لتحضير محلول من كلوريد البوتاسيوم تركيزه 0.1 مولار و حجمه 100 مل.

الحل:

من الجدول الدوري (الملحق 1) نجد بأن الأوزان الذرية لكل من البوتاسيوم و الكلور هي 39.10 و 35.45 على التوالي.

الوزن الجزيئي لـ KCl = 39.10 + 35.45 = 74.55 جرام/مول

لكي نحسب الوزن، نطبق القانون رقم (1):

$$\text{Weight} = 0.1 \times 74.55 \times \frac{100}{1000} = 0.7455 \text{ g}$$

2 ـ 2 تحضير محلول مولاري من محلول مركز:

2 ـ 2 ـ 1 الكثافة Density و الوزن النوعي Specific gravity:

أ ـ تحسب الكثافة d لمادة ما من القانون التالي:

$$d = \frac{\text{mass (g)}}{\text{volume (cm}^3\text{)}} \qquad (1)$$

علما بأن:

mass: كتلة المادة بالجرام.

volume: حجم المادة بـ سم^3 (1 سم^3 = 1 مل).

ب ـ يحسب الوزن النوعي SG لمادة ما من القانون التالي:

$$SG = \frac{d}{d_w} \qquad (2)$$

علما بأن:

SG: الوزن النوعي (بدون وحدات).

d: كثافة المادة (جرام/سم^3).

d_w: كثافة الماء (جرام/سم^3) (كثافة الماء = 1.000 جرام/سم^3 عند 4°C).

مثال:

الوزن النوعي لسائل يساوي 0.50. (1) ما هي كثافته؟ (2) ما هو الحجم الذي يحتويه 18 جرام من هذا السائل؟

الحل:

أ. نطبق القانون (2) للوزن النوعي لكي نجد كثافة السائل:

$$0.5 = \frac{d}{d_w} = \frac{d}{1\ g/cm^3}$$

$$d(g/cm^3) = 0.5 \times 1\ g/cm^3 = 0.5\ g/cm^3$$

ب. نطبق القانون (2) لكي نجد الحجم الذي يحتوي 18 جرام من السائل:

$$d = \frac{\text{mass (g)}}{\text{volume (cm}^3\text{)}}$$

$$\text{volume (cm}^3\text{)} = \frac{\text{mass}}{d} = \frac{18}{0.5} = 36 \text{ cm}^3$$

2 ـ 2 ـ 1 حسابات تحضير محلول مولاري من محلول مركز:

أولا يحول تركيز المحلول المركز إلى تركيز مولاري مستخدما القانون (2) و من تم يطبق قانون التخفيف لإيجاد حجم المحلول المركز المطلوب تخفيفه مستخدما القانون (3).

$$\text{Molarity} = \frac{\% \times d \times 10}{MW} \qquad (2)$$

علما بأن: M: المولارية

MW: الوزن الجزيئي.

d: كثافة المحلول المركز.

%: تركيز المحلول المركز بالنسبة المئوية.

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \qquad (3)$$

علما بأن:

C_1: التركيز المولاري للمحلول المركز.

C_2: التركيز المولاري للمحلول المطلوب تحضيره .

V_1: حجم المحلول المركز بالمليلتر.

V_2: حجم المحلول المطلوب تحضيره بالمليلتر.

مثال: احسب الحجم اللازم لتحضير محلول من HCl، تركيزه 2 مولار و حجمه 1 لتر علما بأن كثافة حمض الهيدروكلوريك تساوي 1.19 جرام/سم^3 و تركيزه يساوي 37٪.

الحل:

من الملحق(1) نجد الأوزان الذرية للكلور و الهيدروجين: Cl=35.45 و H = 1.

الوزن الجزيئي لـ HCl = 35.45 + 1= 36.45 جرام/مول.

أولا نطبق القانون رقم (2) لتحويل التركيز من النسبة المئوية إلى المولارية M:

$$M = \frac{1.19 \times 37 \times 10}{36.45} = 12.1\ M$$

ثانيا نحسب حجم المحلول المركز اللازم تخفيفه مستخدما القانون رقم (3):

$$V_1 = \frac{C_2 \times V_2}{C_1} = \frac{2 \times 1000}{12.1} = 165.29\ ml$$

2ـ الأدوات و المواد المستخدمة:

1. ماء مقطر.
2. كربونات الصوديوم Sodium Carbonate.
3. حمض الكبريتيك المركز Concentrated sulfuric acid.
4. ماء بارد أو ثلج.
5. ميزان.
6. زجاجة ساعة.
7. ملعقة.
8. كأس (250 مل).
9. دورق قياسي (100 مل).
10. قطارة.
11. ساق زجاجي للتحريك.

3. تحضير محلول مولاري من مادة صلبة :

المطلوب: تحضر محلول قياسي من كربونات الصوديوم تركيزه 0.05 مولار و حجمه 100 مل.

خطوات التحضير:

1. احسب وزن كربونات الصوديوم اللازم لتحضير المحلول المطلوب.
2. زن كمية كربونات الصوديوم المحسوبة في زجاجة ساعة نظيفة أو ورقة.
3. ضع كربونات الصوديوم في كأس فيه ماء مقطر ثم حرك حتى الذوبان التام.
4. انقل المحلول الموجود في الكأس إلى الدورق القياسي ثم اغسل الكأس و انقل الغسيل إلى الدورق.
5. أضف ماء مقطر حتى العلامة. استعمل قطارة لإضافة القطرات الأخيرة.

4. تحضير محلول قياسي مولاري من مادة سائلة :

المطلوب تحضير محلول تركيزه 1 مولار و حجمه 100 مل من حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4.

خطوات تحضير المحلول القياسي:

☠ أحذر! حمض الكبريتيك المركز يحرق الجلد ! استعمل قفاز.

☠ أحذر! يضاف الحمض المركز إلى الماء المقطر و ليس العكس.

☠ أحذر! ينتج عن تحضير هذا المحلول حرارة عالية: ضع الدورق في ثلج أو ماء بارد.

1. استخرج تركيز و كثافة حمض الكبريتيك من المعلومات المتوفرة على ملصقة العبوة.
2. حول التركيز من النسبة المئوية إلى المولارية.
3. احسب حجم حمض الكبريتيك المركز اللازم لتحضير المحلول.
4. ضع كأس في ثلج (أو ماء بارد) ثم ضع في هذا الكأس ماء مقطر.
5. مستعملا ماصة، انقل حجم حمض الكبريتيك في الكأس ببطء مع التحريك.
6. انقل المحلول الموجود في الكأس إلى الدورق القياسي موضوع في الثلج (أو الماء البارد).
7. أغسل الكأس بماء مقطر و أضف الغسيل إلى الدورق القياسي.
8. أكمل الدورق القياسي حتى العلامة مستعملا قطارة عند الاقتراب من العلامة.

ثانيا: تحضير محاليل قياسية بالعيارية

1 الأساس النظري:

يستعمل هذا النوع من التركيز (العيارية) عادة في معايرات التحليل الحجمي و تعبر العيارية Normality، التي يرمز لها بـ N، عن الأعداد الأوزان المكافئة no. of equivalent weights المذابة في لتر واحد من المحلول.

$$N = \frac{\text{no. of equivalent weights}}{\text{Volume (L)}} \qquad (1)$$

1 ـ 1 الوزن المكافئ:

الوزن المكافئ يساوي الوزن الجزيئي MW للمركب الكيميائي مقسوما على عدد الوحدات المتفاعلة في ذلك الجزيء no. of reacting units.

$$\text{no. equivalents} = \frac{\text{MW}}{\text{no. of reacting units}} \qquad (2)$$

1 ـ 2 عدد الوحدات المتفاعلة reacting units:

يختلف تعريف عدد الوحدات المتفاعلة حسب نوع المعايرات:

1 ـ 2 ـ 1 معايرات الأحماض و القواعد:

عدد الوحدات المتفاعلة في هذه الحالة تساوي عدد البروتونات H^+ التي يوفرها الحمض أو التي تتفاعل مع القاعدة.

1 ـ 2 ـ 2 معايرات الأكسدة و الاختزال:

عدد الوحدات المتفاعلة في هذه الحالة تساوي عدد الإلكترونات التي يوفرها العامل المختزل أو يكسبها العامل المؤكسد.

1 ـ 3 أمثلة عن طريقة حساب الوزن المكافئ:

1 ـ 3 ـ 1 الأحماض:

مثال1:

$$CH_3COOH \rightarrow CH_3COO^- + H^+$$

الوزن المكافئ لـ CH_3COOH يساوي وزنه الجزيئي لأن الحمض يوفر 1 بروتون.

مثال 2:

$$H_2SO_4 \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$$

من القانون (2) نجد بأن الوزن المكافئ يساوي 49 (الوزن الجزيئي للحمض = 98).

1 ـ 3 ـ 2 القواعد:

الوزن المكافئ لقاعدة يساوي وزنها الجزيئي مقسوما على عدد H^+ التي تتفاعل مع جزيء واحد من القاعدة

$$NaOH + H^+ \rightarrow H_2O + Na^+$$

الوزن المكافئ لـ NaOH يساوي وزنه الجزيئي لأن القاعدة تتفاعل مع بروتون واحد.

$$Na_2CO_3 + 2H^+ \rightarrow 2Na^+ + H_2CO_3$$

من القانون (2) نجد بأن الوزن المكافئ لـ Na_2CO_3 يساوي 53 (الوزن الجزيئي للكربونات يساوي 106).

1 . 4 طريقة حساب الوزن عند تحضير محلول عياري من مادة صلبة:

$$\text{no. equivalents} = \frac{\text{MW}}{\text{equivalent weights}} \qquad (3)$$

من القانون (1) نستخرج عدد الأوزان المكافئة no. of equivalents:

$$\text{no. of equivalents(eq)} = \text{N(eq/L)} \times \text{Volume (L)} \qquad (4)$$

و من القانون (2) و (4) نستخرج معادلة لحساب الوزن:

$$\text{Weight (g)} = \text{N} \times \text{equivalent weight} \times \frac{\text{V (mL)}}{1000} \qquad (5)$$

مثال:

احسب وزن هيدروكسيد الصوديوم NaOH لتحضير 100 مل محلول قياسي تركيزه 0.1N علما بأن NaOH يتفاعل حمض الهيدروكلوريك HCl.

الحل:

من الملحق (1) نجد بأن الأوزان الذرية للصوديوم و الأكسيجين و الهيدروجين تساوي 23، 16 و 1 على التوالي. الوزن الجزيئي لـ NaOH يساوي 40.

الوزن المكافئ يساوي 40 لأن عدد الوحدات المتفاعلة تساوي 1.

تحسب وزن NaOH من القانون (5):

$$\text{Weight} = 0.1 \times 40 \times \frac{100}{1000} = 0.4 \text{ g}$$

1 . 5 طريقة حساب الحجم عند تحضير محلول عياري من محلول مركز:

القوانين المستخدمة لحساب حجم المحلول المركز تتشابه مع تلك الخاصة بالمولارية:

$$N = \frac{\% \times d \times 10}{\text{equivalent weight}} \qquad (6)$$

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \qquad (7)$$

1 . 6 العلاقة بين المولارية و العيارية:

يمكن التعبير بين المولارية و العيارية بالمعادلة التالية:

$$N = M \times \text{no. of reacting units}$$

2 . الأدوات و المواد الكيميائية:

1. كربونات الصوديوم Na_2CO_3.
2. ماء مقطر.
3. حمض الكبريتيك المركز Conc. H_2SO_4
4. ميزان.
5. زجاجة ساعة.
6. ملعقة.
7. كأس (250 مل).
8. دورق قياسي (100 مل).
9. محراك زجاجي.

3 . تحضير محلول عياري من مادة صلبة:

المطلوب تحضير محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 تركيزه 0.05N و حجمه 100 مل علما بأنه يتفاعل مع حمض الكبريتيك H_2SO_4.

4. تحضير محلول قياسي بالعيارية لمادة سائلة :

المطلوب تحضير محلول من حمض الكبريتيك تركيزه 1N وحجمه 100 مل.

خطوات التحضير:

- أحذر! حمض الكبريتيك المركز يحرق الجلد ! استعمل قفاز.
- أحذر! يضاف الحمض المركز إلى الماء المقطر و لا العكس.
- أحذر! ينتج عن تحضير هذا المحلول حرارة عالية: ضع الدورق في ثلج أو ماء بارد.

1. أوجد كثافة و تركيز محلول حمض الكبريتيك المركز.
2. حول التركيز من النسبة المئوية إلى العيارية.
3. احسب حجم الحمض المركز اللازم لتحضير المحلول المطلوب ثم قم بتحضير المحلول.

التحضير رقم (2): تحضير المحاليل القياسية بالجزء في المليون

1. الأساس النظري:

يعبر عن التراكيز الصغيرة جدا بالجزء في المليون parts per million و الجزء في البليون و الوحدات الشائعة للتعبير عنها موضحة في الجدول (1).

الجدول (1): وحدات التعبير عن الجزء في المليون ppm و الجزء في البليون ppt

الوحدة	رمز الوحدة	Wt/Wt	Wt/Vol	Vol/Vol
الجزء في المليون	ppm	mg/kg	mg/L	µL/L
		µg/g	µg/mL	nL/mL
الجزء في البليون	ppb	µg/kg	µg/L	nL/L
		ng/g	ng/mL	pL/mL

علما بأن:

Wt : weight (الوزن).

Vol : volume (الحجم).

$1X10^{-6}$ = micro : µ

$1X10^{-9}$ = nano : n

$1X10^{-12}$ = pico : p

مثال: إذا طلب منك، مستخدما مركب NaCl، تحضير محلول قياسي من الصوديوم تركيزه 500 ppm و حجمه 1 لتر اتبع الخطوات التالية:

أولا: حول الـ ppm المطلوب إلى المليجرام ثم الجرام.

500 ppm = 500 mg (Na)
500 mg = 0.5 g (Na)

ثانيا: احسب الكمية المطلوبة من NaCl و التي تحتوي على 0.5 جرام من Na:

$$58.4 \text{ g NaCl} \rightarrow 23 \text{ g Na}$$
$$x \text{ NaCl} \rightarrow 0.5 \text{ g Na}$$
$$x = \frac{58.4}{23} \times 0.5 = 1.269 \text{ g NaCl}$$

و من ما سبق يمكن كتابة قانون عام لتحضير محاليل قياسية بـ ppm كما يلي:

$$wt = \frac{ppm}{1000} \times \frac{MW}{\text{at. wt.} \times \text{no. of atoms}} \times \frac{V(ml)}{1000} \qquad (1)$$

مثال:

احسب وزن كربونات الصوديوم Na_2CO_3 اللازم لتحضير محلول من الصوديوم تركيزه 1000 ppm و حجمه 1 لتر.

الحل:

نطبق القانون (1) علما بأن الوزن الجزيئي لكربونات الصوديوم يساوي 106 و عدد درات Na في هذا المركب يساوي 2.

$$wt = \frac{1000}{1000} \times \frac{106}{23 \times 2} \times \frac{1000}{1000} = 2.30 \text{ g}$$

2. المواد و الأدوات المستخدمة :

1. كلوريد الصوديوم NaCl.
2. ماء مقطر.
3. ميزان.
4. زجاجة ساعة.
5. ملعقة.
6. كأس (250 مل).

7. دورق قياسي سعة 1 لتر.
8. دورق قياسي سعة 100 مل (6 دوارق).
9. ماصة.
10. سحاحة.
11. محراك زجاجي.

3. التحضير:

المطلوب تحضير سلسلة من المحاليل القياسية من عنصر الصوديوم لديها التراكيز التالية:
5 ، 10 ، 15 ، 20 و 25 ppm.

1. أولا حضر محول قياسي من Na تركيزه 1000 ppm و حجمه 1 لتر مستخدما مركب كلوريد الصوديوم.
2. ثانيا حضر محلول من Na تركيزه 100 ppm و حجمه 100 مل (مستخدما المحلول السابق أي 1000 ppm). لذلك استخدم قانون التخفيف.
3. حضر السلسلة القياسية من محلول الصوديوم السابق (أي 100 ppm). لذلك استخدم قانون التخفيف.

التحضير رقم (3): تحضير المحاليل القياسية بالنسبة المئوية

1. الأساس النظري:

أنواع تراكيز النسبة المئوية ثلاثة:

1. النسبة المئوية الحجمية (% v/v) : و هي تعبر عن عدد المللترات المذابة volume of solute في 100 مل من حجم المحلول الكلي.

$$\%(v/v) = \frac{\text{volume of solute (ml)}}{\text{volume of solution (ml)}} \times 100$$

2. النسبة المئوية الحجمية الوزنية (% w/v) : و تعبر عن عدد الجرامات من المذاب في 100 مل من المحلول.

$$\%(w/v) = \frac{\text{weight of solute (g)}}{\text{volume of solution (ml)}} \times 100$$

3. النسبة المئوية الوزنية (% w/w) أو (% m/m): و تعبر عن عدد الجرامات المذابة من المذيب في 100 مل من حجم المحلول الكلي.

$$\%(w/w) = \frac{\text{weight of solute (g)}}{\text{mass of total solution (g)}} \times 100$$

مثال 1:

احسب الحجم اللازم من الأسيتون لتحضير محلول تركيزه 10٪ (v/v) و حجمه 1 لتر.

الحل:

$$\text{volume of solute (ml)} = \frac{\%\ (v/v) \times \text{volume of solution (ml)}}{100}$$

$$\text{volume of solute (ml)} = \frac{10 \times 1000}{100} = 100 \text{ ml}$$

المثال 2:

احسب وزن كلوريد اللانثوم $LaCl_3$ اللازم لتحضير 1 لتر من محلول قياسي من اللانثوم La تركيزه 1%(w/v).

الحل:

التركيز 1%(w/v) يعني إذابة 1g في 100 mL.

∴ في 1L نذوب 10 g من La (وزن المذاب = 10 جم)

نحسب وزن كلوريد اللانثوم (الوزن الجزيئي لـ $LaCl_3$ = 245.4) كالآتي:

245.4 ($LaCl_3$)	→	138.9 (La)
x	→	10 g
x ($LaCl_3$)	=	17.667 g

مثال 3:

أذبت 25 جرام من NaCl في 100 جرام من الماء. احسب تركيز المحلول بالنسبة %(w/w).

الحل:

نستخدم القانون (3) لحساب التركيز.

$$\%(w/w) = \frac{25 \text{ g}}{100 + 25 \text{ g}} \times 100 = 20\%$$

2. الأدوات و المواد الكيميائية:

1. محلول HCl مركز.
2. كلوريد البوتاسيوم KCl.
3. ميزان.

4. زجاجة ساعة.
5. ماصة.
6. دورق قياسي (100 مل).
7. قطارة.
8. ماء مقطر.
9. كأس.
10. قمع.
11. محراك زجاجي.

3. تحضير المحاليل:

3 . 1 تحضير محلول قياسي بالنسبة المئوية الحجمية (v/v %):

المطلوب تحضير 100 مل محلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 5%(v/v).

خطوات التحضير:

1. احسب الحجم اللازم لتحضير المحلول بتطبيق القانون المناسب.
2. أغسل الأوعية الزجاجية بصابون ثم ماء ثم مقطر.
3. انقل مستعملا ماصة الحجم الذي تم حسابه إلى كأس نظيف فيه ماء مقطر ثم رج المحلول.
4. انقل محتوى الكأس إلى الدورق القياسي.
5. أغسل ما تبقي من المحلول الكأس بماء مقطر ثم انقل المحتوى إلى الدورق القياسي.
6. أكمل بالماء المقطر حتى العلامة. يجب استعمال قطارة عند الاقتراب من العلامة.

3 . 2 تحضير محلول قياسي بالنسبة المئوية الحجمية الوزنية:

المطلوب تحضير محلول قياسي من البوتاسيوم Potassium حجمه 100 مل و تركيزه 1%(w/v) مستخدما كلوريد البوتاسيوم KCl.

خطوات تحضير المحلول القياسي:

1. احسب وزن KCl اللازم لتحضير المحلول القياسي من عنصر البوتاسيوم.

2. زن كمية KCl المحسوبة ثم انقل هذه الكمية إلى كأس فيه ماء مقطر ثم حرك حتى الذوبان.
3. انقل محتوى الكأس إلى دورق قياسي.
4. أغسل الكأس بقليل من ماء مقطر ثم انقل إلى الدورق الحجمي.
5. أضف ماء مقطر حتى العلامة. عند الاقتراب من العلامة يجب استعمال قطارة..

التحضير رقم (4): تحضير المحاليل المنظمة

1 . الأساس النظري:

المحلول المنظم هو محلول يتميز بمقاومته للتغيرات في الرقم الهيدروجيني الناتجة عن إضافة كميات صغير من حمض أو قاعدة و لا يتغير الرقم الهيدروجيني بالتخفيف. يتكون المحلول المنظم من خليط من حمض ضعيف و أحد أملاحه أو قاعدة ضعيفة و أحد أملاحها و الجدول (1) يعطي بعض الأمثلة.

تستعمل هذه المحاليل مثلا أثناء تعيير جهاز قياس الرقم الهيدروجيني pH-meter أو لتثبيت الرقم الهيدروجيني في معايرات التحليل الحجمي أو في التحليل الوزني. يمكن شراء المحاليل المنظمة ذات رقم هيدروجيني معين أو تحضيرها في المختبر.

الجدول (1): مثال لمواد تستعمل لتحضير محاليل منظمة

مكونات المحلول المنظم	مجال الرقم الهيدروجيني
حمض الستريك - فوسفات الصوديوم أحادية الهيدروجين	2.6 - 7.6
خلات الصوديوم - حمض الخل	3.7 - 5.6
حمض السكسنيك - هيدروكسيد الصوديوم	3.8 - 6.0
بيفثالات البوتاسيوم - هيدروكسيد الصوديوم	4.1 - 5.9
فيرزنال الصوديوم - حمض الهيدروكلوريك	6.8 - 9.6
حمض البوريك - هيدروكسيد الصوديوم	8.0 - 10.2

1 - 1 طرق تحضير المحاليل المنظمة:

لتحضير محلول منظم تتبع الخطوات التالية:

1. اختر المركب المناسب بحيث تكون قيمة pKa قريبة من قيمة pH المرغوب فيه.
2. حدد التركيز و الحجم الذي ترغب فيه.

هناك طرق عديدة لتحضير المحاليل المنظمة و منها:

1. تحضير المحاليل المنظمة مستخدما معلومات متوفرة في المراجع.

2. حساب كمية المواد المكونة للمحلول المنظم و إذابتها في الحجم المناسب من ماء مقطر ثم التأكد من قيم الرقم الهيدروجيني مستخدما جهاز القياس.

1 . 2 الحسابات:

يحسب pH للمحلول المنظم من معادلات Henderson-Hasselbalch :

أولا : في حالة تحضير المحلول المنظم من حمض ضعيف و أحد أملاحه نستعمل المعادلة التالية:

$$pH = -\log K_a + \log \frac{[\text{proton acceptor}]}{[\text{proton donor}]} \qquad (1)$$

علما بأن:

K_a: ثابت تفكك الحمض..

proton donor: المادة المانحة للبروتون*.

proton acceptor: المادة التي يتحد معها البروتون*.

*حسب نظرية Brønsted و Lowry الحمض هي المادة المانحة للبروتونات و القاعدة هي المادة التي تستقبل هذا البروتونات.

$$\text{Acid} \rightarrow H^+ + \text{Base}$$

ثانيا : في حالة تحضير المحلول المنظم من قاعدة ضعيفة و أحد أملاحها نستعمل المعادلة التالية:

$$pH = (14 - pK_b) + \log \frac{[\text{proton acceptor}]}{[\text{proton donor}]} \qquad (2)$$

علما بأن $pK_b = -\log K_b$.

مثال: احسب pH لمحلول منظم حُضِّر بإضافة 10 مل من حمض الخليك CH_3COOH تركيزه 0.1 مولار إلى 20 مل من خلات الصوديوم CH_3COONa تركيزه 0.1 مولار (K_a لحمض الخليك = 1.75×10^{-5}).

الحل:

أولا : نحسب تركيز كل من الحمض و ملحه بعد مزج هذه المحاليل (في الحجم الكلي).

عدد ملمولات حمض الخليك = $0.1 \times 10 = 1$ مليمول.

عدد ملمولات أيون الخلات (CH_3COO^-) = $0.1 \times 20 = 2$ مليمول.

$$M_{CH_3COOH} = \frac{1}{30} = 0.033M$$

$$M_{CH_3COONa} = \frac{2}{30} = 0.067M$$

ثانيا : نحسب pH:

$$pH = -\log_{10}(1.75 \times 10^{-5}) + \log_{10}\frac{0.067\ mmol}{0.033 mmol}$$

$$pH = 4.76 + \log_{10}2$$

$$pH = 5.06$$

2. المواد و الأدوات المستخدمة :

1. محلول أمونيا (0.1 مولار).
2. محلول كلوريد الأمونيوم (0.1 مولار).
3. محلول منظم قياسي pH=12.
4. ماصة.
5. ورق pH قياسي.
6. جهاز قياس الرقم الهيدروجيني.

3. تحضير المحلول المنظم :

المطلوب تحضير 100 مل من محلول منظم ذو pH=10 و المتكون من محلول الأمونيا المركز و كلوريد الأمونيوم الصلب بحيث أن تركيز الملح (كلوريد الأمونيوم) يساوي 0.200 مولار. $K_b = 1.75$ X 10^{-5}.

3 . 1 خطوات التحضير:

احسب حجم الأمونيا و وزن كلوريد الأمونيوم ثم حضر المحلول.

حضر المحلول من الكميات المحسوبة.

3 . 2 قياس الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم:

1. أوجد درجة حرارة المحلول المنظم القياسي بغمس الترمومتر في المحلول.
2. اضبط على جهاز pH meter درجة الحرارة و pH للمحلول المنظم القياسي.
3. اغمس القطب في المحلول المنظم الذي حضرته.
4. ادخل درجة حرارة المحلول في جهاز pH meter.
5. سجل الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم الذي حضرته.

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي.

1. اذكر الطرق الشائعة للتعبير عن تركيز المحاليل.
2. احسب الوزن اللازم لتحضير محلول من كربونات الصوديوم تركيزه 0.1 مولار و حجمه 1 لتر.
3. احسب وزن 100 مل لمحلول ذي كثافة تساوي 2.5 جرام/سم^3.
4. أكمل الجدول التالي:

الوحدة	رمز الوحدة	Wt/Wt	Wt/Vol	Vol/Vol
الجزء في المليون				
الجزء في البليون				

5. خفف 10 مل من الأسيتون في دورق حجمه 250 مل. احسب تركيز المحلول.
6. احسب عدد المولات الموجودة في 1 مول من كبريتات الكالسيوم $CaSO_4.7H_2O$.
7. احسب الوزن المكافئ فيما يلي:

(أ) NH_3.

(ب) $H_2C_2O_4$ (عند تفاعله مع NaOH).

(ج) $KMnO_4$ (يختزل المنجنيز من +7 إلى +2).

8. احسب pH لمحلول منظم حضر بإضافة 25 مل من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 مولار و 30 مل من حمض الخليك تركيزه 0.20 مولار. $K_a = 1.75 \times 10^{-5}$.

إجابة الامتحان الذاتي

1. الطرق الشائعة للتعبير عن تركيز المحاليل هي:
   1. النسبة المئوية.
   2. الجرام/لتر.
   3. المولارية.
   4. العيارية.
   5. الجزء في المليون.
2. 10.6 جرام.
3. 250 جرام.
4.

الوحدة	رمز الوحدة	Wt/Wt	Wt/Vol	Vol/Vol
الجزء في المليون	ppm	mg/kg µg/g	mg/L µg/mL	µL/L nL/mL
الجزء في البليون	ppb	µg/kg ng/g	µg/L ng/mL	nL/L pL/mL

5. 4% (v/v).
6. 262.25 جرام/مول.
7. (أ) 17.03 ، (ب) 45.02 ، (ج) 31.608.
8. pH = 4.61.

نظم و تقنيات مختبرية (عملي)

عمليات التحليل الحجمي

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على تنفيذ عمليات التحليل الحجمي بطريقة صحيحة.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على:

1. تطبيق الطريقة الصحيحة لاستخدام السحاحة و الماصة.
2. قراءة الأحجام بطريقة صحيحة.
3. تنفيذ تجارب التحليل الحجمي و استنتاج تركيز المجهول.

الوقت المتوقع: 4 ساعات.

عمليات التحليل الحجمي

1 . الأساس النظري:

التحليل الحجمي هو نوع من التحليل الكمي الكيميائي Chemical Quantitative Analysis و يعرف كذلك بالتحليل الكيميائي التقليدي و يمتاز بدقة و مصداقية عالية. و يمتاز كذلك بسرعته و اعتماده على أدوات بسيطة مثل السحاحة و الدورق المخروطي.

هناك أربعة أنواع من معايرات التحليل الحجمي: معايرات التحليل الحجمي Acid-base Titrations, معايرات الترسيب Precipitation Titrations, معايرات الأكسدة و الاختزال Oxidation-Reduction Titrations و المعايرات التي تضمن تكون مركبات معقدة Complex-formation Titrations.

يعتمد التحليل الحجمي على تفاعل حجم معين من الكاشف (محلول معلوم التركيز) مع المادة المراد معايرتها و تُعرف نهاية التفاعل بين المادتين من خلال الدليل Indicator الذي يضاف إلى الدورق. و من خلال هذا الحجم, تركيز الكاشف و حجم المادة المجهولة يمكن حساب التركيز المولاري للمادة المجهولة.

1 . 1 حسابات المعايرة:

مثال: تم معايرة 10 مل من NaOH بواسطة 15 مل من محلول قياسي من HCl تركيزه 0.1 مولار. احسب تركيز NaOH.

لإيجاد تركيز المجهول نتبع الخطوات التالية:

أولا يكتب التفاعل الكيميائي بين الكاشف HCl و المجهول NaOH:

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

نلاحظ بأن نسبة التفاعل بين الكاشف و المجهول هي 1:1 و بالتالي يمكن كتابة الآتي:

$$\frac{\text{no. of millimoles of HCl}}{\text{no. of millimoles of NaOH}} = \frac{1}{1} \qquad (1)$$

يمكن كتابة المعادلة (1) بطريقة أخرى علما أن عدد الملمولات = المولارية × الحجم بالمليلتر:

$$\frac{M_{HCl} \times V_{HCl}}{M_{NaOH} \times V_{NaOH}} = \frac{1}{1}$$

كما يمكن كتابة ما يلي:

$$M_{HCl} \times V_{HCl} = M_{NaOH} \times V_{NaOH}$$

حيث أن V هو الحجم Volume و M تعبر عن المولارية Molarity و يستخرج تركيز المادة المجهولة NaOH كما يلي:

$$M_{NaOH} = \frac{M_{HCl} \times V_{HCl}}{V_{NaOH}}$$

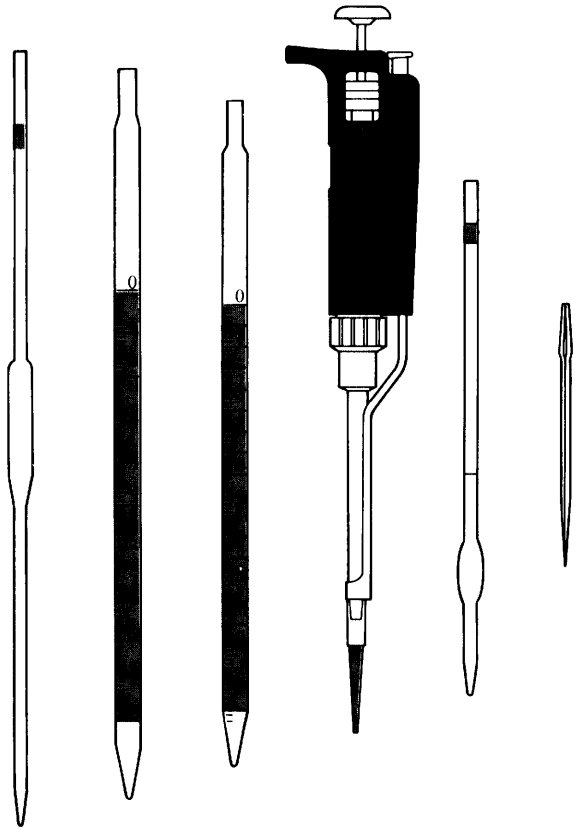
$$M_{NaOH} = \frac{0.1 \times 15}{10} = 0.15M$$

1 ـ 2 الطريقة الصحيحة لاستخدام الماصة:

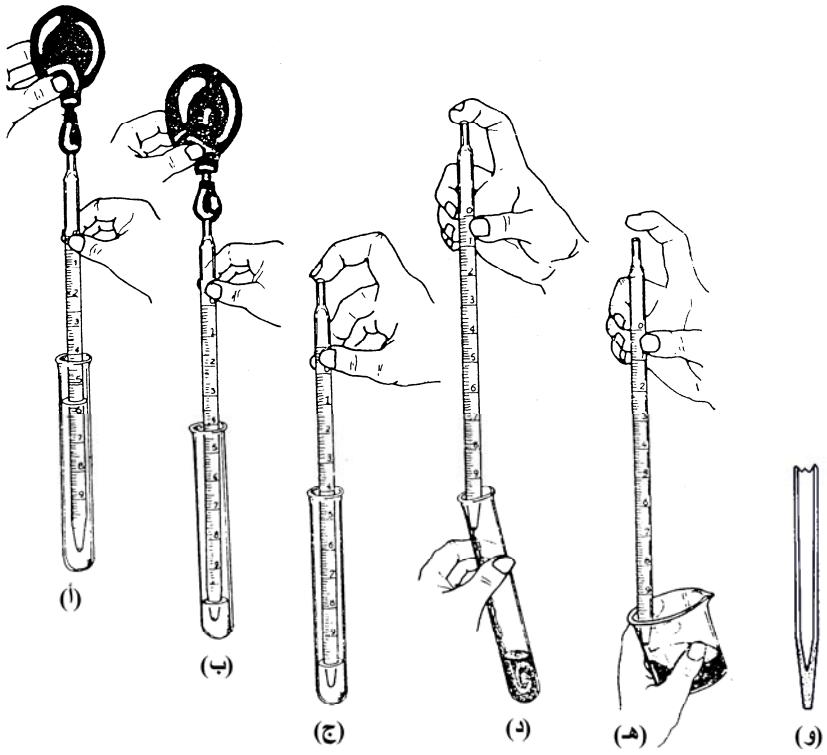
يوضح الشكل (1) أنواع الماصات المستخدمة في المختبرات الكيميائية.

كما يوضح الشكل (2) الطريقة الصحيحة لاستخدام الماصة:

1. اضغط على المنتفخ المطاطي لإخراج الهواء. (الشكل 2 ـ أ).
2. اسمح للمنتفخ المطاطي بالرجوع لحالته الطبيعية فيندفع المحلول داخل الماصة (الشكل 2 ـ ب).
3. أبعد المنتفخ و أغلق فتحة الماصة بسبابة يديك و بسرعة (الشكل 2 ـ ج).
4. دع المحلول ينزل ببطء نتيجة تغير ضغط إصبعك (الشكل 2 ـ د).
5. انقل الحجم المطلوب من المحلول إلى الإناء (الشكل 2 ـ هـ).
6. لا تنفخ آخر قطرة متبقية في فوهة الماصة (الشكل 2 ـ و).



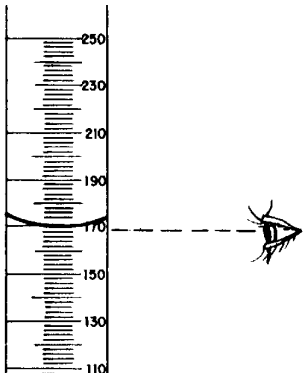
الشكل (1): أنواع الماصات المستخدمة في المختبر



الشكل (2): الطريقة الصحيحة لاستخدام الماصة

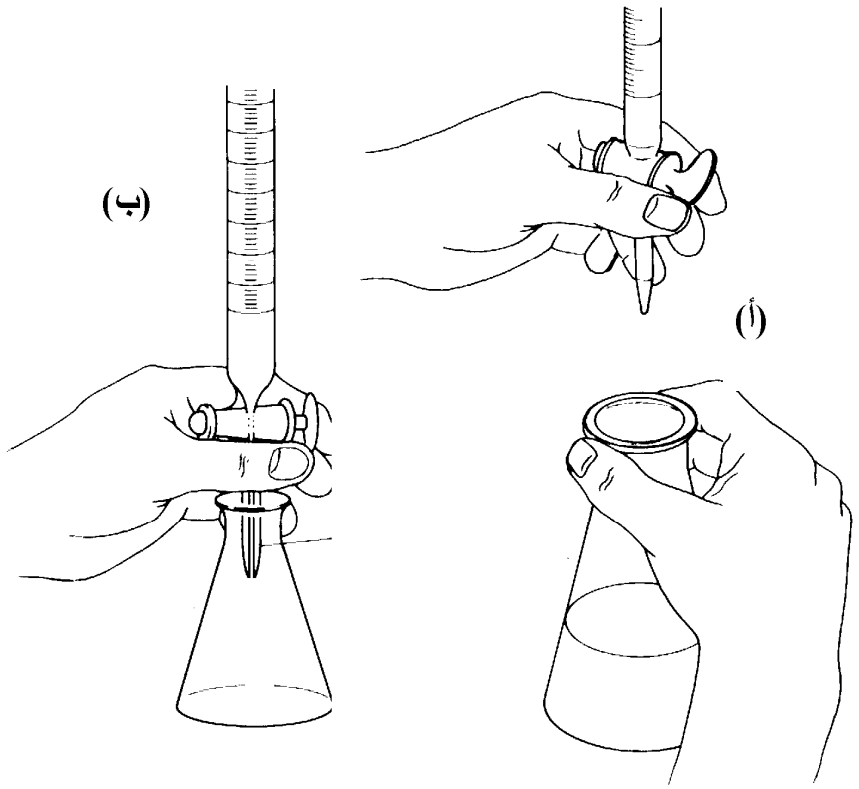
1 ـ 3 الطريقة الصحيحة لقراءة الأحجام:

عند قراءة الأحجام يجب أن تكون العين على نفس مستوى قعر الهلال كما هو موضح في الشكل (3).



1 ـ 4 الطريقة الصحيحة للمعايرة:

الطريقة الصحيحة للمعايرة موضحة في الشكل (4).



الشكل (4): الطريقة الصحيحة للمعايرة

2. الأدوات و المواد المستخدمة :

1. دليل الفينولفثالين Phenolphtalein indicator .
2. حمض الأسكوربيك Ascorbic Acid (محلول مجهول التركيز).
3. هيدروكسيد الصوديوم (صلب).
4. ميزان.
5. زجاجة ساعة.
6. سحاحة.
7. دورق مخروطي.
8. دورق قياسي سعة (100 مل).
9. ماصة.
10. كأسين (250 و 500 مل).
11. محراك زجاجي.
12. قطارة.

3. خطوات التجربة :

1. حضر محلول قياسي من هيدروكسيد الصوديوم (الكاشف) تركيزه 0.4 مولار وحجمه 100 مل.
2. اغسل السحاحة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم.
3. املأ السحاحة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم الذي حضّرته و سجل القراءة الابتدائية للسحاحة.
4. انقل بواسطة ماصة 20 مل من محلول حمض الأسكوربيك (مجهول التركيز) في الدورق المخروطي.
5. أضف قطرتين من دليل الفينولفثالين إلى محلول حمض الأسكوربيك.
6. أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم تدريجيا إلى محلول حمض الأسكوربيك مع تحريك الدورق في شكل دائري.
7. عند اقتراب نقطة النهاية يضاف هيدروكسيد الصوديوم قطرة قطرة حتى يصبح لون المحلول في الدورق وردي فاتح.

8. سجل القراءة النهائية كما في الجدول.
9. أعد الخطوات (1 ـ 8) ثلاث مرات.
10. احسب معدل الحجم ثم مولارية حمض الأسكوربيك.

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي.

1. ما هو دور الدليل في معايرات التحليل الحجمي؟
2. تمت معايرة 10 مل من حمض الكبريتيك بواسطة 15 مل من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 مولار. احسب تركيز الحمض.
3. أذكر الطريقة الصحيحة لقراءة الأحجام.

إجابة الامتحان الذاتي

1. دور الدليل في المعايرات هو الكشف على نقطة النهاية.
2. 0.075 مولار.
3. عند قراء الأحجام يجب أن تكون العين على نفس مستوى قعر الهلال.

نظم و تقنيات مختبرية (عملي)

عمليات الترشيح

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على تنفيذ عمليات الترشيح بطريقة صحيحة.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على:

1. التفرقة بين أنواع ورق الترشيح.
2. ثني ورقة الترشيح.
3. التفرقة بين الترشيح بالجاذبية و الترشيح بالتفريغ.
4. استخدام بوتقات الترشيح المختلفة.
5. إجراء التجارب التي تحتوي على الترشيح بطريقة صحيحة.

الوقت المتوقع:

4 ساعات.

عمليات الترشيح

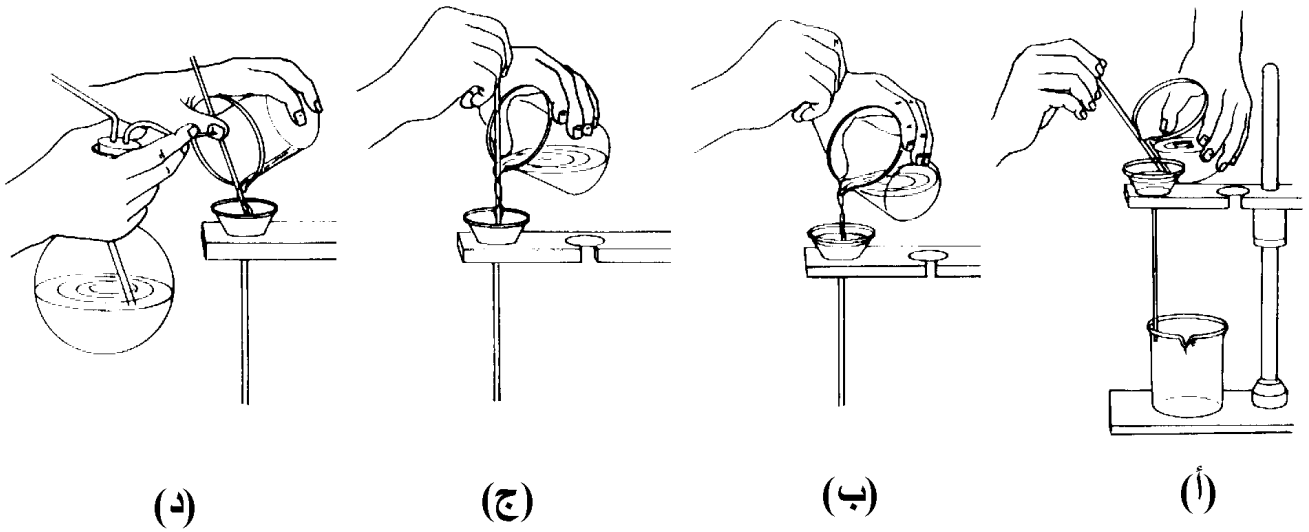
1. الأساس النظري:

الترشيح هي عملية فصل الراسب من المحلول و هناك طريقتين شائعتين للترشيح: الترشيح بالجاذبية و الترشيح بالتفريغ.

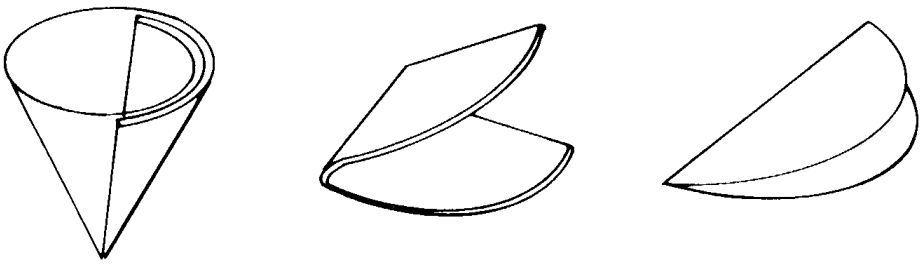
1 . 1 الترشيح بالجاذبية Gravity filtration:

طريقة الترشيح بالجاذبية و هي فصل الراسب من المحلول عن طريق تأثير الجاذبية الأرضية كما هو موضح في الشكل (1). تجرى هذه العملية باستخدام ورقة ترشيح Filter paper و قمع مخروطي Conical funnel و هناك ثلاث طرق لثني ورقة الترشيح كما هو موضح في الأشكال (2 ـ أ ـ 2 ـ ج). و من إيجابيات الترشيح بالجاذبية الآتي:

1. قدرة عالية لاحتجاز الحبيبات الصغيرة.
2. عدم تمزق ورقة الترشيح.
3. طريقة لترشيح الرواسب الجيلاتينية Gelatinous.

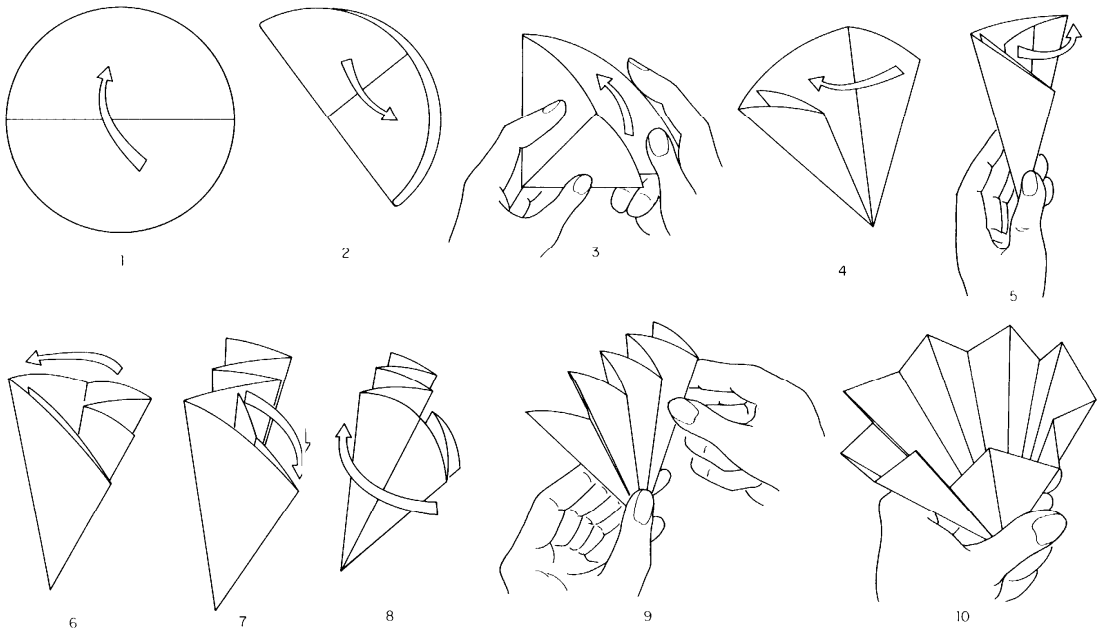


الشكل (1): طريقة الترشيح بالجاذبية



الشكل (2 ـ أ): طريقة ثني ورق ترشيح (زاوية قائمة للقطع المثنية)

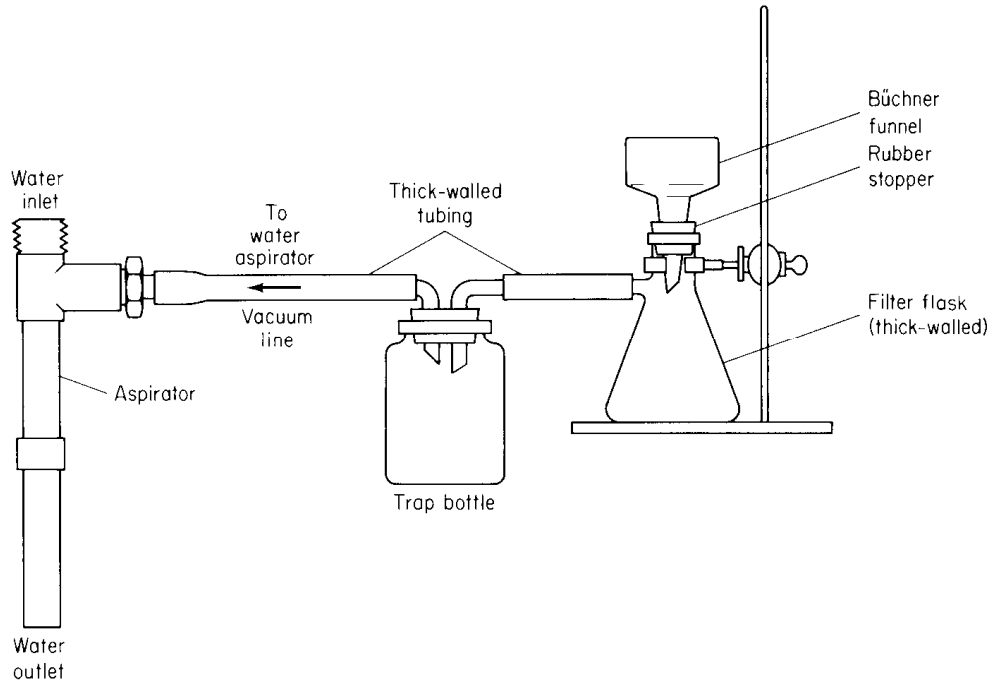
الشكل (2 ـ ب): طريقة ثني ورق ترشيح (زاوية غير قائمة للقطع المثنية)



الشكل (2 ـ ج): طريقة ثني ورق ترشيح محزز

1 .2 الترشيح بالتفريغ Vacuum filtration:

يتم التفريغ في هذه الطريقة (الترشيح بالتفريغ) بحيث يتم إحداث خلخلة بالضغط ينتج عنها ضغط على المحلول المراد فصل الراسب منه باستخدام قوة تفريغ مناسبة بواسطة ماء الصنبور أو مضخة يدوية أو ذاتية. نظرا لقوة الضغط يجب استخدام دورق تفريغ زجاج سميك و قوي. الشكل (3) يوضح التجهيز الخاص بالترشيح بالتفريغ و يوضع ورق الترشيح في بوتقة.



الشكل (3): تجهيزات طريقة الترشيح بالتفريغ

1 ـ 3 أنواع ورق الترشيح:

هناك نوعين أساسيين لورق الترشيح: ورق الترشيح النوعي و ورق الترشيح العديم من الرماد.

1 ـ 3 ـ 1 ورق الترشيح النوعي Qualitative-grade papers:

تتبقى منه كمية كبيرة (لا يمكن إهمالها في الحسابات) عند الحرق و لذلك هذا النوع من الورق غير ملائم للتحليل الكمي و يستعمل أساسا للترشيح في التجارب التي لا تحتاج إلى مصداقية عالية.

1 ـ 3 ـ 2 ورق الترشيح الكمي (العديم من الرماد) Low ash and Ashless grade papers:

لا يتبقى وزن يذكر من هذا النوعين من الورق عند الحرق و يتبقى أقل من 0.06 ملجم في حالة ورق قليل الرماد Low ash paper و 0.05 ملجم في حالة ورق عديم الرماد Ashless paper في حالة ورقة قطرها 11 سنتيمتر.

يختار ورق الترشيح حسب نوعية التحليل و حجم حبيبات الراسب. الجداول (1) و (2) التالي توضح ميزات بعض أوراق الترشيح :

الجدول (1): ورق الترشيح النوعي Qualitative-grade papers

رمز ورق الترشيح*			مسامية	السرعة	الاستعمال
W	S&S	RA			
4	604	202	خشن	سريع جدا	راسب جيلاتيني
1	595	271	متوسط	متوسط	راسب بلوري
3	602	201	متوسط	بطيء	راسب دقيق

الجدول (2): ورق الترشيح الكمي (أقل من 0.1 مجم من الرماد المتبقي بعد الحرق)

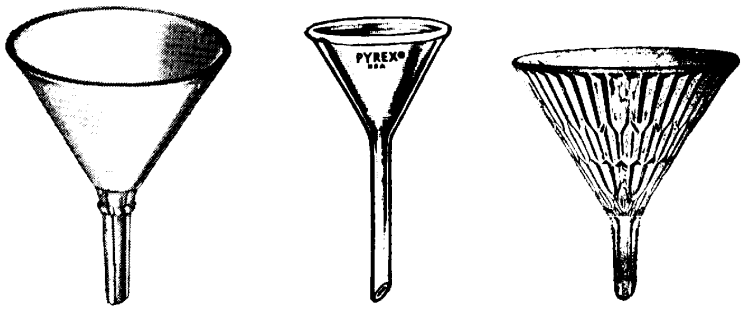
رمز ورق الترشيح*			مسامية	السرعة	الاستعمال
W	S&S	RA			
41	589 blue ribbon		خشن	سريع جدا	راسب جيلاتيني
40	589 white ribbon		متوسط	سريع	راسب بلوري
42	589 black ribbon		متوسط	بطيء	راسب دقيق

❖ يختلف رمز الورق حسب الشركة المصنعة W: Whatman ; S&S: Schleicher & Shüll ; RA: Reeve Angel

1 ـ 4 أنواع البوتقات و الأقماع:

1 ـ 4 ـ 1 القمع الزجاجي Glass funnel و قمع بخنر Büchner Funnel:

أ ـ القمع الزجاجي: يستخدم القمع الزجاجي في الترشيح بالجاذبية. يوضع ورق الترشيح في القمع بعد ثنيه و يمر الراشح عبر مسام الورقة بفعل الجاذبية الأرضية و الجاذبية الشعرية بين السائل و عنق القمع. الشكل (4) يوضح بعض أنواع الأقماع الزجاجية.



الشكل (4): أنواع القمع الزجاجي

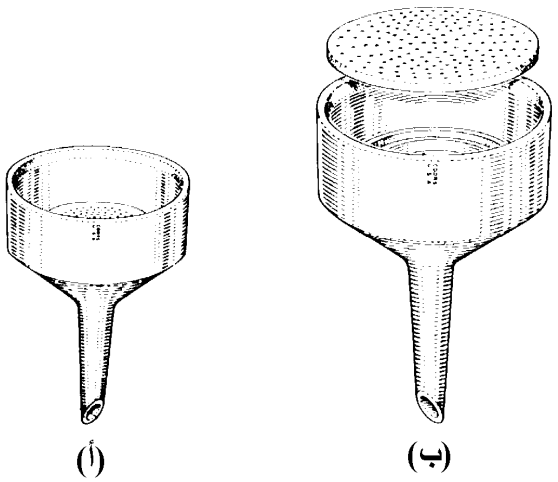
1 . 4 . 2 قمع بخنر:

يعتبر قمع بخنر Büchner Funnel شائع الاستخدام في الترشيح بالتفريغ حيث توضع ورقة الترشيح في قعر القمع بعد أن تُبلّل للتثبيت.

خطوات الترشيح لهذا النوع من الأقماع تكون كالآتي:

1. باستخدام قوة تفريغ ضعيفة يرشح أولا المحلول المحتوي على الحبيبات الصغيرة.
2. يضاف الراسب المتبقي و يتم الترشيح باستخدام تفريغ قوي.

و يمكن غسل الراسب بإضافة كميات صغيرة من المحلول على الراسب و لكن لا يمكن تجفيف، حرق أو وزن الراسب في قمع بخنر. يوضح الشكل (5) أنواع أقماع بخنر.



الشكل (5): أنواع أقماع بخنر. (أ) قمع بقاعدة مثبتة و (ب) بقاعدة يمكن تغيرها بقاعدة ذات مسمات مختلفة

1 ـ 4 ـ 3 البوتقات الزجاجية و الخزفية:

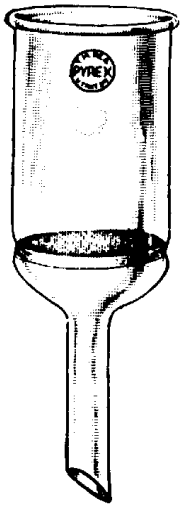
أ ـ البوتقات الزجاجية Glass-sintered crucibles :

البوتقات الزجاجية تحتوي في قعرها على زجاج مكلس Sintered glass (الشكل 6) به مسام و تتوفر بمسام مختلفة. تستخدم في التحاليل الكمية الكيميائية التي تحتاج إلى الحرق حتى درجة حرارة 500 درجة مئوية.

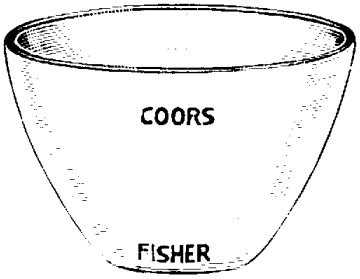
ب ـ البوتقات الخزفية Porcelain crucibles:

البوتقات الخزفية (الشكل 7) تحتوي على خزف يحتوي على مسام في قعرها و تتميز بالآتي:

1. تتحمل درجات حرارة عالية عند الحرق.
2. تعتبر من أقوى المواد الخاملة كيميائيا.



الشكل (6): بوتقة زجاجية



الشكل (7): بوتقة خزفية

2.المواد و الأدوات المستخدمة:

1. حمض الخليك (10٪).
2. حليب.
3. ميزان.
4. ماصة.
5. كأس (500 مل).
6. حمام مائي.
7. ورق قياس للرقم الهيدروجيني.
8. ورق ترشيح.
9. محراك زجاجي.
10. جهاز الترشيح بالتفريغ مع قمع بخنر.

3.التجربة:

تقدير تركيز الكازين (بروتين) في الحليب:

الكازين هو البروتين Protein الموجود في الحليب و يعرف باسم فوسفوبروتين Phosphoprotein و هو موجود في صورة ملح و تركيبه الكيميائي معقد جداً.

الأس الهيدروجيني للحليب pH = 6.6 و يكون الكازين Casein في هذه الحالة ذائباً و يمكن ترسيب البروتين بإضافة حمض الخليك (10٪) Acetic Acid 10% و يقل الأس الهيدروجيني حتى pH = 4.6.

خطوات التجربة:

1. أغسل الأوعية الزجاجية.
2. انقل 100 مل من عينة الحليب إلى دورق مخروطي سعة 250 مل.
3. أضف حمض الخليك (10٪) قطرة قطرة مع التحريك حتى يصبح pH = 4.6 (استخدم ورق pH).
4. زن ورق الترشيح و سجل الوزن. بلل الورقة و ضعها في قعر قمع بخنر ثم أفصل الراسب بالترشيح بالتفريغ.
5. زن زجاجة ساعة جافة و نظيفة.

6. بعد الانتهاء من الترشيح انقل الراسب إلى زجاجة الساعة و اترك الكازين يجف في الهواء الطلق لمدة 24 ساعة.
7. زن زجاجة الساعة مع الراسب و رقة الترشيح بدقة (±0.0001 g) ثم احسب وزن الكازين.
8. احسب النسبة المئوية للبروتين علما أن كثافة الحليب تساوي 1.03 جم/سم^3.

النسبة المئوية للبروتين = (وزن الراسب × 100)/وزن العينة

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي.

1. اذكر أنواع الترشيح.
2. أذكر أنواع البوتقات و الأقماع و اذكر في أي نوع من الترشيح تستخدم.
3. اذكر إيجابيات الترشيح بالجاذبية.
4. ما هي ميزات البوتقة الخزفية؟
5. اذكر وسائل التفريغ في طريقة الترشيح بالتفريغ.

إجابة الامتحان الذاتي

1. الترشيح بالجاذبية و الترشيح بالتفريغ.
2. الأقماع: قمع بخنر (الترشيح بالتفريغ)، القمع الزجاجي (الترشيح بالجاذبية) ـ البوتقات: البوتقة الزجاجية و البوتقة الخزفية (الترشيح بالتفريغ).
3. إيجابيات الترشيح بالجاذبية هي:
    1. أحسن احتجاز للحبيبات الصغيرة.
    2. عدم تمزق ورقة الترشيح.
    3. أسرع طريقة لترشيح الرواسب الجيلاتينية Gelatinous.
4. ميزات البوتقة الخزفية هي:
    1. تتحمل درجات حرارة عالية عن الحرق.
    2. لديها أعلى درجة من الخمولة الكيميائية.
5. وسائل التفريغ هي: ماء الصنبور أو مضخة يدوية أو مضخة ذاتية.

نظم و تقنيات مختبرية (عملي)

عمليات الفصل بالتقطير و إعادة البلورة

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على تنفيذ عمليات الفصل بالتقطير.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على:

1. وصف الأسس النظرية للتقطير.
2. وصف المكثفات المختلفة و استخداماتها.
3. تركيب جهاز التقطير.
4. تنفيذ تجارب التقطير البسيط، التقطير التجزيئي و إعادة البلورة بطريقة صحيحة.

الوقت المتوقع:

12 ساعات.

عمليات الفصل بالتقطير و إعادة البلورة

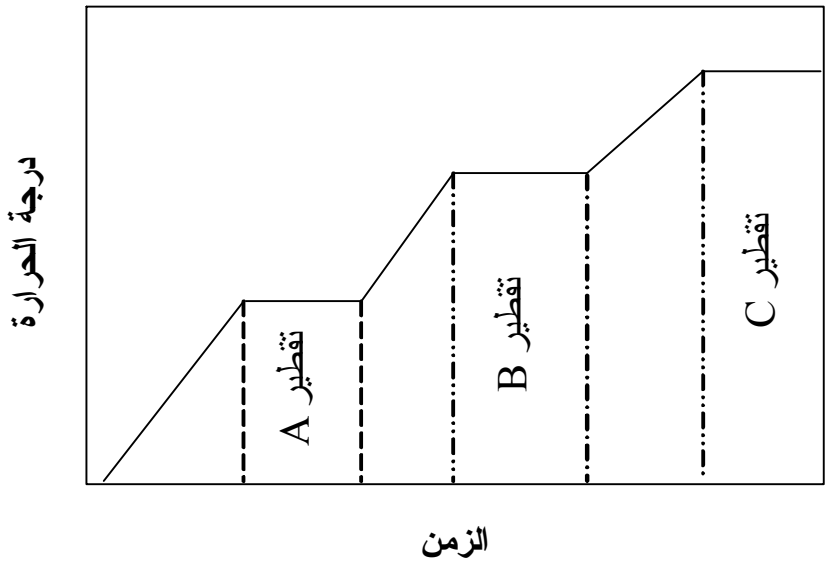
1. الأساس النظري:

يمكن تقسيم تقنيات الفصل الكيميائي إلى نوعين: الطرق التقليدية (التطاير, التقطير, الترسيب و التبلور) و الطرق الحديثة (الاستخلاص بالمذيبات, التبادل الأيوني و الكروماتوجرافيا). سنتعرف على عمليات الفصل بالتقطير البسيط و التجزيئي، و التبلور.

1 . 1 مبدأ التقطير:

التقطير هي عملية فصل خليط من السوائل (أو خليط من سائل و صلب) عن بعضها البعض. و تعتمد هذه العمليات على تحويل المادة السائلة أو الصلبة بالتسخين إلى بخار و تكثيفها و تحويلها إلى سائل. يعتمد التقطير أساساً على درجة الغليان للمواد المراد تنقيتها (الشكل 1).

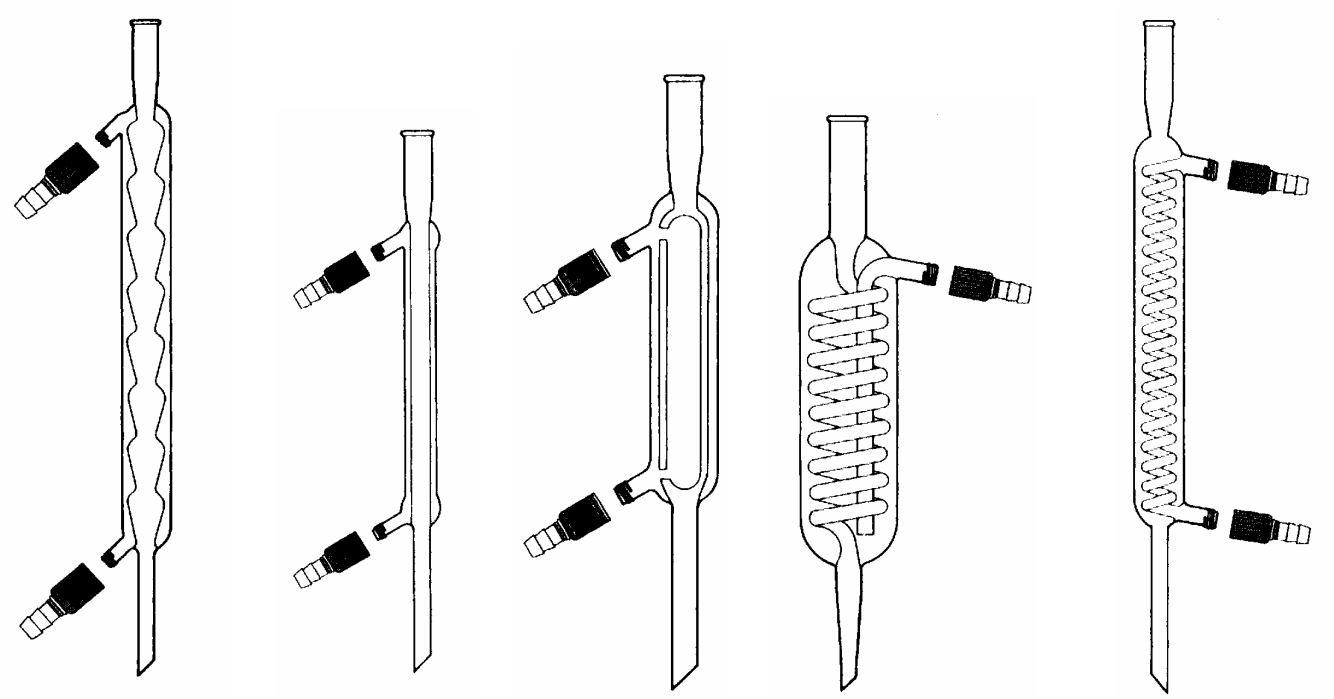
ينقسم التقطير إلى أربعة أنواع: التقطير البسيط Simple Distillation, التقطير التجزيئي Fractional Distillation, التقطير الأيزوتروبي Azeotropic distillation و التقطير البخاري Steam Distillation.



الشكل (1): رسم بياني يوضح العلاقة بين درجة الحرارة و الزمن أثناء عملية التقطير

1 ـ 2 أنواع المكثفات:

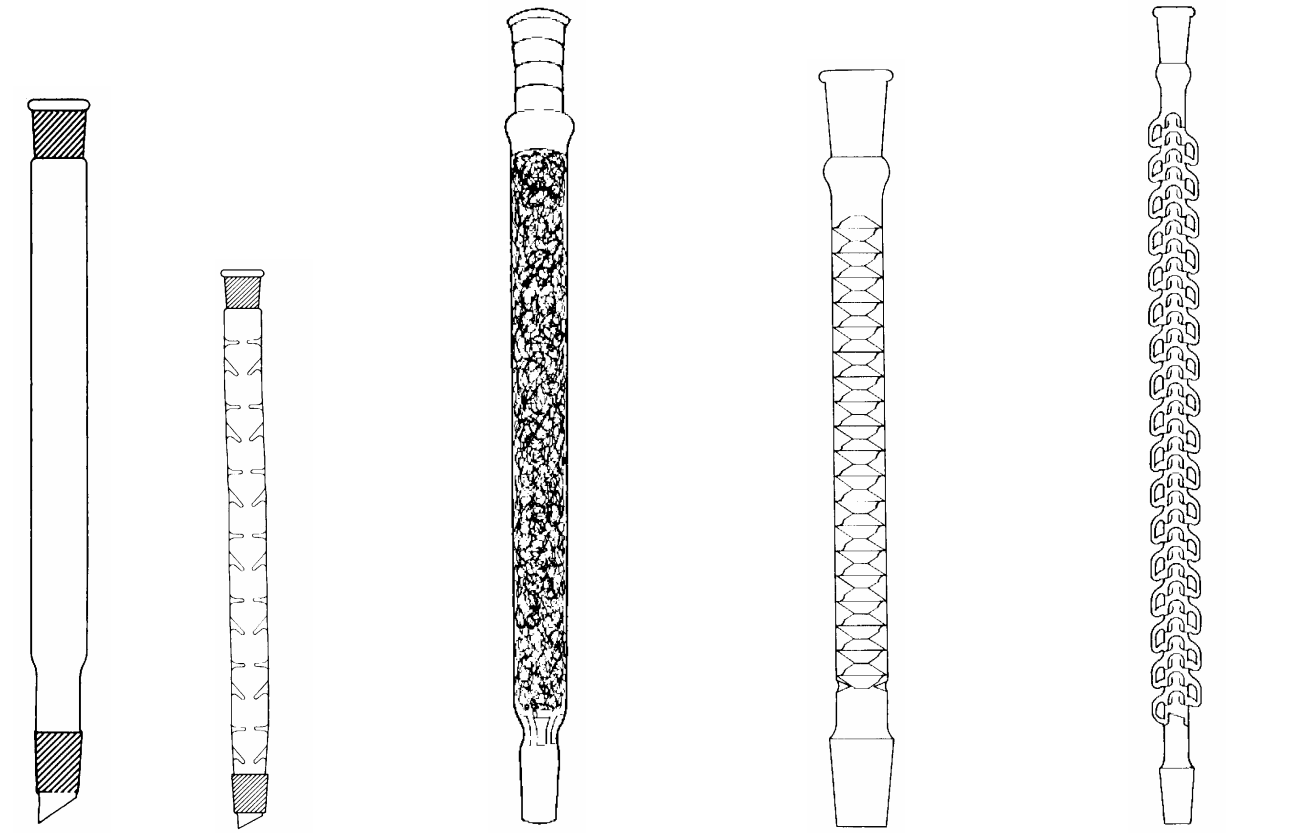
الشكل (2) يوضح أنواع المكثفات المستخدمة في عمليات التقطير.



الشكل (2): بعض أنواع المكثفات

1ـ 3 أنواع أعمدة التقطير التجزيئي:

الشكل (3) يوضح بعد بعض أنواع أعمدة التقطير التجزيئي.



الشكل (3): أنواع أعمدة التقطير التجزيئي: (a): Bubble cap، (b) Stedman screen packing، (c) Stainless steel wire sponge: ، (d): Vigreux أو Claisen.

التجربة رقم (1): التقطير البسيط

1. الأساس النظري:

يهدف التقطير البسيط لفصل مواد بينها فرق كبير في درجات الغليان أو لتنقية مادة سائلة توجد فيها شوائب صلبة. تنظم عملية التقطير البسيط برفع درجة الحرارة بالتدريج البطيء فيبدأ تقطير المادة المنخفضة الغليان أولا ثم تتبعها المادة التي درجة غليانها أعلى.

2. المواد و الأدوات المستخدمة:

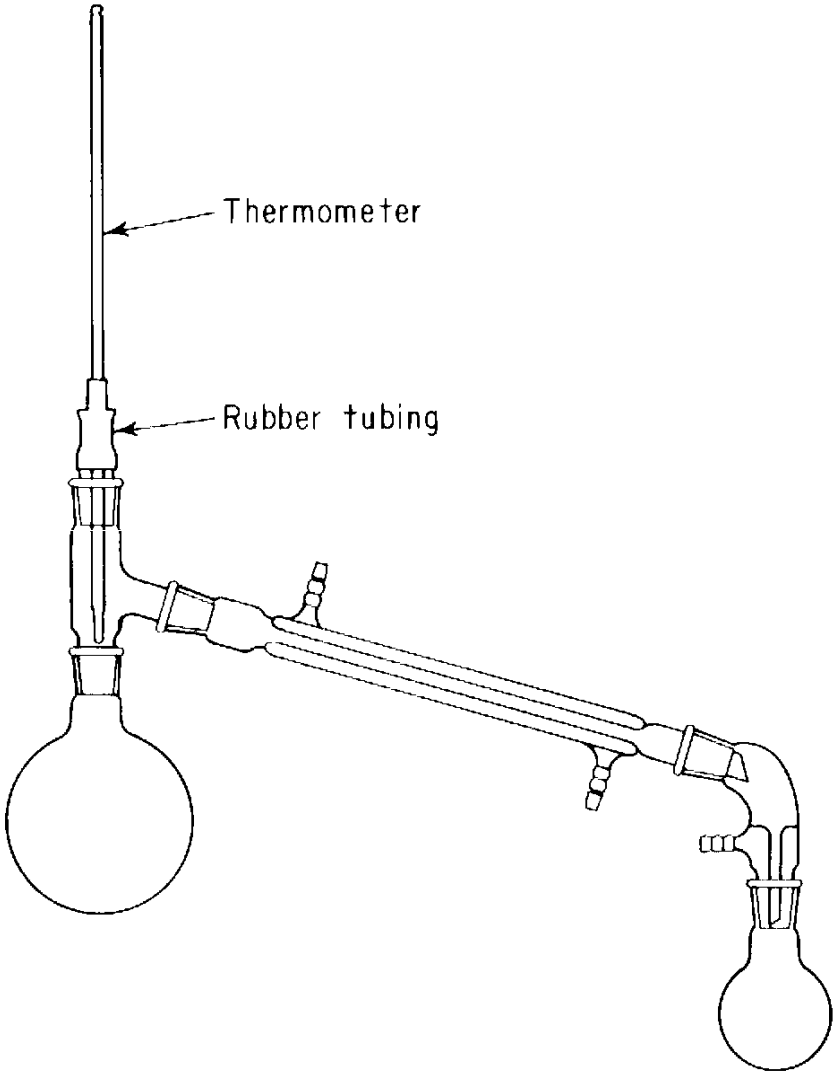
1. الأسيتون.
2. ماء مقطر.
3. جهاز التقطير البسيط.
4. رتينة تسخين.
5. حجر الغليان.
6. كأس.

3. خطوات التجربة:

☠ يجب لبس النظارات الواقية بسبب احتمال انفجار جهاز التقطير كما يجب وضع حجر غليان في فلاسكة التقطير.

1. أغسل و جفف كل أجزاء جهاز التقطير.
2. ركب الجهاز كما هو موضح في الشكل (1). ثبت كل أجزاء الجهاز مستعملاً مواسك (يجب تشحيم كل مفاصل الجهاز لمنع تسرب البخار).
3. املأ فلاسكة التقطير كما يلي: 30 مل من الأسيتون و 30 مل من الماء ثم أضف 3 حجر غليان لمنع الفرقعة.
4. ادخل الترمومتر بحيث أن يكون مستودعه الزئبقي أسفل الفتحة الجانبية لفلاسكة التقطير.
5. ثبت قطع الزجاج مع بعض البعض بواسطة المشابك ثم ادخل ماء التبريد في المكثف من الفتحة السفلية.

6. سخن الفلاسكة مستخدماً أقل درجة حرارة لرتينة التسخين. سجل درجة الحرارة بعد كل دقيقة حتى تستقر درجة الحرارة.
7. عند الانتهاء من تبخر الأسيتون انقل الأسيتون من فلاسكة الاستقبال إلى كأس.
8. ارفع درجة الحرارة لرتينة التسخين. سجل درجة الحرارة بعد كل دقيقة حتى الاستقرار.
9. ارسم العلاقة بين درجة الحرارة و الزمن.
10. استنتج درجة الغليان للأسيتون و الماء من الرسم البياني.



الشكل (1): طريقة تركيب جهاز التقطير البسيط

التجربة رقم (2): التقطير التجزيئي

1. الأساس النظري:

يهدف التقطير التجزيئي إلى فصل خليط من سوائل تتميز بدرجات حرارة غليان متقاربة. و لا تختلف هذه الطريقة كثيرا عن الطريقة السابقة إلا في وجود عمود التجزئة و المكثف.

دور عمود التجزئة في التقطير التجزيئي: عند تسخين مخلوط من سائلين يتبخر السائل أكثر تطايرا و يتصاعد عبر عمود التجزئة و يتكثف و يجمع في وعاء الاستقبال في حين أن السائل الأقل تطايرا (السائل ذو درجة غليان المرتفعة) فإن بخاره يتكثف عند مروره بعمود التجزئة و يرجع ثانية إلى الفلاسكة.

2. المواد و الأدوات المستخدمة:

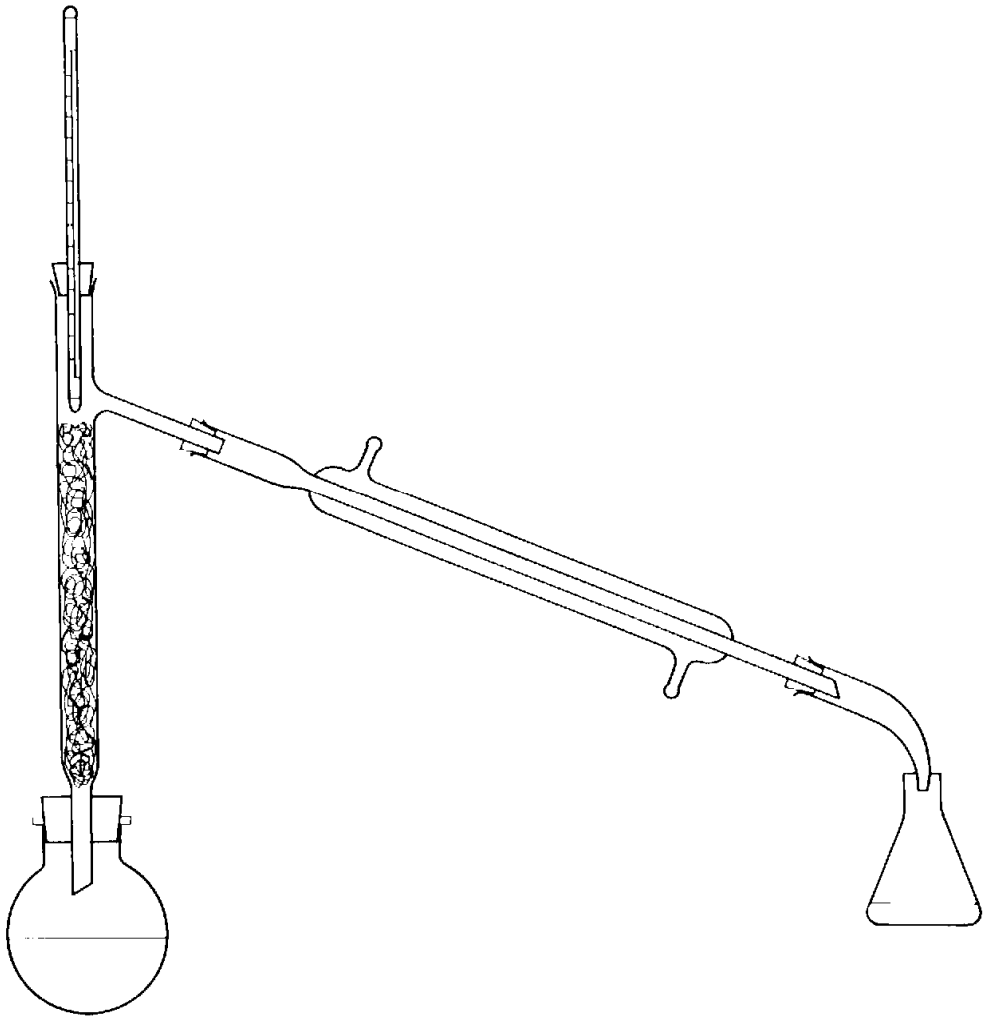
1. الأسيتون.
2. الإيثانول.
3. جهاز التقطير التجزيئي.
4. حجر الغليان.
5. كأس.

3. خطوات التجربة:

☠يجب لبس النظارات الواقية لسبب احتمال انفجار جهاز التقطير كما يجب وضع حجر غليان في فلاسكة التقطير.

1. ركب الجهاز كما هو موضح في الشكل (1).
2. املأ فلاسكة التقطير كما يلي: 30 مل من الأسيتون و 30 مل من الإيثانول.
3. تأكد بأن عمود التقطير التجزيئي عمودياً.
4. اعزل عمود التقطير باستخدام ورق الألمنيوم.
5. سخن الفلاسكة مستخدماً أقل درجة حرارة لرتينة التسخين. سجل درجة الحرارة بعد كل دقيقة حتى تستقر درجة الحرارة. يجب أن تظل درجة حرارة الترمومتر ثابتة أثناء تقطير السائل ذات درجة الغليان الأقل و عندما يتقطر معظمه فإن معدل التقطير يقل و عند هذه النقطة يجب أن ترفع درجة حرارة فلاسكة التقطير.

6. عند الانتهاء من تبخر السائل الأول أنقله من فلاسكة الاستقبال إلى كأس.
7. ارفع درجة الحرارة لرتينة التسخين. سجل درجة الحرارة بعد كل دقيقة حتى الاستقرار.
8. ارسم العلاقة بين درجة الحرارة و الزمن.
9. استنتج درجة الغليان للأسيتون و الإيثانول من الرسم البياني.



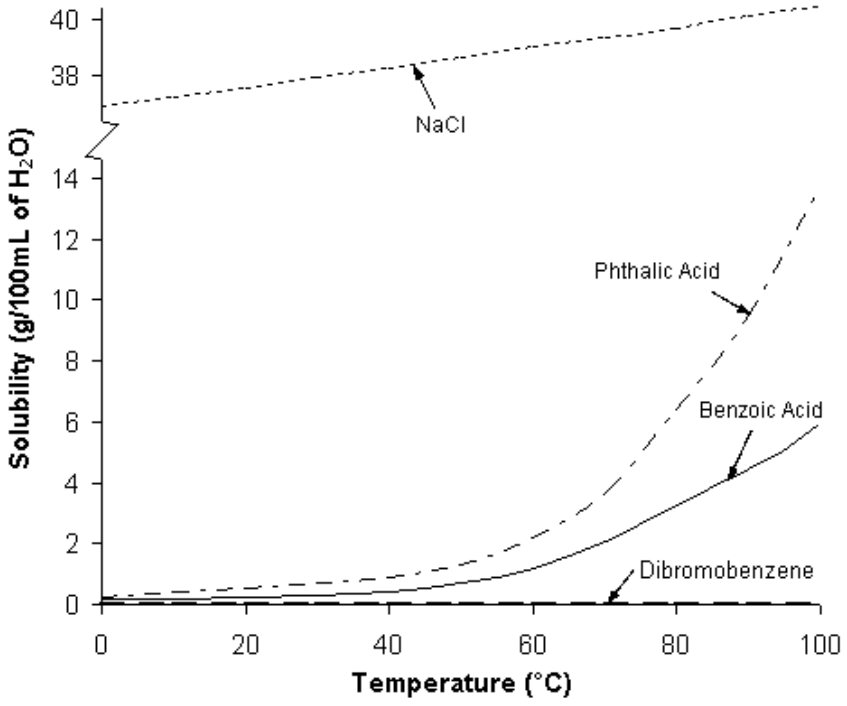
الشكل (1): طريقة تركيب جهاز التقطير التجزيئي

التجربة رقم (3): فصل مخلوط ثنائي بواسطة إعادة التبلور

1. الأساس النظري:

عملية إعادة التبلورRecrystallization هي إحدى طرق الفصل الكيميائي التي تعتمد على الفرق بين الخواص الكيميائية أو الفيزيائية للمركبات (مثلا A و B) المراد فصلها. في حالة كون الخواص الفيزيائية للمركبات A و B مختلفة يمكن فصلهما على أساس ذوبانيتهما المختلفة، مثال الفصل بين كلوريد الصوديوم و الكوليسترول Cholesterol الذي يتم في محلول من الماء و الإيثر ether علما بأن الملح يذوب في الماء و لا يذوب في الإيثر و العكس فيما يخص الكوليسترول.

عامل آخر يمكن أن يأثر على ذوبانية المركبات هي درجة الحرارة و الشكل (1) يوضح تأثيرها على ذوبانية كلوريد الصوديوم Sodium chloride، حمض الفثاليك Phthalic acid ، حمض البنزويك benzoic acid و ثنائي برومو بنزين Dibromobenzene.



الشكل (1): تأثير درجة الحرارة و نوع المذيب على ذوبانية المركبات الكيميائية

2. المواد و الأدوات المستخدمة :

1. إيثانول Ethanol.
2. حمض الكبريتيك (3 مولار).
3. العينة (لطالب واحد): اخلط جيدا 2 جم من كبريتات النحاس Copper Sulphate مع 3 جم من حمض السلسليك Salicylic acid.
4. ثلج.
5. لوح تسخين.
6. كأس (250 مل).
7. حجر الغليان.
8. محراك زجاجي.
9. زجاجة ساعة.
10. ميزان.
11. جهاز الترشيح بالتفريغ مع قمع بخنر.
12. ورق ترشيح.

3. خطوات التجربة :

1. أغسل و جفف كأس سعة 250 مل.
2. انقل حوالي 4 جم من العينة إلى الكأس.
3. أضف 1 مل من حمض الكبريتيك (3 مولار) إلى 100 مل من ماء مقطر ثم انقل المحلول إلى الكأس.
4. سخن عند درجة حرارة 70 ـ 80 درجة مئوية المحلول على لوح تسخين مع التحريك المستمر حتى ذوبان كل العينة.
5. ضع زجاجة ساعة على الكأس و اترك المحلول يبرد ثم ضع الكأس في ثلج و اتركه حتى يترسب كل حمض السلسليك.
6. رشح محتوى الكأس بجهاز الترشيح بالتفريغ (لا تنس أن: تغسل دورق الترشيح و أن تزن بدقة عالية ورقة الترشيح).
7. جفف الراسب مع ورق الترشيح في فرن تجفيف لمدة 30 دقيقة (105 ـ 110 درجة مئوية).

8. أسكب المحلول الأزرق الموجود في دورق الترشيح في الكأس.
9. ضع 3 حجر غليان في الكأس ثم سخن المحلول حتى درجة الغليان حتى ينخفض حجم المحلول إلى حوالي 25 مل.
10. أضف حوالي 25 مل من الإيثانول إلى الكأس مع التحريك المستمر حتى يصبح المحلول عكراً.
11. اترك المحلول يبرد في درجة الغرفة ثم ضع الكأس في الثلج. ستلاحظ تكون راسب من كبريتات النحاس ذو اللون الأزرق.
12. عند ترسيب كل كبريتات النحاس، قم بترشيح محتوى الكأس بالتفريغ (لا تنس أن تزن ورقة الترشيح) ثم جفف الراسب في فرن تجفيف لمدة 30 دقيقة (105 ـ 110 درجة مئوية).
13. بعد تجفيف حمض السلسليك و كبريتات النحاس، سجل وزنهما و احسب النسبة المئوية لحمض السلسليك و كبريتات النحاس.

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي.

1. عرف مبدأ التقطير ثم اذكر نوعين من طرق التقطير.
2. فرق بين مبدأ التقطير البسيط و التقطير التجزيئي.

إجابة الامتحان الذاتي

1. التقطير هي عملية فصل خليط من السوائل (أو خليط من سائل و صلب) عن بعضها البعض. و تعتمد هذه العمليات على تحويل المادة السائلة أو الصلبة بالتسخين إلى بخار و تكثيفها و تحويلها إلى سائل. يعتمد التقطير أساساً على درجة الغليان للمواد المراد تنقيتها.

ينقسم التقطير إلى أربعة أنواع: التقطير البسيط Simple Distillation, التقطير التجزيئي Fractional Distillation, التقطير الأيزوتروبي Azeotropic distillation و التقطير البخاري Steam Distillation.

2. أساس التقطير البسيط هو فصل مواد بينها فرق كبير في درجات الغليان أو لتنقية مادة سائلة توجد فيها شوائب صلبة. و أساس التقطير التجزيئي هو فصل خليط من سوائل تتميز بدرجات حرارة غليان متقاربة مستخدما عمود التجزئة.

نظم و تقنيات مختبرية (عملي)

أسطوانات الغازات المضغوطة

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على استخدام و تخزين أسطوانات الغازات المضغوطة بطريقة صحيحة و آمنة.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على:

1. التأكد من اسم الغاز الذي تحتويه أسطوانة الغاز.
2. التمييز بين أنواع منظمات الغازات.
3. التمييز بين أنواع الأنابيب المستخدمة.
4. تثبيت الأسطوانة عموديا لكي لا تسقط.
5. تركيب منظم الغاز و الصمامات و الأنابيب.

الوقت المتوقع:

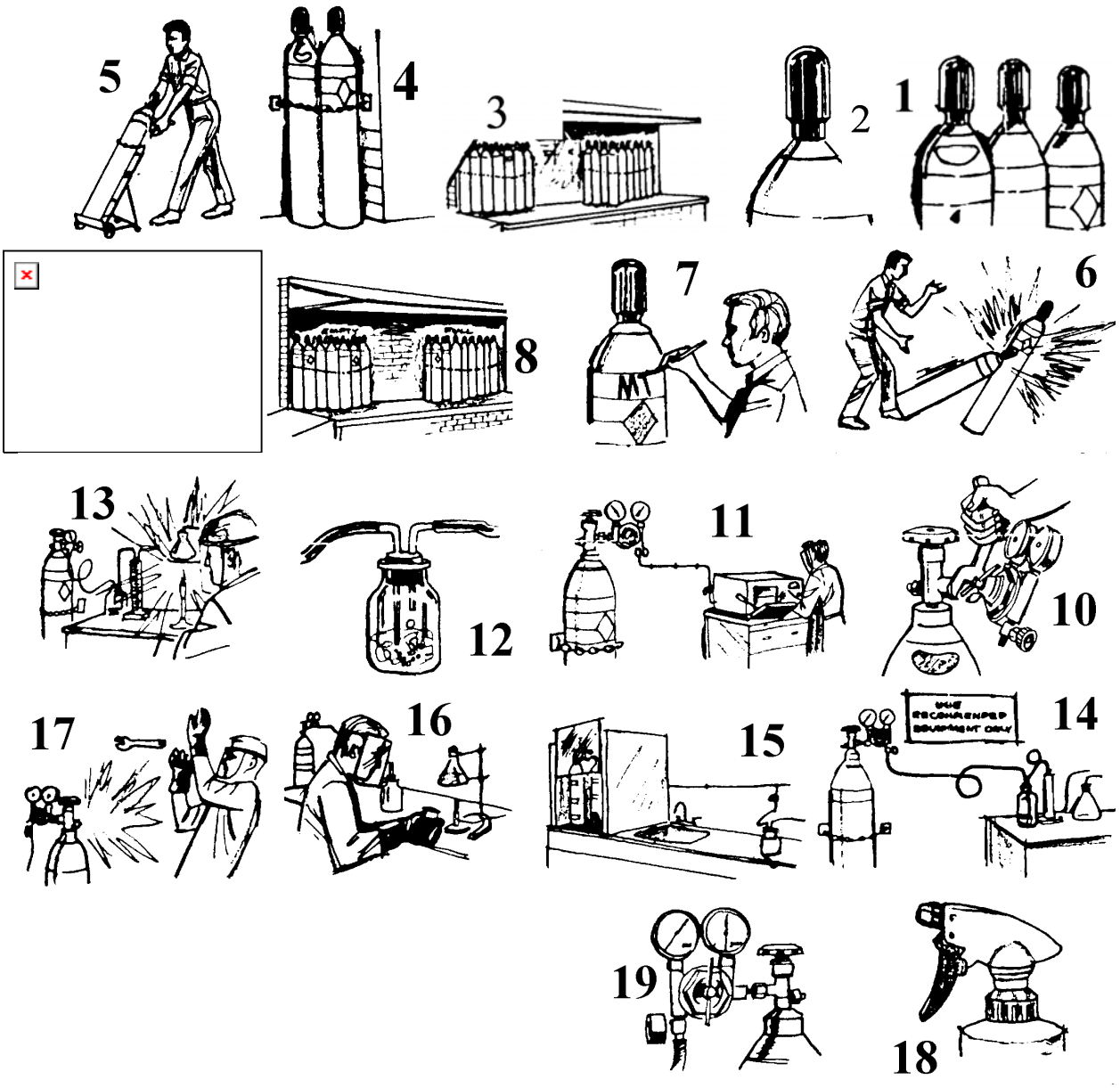
ساعتان.

أسطوانات الغازات المضغوطة

1. مقدمة:

القواعد و التحذيرات للتعامل مع أسطوانات الغازات المضغوطة موضحة فيما يلي (الشكل 1):

1. محتويات الأسطوانة يجب أن تعرف جيدا.
2. يجب حماية صمام الأسطوانة.
3. قم بتخزين الأسطوانات بشكل جيد.
4. قم بتثبيت الأسطوانات.
5. قم بنقل الأسطوانات بشكل صحيح.
6. لا تسقط الأسطوانات أرضا.
7. أعد الأسطوانات في حالتها التي استلمتها عليها.
8. امنع اختلاط الأسطوانات الفارغة.
9. استخدم التحكم الجيد في التفريغ.
10. لا تستخدم القوة لربط التوصيلات.
11. لتكن الأسطوانات بعيدة عن الحرارة و مصادرها.
12. امنع التلوث.
13. احذر وقوع الحرائق أو الانفجاريات.
14. امنع التآكل.
15. اجعل الغاز المستخدم بعيدا عن الهواء المتنفس.
16. تجنب الحروق الكيميائية.
17. لا تعبث مطلقا بأدوات السلامة في الأسطوانات أو الصمامات.
18. امنع و احذر التسربات في صمام الأسطوانة.
19. حدد المحتوى في الأسطوانة بشكل صحيح.



الشكل (1): القواعد و التحذيرات أثناء التعامل مع أسطوانات الغاز

يوضح الجدول (1) الخصائص الخطرة للغازات المضغوطة الشائعة.

الجدول (1): الخصائص الخطرة للغازات المضغوطة الشائعة

الغاز	الخطر		
	سام	قابل لاشتعال	حارق
Acetylene		●	
Air			
Argon			
Helium			
Hydrogen		●	
Butane		●	
Methane	●	●	
Nitrogen			
Nitrous oxide			●
Oxygen		●	
Propane		●	

2. الأدوات المستخدمة:

1. أسطوانات لكل أنواع الغازات المتوفرة في المختبرات.
2. أدوات لتثبيت منظمات الغازات و الصمامات و الأنابيب.

3. التدريب:

يتدرب الطالب على الآتي:

كيفية التعرف على الغاز التي تحتويه أسطوانة الغاز من خلال المعلومات المكتوبة على الأسطوانة و لون الأسطوانة.
التعرف على أنواع منظمات الغازات المستخدمة حسب نوع الغاز التي تحتويه الأسطوانة.
التعرف على أنواع الأنابيب المستخدمة.
طريقة تثبيت الأسطوانة عموديا لكي لا تسقط.
طريقة تركيب منظم الغاز و الصمامات و الأنابيب.

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي.

1. اذكر القواعد و التحذيرات للتعامل مع أسطوانات الغازات المضغوطة.

2. أكمل الجدول التالي:

الغاز	الخطر		
	سام	قابل للاشتعال	حارق
Acetylene			
Air			
Argon			
Helium			
Hydrogen			
Butane			
Methane			
Nitrogen			
Nitrous oxide			
Oxygen			
Propane			

إجابة الامتحان الذاتي

1. القواعد و التحذيرات للتعامل مع أسطوانات الغازات المضغوطة:

1. محتويات الأسطوانة يجب أن تعرف جيدا.
2. يجب حماية صمام الأسطوانة.
3. قم بتخزين الأسطوانات بشكل جيد.
4. قم بتثبيت الأسطوانات.
5. قم بنقل الأسطوانات بشكل صحيح.
6. لا تسقط الأسطوانات أرضا.
7. أعد الأسطوانات في حالتها التي استلمتها عليها.
8. امنع اختلاط الأسطوانات الفارغة.
9. استخدم التحكم الجيد في التفريغ.
10. لا تستخدم القوة لربط التوصيلات.
11. لتكن الأسطوانات بعيدة عن الحرارة و مصادرها.
12. امنع التلوث.
13. احذر وقوع الحرائق أو الانفجاريات.
14. امنع التآكل.
15. اجعل الغاز المستخدم بعيدا عن الهواء المتنفس.
16. تجنب الحروق الكيميائية.
17. لا تعبث مطلقا بأدوات السلامة في الأسطوانات أو الصمامات.
18. امنع و احذر التسربات في صمام الأسطوانة.
19. حدد المحتوى في الأسطوانة بشكل صحيح.

.2

الغاز	الخطر		
	سام	قابل للاشتعال	حارق
Acetylene		●	
Air			
Argon			
Helium			
Hydrogen		●	
Butane		●	
Methane	●	●	
Nitrogen			
Nitrous oxide			●
Oxygen		●	
Propane		●	

نظم و تقنيات مختبرية (عملي)

كيفية إطفاء الحرائق

الجدارة:

أن يكون الطالب قادراً على استخدام طفايات الحريق.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على تصنيف الحرائق و استخدام الطفاية المناسبة لنوع الحريق.

الوقت المتوقع:

ساعتان.

كيفية إطفاء الحرائق

1 .الأساس النظري:

1 . 1 تعريف الحريق:

الحريق هو تفاعل كيميائي لمادة مع الأكسجين الجوي عند درجة حرارة عالية و ينتج عن هذا التفاعل طاقة عالية على شكل حرارة و ضوء. هذا النوع من التفاعلات يقال أنها مولدة للحرارة Exothermic. اندلاع أي حريق ينتج بسبب توفر ثلاث عوامل و هي: المادة (التي تلعب دور الوقود)، الهواء (الأكسجين أو العامل المؤكسد) و درجة الحرارة (درجة الاحتراق). و تكوّن هذه العوامل بما يسمى بمثلث الحريق Fire triangle (الشكل (1).

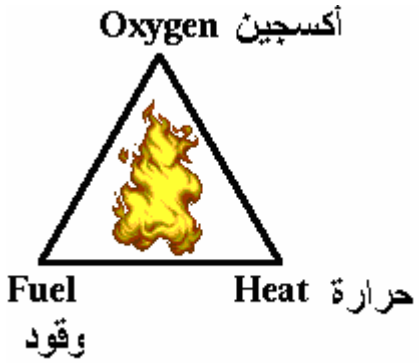
1 . 2 تصنيف الحرائق:

يوضح الجدول (1) تصنيف الحرائق و الطفايات المناسبة لإطفائها.

الجدول (1): تصنيف الحرائق و الطفايات المناسبة لاطفائها

تصنيف الحريق	الماء	الطفايات ذات رغوة كيميائية	ثاني أكسيد الكربون	الطفايات الكيميائية الجافة العادية	الطفايات الكيميائية الجافة ABC	طفايات الهالون
الصنف A ورق، خشب، قماش، ...	نعم	ينصح أن لا تستخدم	ينصح أن لا تستخدم	ينصح أن لا تستخدم	نعم	ينصح أن لا تستخدم
الصنف B البنزين، الزيوت، الدهون، ...	لا	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
الصنف C معدات كهربائية	لا	لا	نعم	نعم	نعم	نعم
الصنف D* معادن قابلة للاشتعال	لا	لا	لا	لا	لا	لا

* إطفاء حرائق المعادن مثل المغنيسيوم، التيتانيوم، الصوديوم، البوتاسيوم ،... يتطلب طفايات كيميائية جافة خاصة.



الشكل (1): مثلث الحريق

1 ـ 2 رموز الحرائق:

يوضح الشكل (2) رموز أنواع الحرائق.

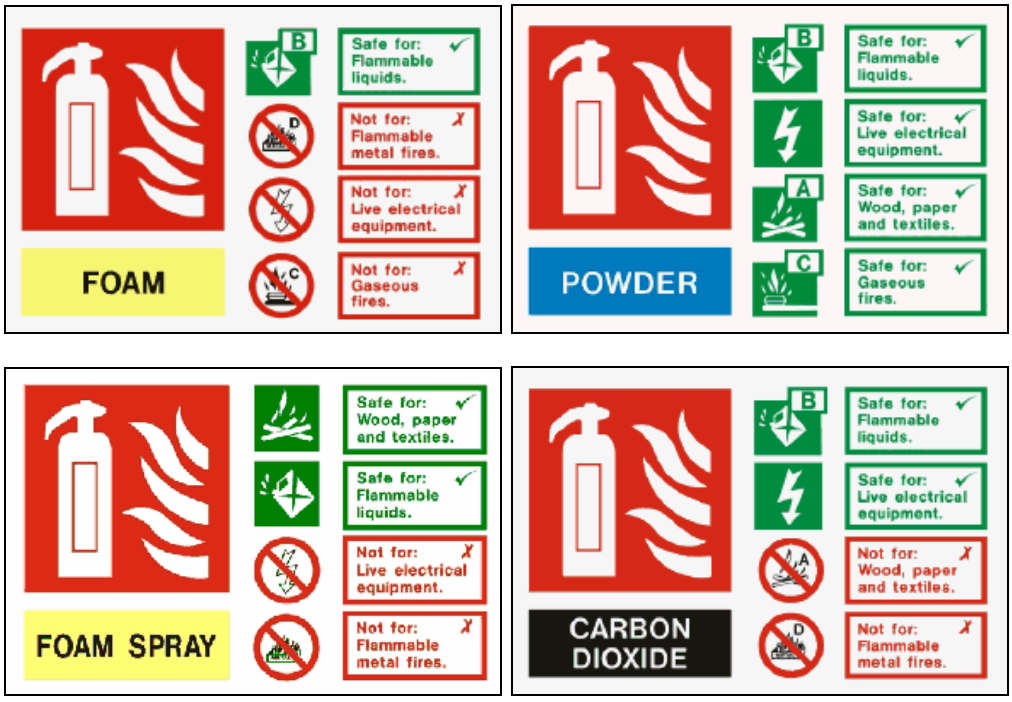
أصناف الحرائق	رمز الصنف
الصنف A	
الصنف B	
الصنف C	
الصنف D	

الشكل (2): رموز أصناف الحرائق

1 . 3 لاصقات الطفايات:

يجب توفير المعلومات التالية على لاصقات الطفايات (الشكل (3):

1. نوع الطفاية.
2. أصناف الحرائق التي تستخدم لإطفائها.
3. الحرائق التي يمنع أن تستخدم لإطفائها.



الشكل (3): لاصقات الطفايات

1 . 4 طريقة استخدام الطفاية:

يوضح الشكل (4) خطوات استخدام طفايات الحريق.

الشكل (4): خطوات استخدام طفاية الحريق

2. الأدوات المستخدمة :

طفايات الحريق بأنواعها (جافة، رغوة، هالون، ثاني أكسيد الكربون).

3. التدريب:

يتدرب الطالب ميدانيا على الاستخدام الصحيح و السليم لإطفاء حريق.

امتحان ذاتي

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي.

1. أكمل الجزل التالي:

تصنيف الحريق	الماء	الطفايات ذات رغوة كيميائية	ثاني أكسيد الكربون	الطفايات الكيميائية الجافة العادية	الطفايات الكيميائية الجافة ABC	طفايات الهالون
الصنف A ورق، خشب، قماش، ...						
الصنف B بنزين، زيوت، دهون، ...						
الصنف C معدات كهربائية						
الصنف D معادن قابلة للاشتعال						

2. عرف الحريق.

3. ما هي مكونات مثلث الحريق؟

إجابة الامتحان الذاتي

.1

تصنيف الحريق	الماء	الطفايات ذات رغوة كيميائية	ثاني أكسيد الكربون	طفايات الكيميائية الجافة العادية	الطفايات الكيميائية الجافة ABC	طفايات الهالون
الصنف A ورق، خشب، قماش، ...	نعم	ينصح أن لا تستخدم	ينصح أن لا تستخدم	ينصح أن لا تستخدم	نعم	ينصح أن لا تستخدم
الصنف B البنزين، الزيوت، الدهون، ...	لا	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم
الصنف C معدات كهربائية	لا	لا	نعم	نعم	نعم	نعم
الصنف D معادن قابلة للاشتعال	لا	لا	لا	لا	لا	لا

2. الحريق هو تفاعل كيميائي لمادة مع الأكسجين الجوي عند درجة حرارة عالية و ينتج عن هذا التفاعل طاقة عالية على شكل حرارة و ضوء.

3. مكونات مثلث الحريق هي: المادة (التي تلعب دور الوقود)، الهواء (الأكسجين أو العامل المؤكسد) و درجة الحرارة (درجة الاحتراق).

الملحق (1 ـ أ) : عبارات الخطر الدولية للمواد الكيميائية

R1 متفجر في الحالة الجافة.

R2 متفجر بالاحتكاك و الإشعال و الصدم.

R3 متفجر عالي الاحتمال بالاحتكاك و الإشعال و الصدم.

R4 يكون مركب معدني بالغ الحساسية للانفجار.

R5 التسخين قد يؤدي إلى الانفجار.

R6 متفجر مع أو بدون الهواء.

R7 محتمل أن يسبب حريق.

R8 اتصاله بالمواد القابلة للحرق قد يسبب حريق.

R9 متفجر إذا خلط مع مواد قابلة للحرق.

R10 قابل للاشتعال (للالتهاب).

R11 شديد القابلية للالتهاب (مادة سريعة الاشتعال).

R12 بالغ القابلية للاشتعال.

R13 غاز مسال بالغ القابلية للاشتعال.

R14 يتفاعل بعنف مع الماء.

R15 اتصاله بالماء يُصعد غازات بالغة الاشتعال.

R16 متفجر إذا خلط بالمواد المؤكسدة.

R17 يشتعل تلقائيا في الهواء.

R18 استعماله قد يكون مخلوط قابل للاشتعال أو الانفجار.

R19 محتمل أن يكون بيرأكسيدات قابلة للانفجار.

R20 ضار إذا استنشق.

R21 ضار بالجلد.

R22 ضار إذا ابتلع.

R23 سام إذا استنشق.

R24 سام إذا اتصل بالجاد.

R25 سام إذا ابتاع.

R26 سام جدا إذا استنشق.

R27 سام جدا إذا اتصل بالجلد.

R28 سام جدا إذا ابتلع.

R29 اتصاله بالماء يولد غاز سام.

R30 قد يصبح شديد الاشتعال عند الاستعمال.

R31 يولد غاز سام مع الأحماض.

R32 يولد غاز سام جدا مع الأحماض.

R33 خطر التأثيرات التراكمية.

R34 يسبب حروق.

R35 يسبب حروق شديدة.

R36 مهيج للعين.

R37 مهيج للجهاز التنفسي.

R38 مهيج للجلد.

R39 يسبب تأثيرات مستديمة خطيرة جدا.

R40 محتمل أن يسبب تأثيرات مستديمة.

R41 خطر تلف العين.

R42 قد يسبب حساسية إذا استنشق.

R43 قد يسبب حساسية عن طريق الجلد.

R44 خطر الانفجار عند التسخين في وعاء مغلق.

R45 قد يسبب السرطان.

R46 قد يسبب أضرار جينية وراثية.

R47 قد يسبب مشاكل في التنفس.

R48 قد يسبب أضرار خطيرة عند التعرض لفترات طويلة.

R49 قد يسبب السرطان إذا استنشق.

R50 سام جدا للأحياء المائية.

R51 سام للأحياء المائية.

R52 ضار بالأحياء المائية.

R53 قد يسبب على المدى الطويل أضرر للبيئة المائية.

R54 سام للنباتات.

R55 سام للحيوانات.

R56 سام للأحياء التربة.

R57 سام للنحل.

R58 قد يسبب على المدى الطويل أضرر للبيئة.

R59 خطير على طبقة الأوزون.

R60 قد يضرر بالخصوبة (الإنجاب).

R61 قد يسبب أضرار على الجنين.

R62 محتمل أن يضر بالخصوبة.

R63 محتمل أن يضر الجنين.

R64 قد يسبب ضرر بالأطفال الرضع.

R65 قد يسبب الضرر للرئة إذا ابتلع.

R66 تكرار التعرض قد يؤدي إلى جفاف أو تشقق الجلد.

R67 الأبخرة قد تؤدي إلى دوار أو نعاس.

الملحق (1 . ب): عبارات الأمان الدولية للمواد الكيميائية

S1 يحفظ مغلقا.

S2 يحفظ بعيد عن متناول الأطفال.

S3 يحفظ في مكان بارد.

S4 يحفظ بعيد عن أماكن المعيشة.

S5a يحفظ تحت سطح الماء.

S5b يحفظ تحت سطح البترول.

S6a يحفظ في جو من النيتروجين.

S6b يحفظ في جو من الأرجون.

S6c يحفظ في جو من ثاني أكسيد الكربون.

S7 أبقي الوعاء محكم الغلق.

S8 أبقي الوعاء جاف.

S9 يحفظ الوعاء في مكان جيد التهوية.

S12 لا تترك الوعاء ملحوم (مغلق بإحكام).

S13 يحفظ بعيدا عن الأطعمة و المشروبات.

S14 يحفظ بعيدا عن المواد المختزلة.

S14a يحفظ بعيدا عن المواد المختزلة و المعادن الثقيلة و الأحماض و القلويات.

S14b يحفظ بعيدا عن المواد المؤكسدة و المعادن الثقيلة و الأحماض.

S14c يحفظ بعيدا عن الحديد.

S14d يحفظ بعيدا عن الماء و المحاليل القلوية.

S14e يحفظ بعيدا عن الأحماض.

S14f يحفظ بعيدا عن المحاليل القلوية.

S14g يحفظ بعيدا عن المعادن.

S14h يحفظ بعيدا عن المواد المؤكسدة و الأحماض.

S14i يحفظ بعيدا عن المواد العضوية القابلة للاشتعال.

S14j يحفظ بعيدا عن الأحماض و المواد المختزلة.

S15 يحفظ بعيدا عن الحرارة.

S16 يحفظ بعيدا عن مصادر الاشتعال و يمنع التدخين.

S17 يحفظ بعيدا عن المواد القابلة للاشتعال.

S18 افتح و تعامل مع الوعاء بحرص.

S20 يمنع الأكل و الشرب عند العمل به.

S21 يمنع التدخين عند العمل به.

S22 لا تستنشق غباره.

S23a لا تستنشق غازاته.

S23b لا تستنشق دخانه.

S23c لا تستنشق أبخرته.

S23d لا تستنشق رذاذه.

S23e لا تستنشق رذاذه أو بخاره.

S24 تجنب مسه للجلد.

S25 تجنب مسه للعين.

S26 اغسل بالماء الجاري في الحال و التمس النصيحة الطبية في حالة مسه للعين.

S27 أنزع في الحال كل الملابس الملوثة به.

S28a اغسل في الحال بالماء الجاري إذا مس الجلد.

S28b اغسل في الحال بالماء الجاري و الصابون إذا مسا الجلد.

S28c اغسل في الحال بالماء الجاري و الصابون إذا مس الجلد و كذا ببولي اثيليين جليكول400 إن أمكن.

S28d اغسل في الحال إذا مس الجلد بكثير من بولي اثيليين جليكول300 و الايثانول ثم بالماء الجاري و الصابون.

S28e اغسل في الحال إذا مس الجلد بكثير من بولي اثيليين جليكول400.

S28f اغسل في الحال إذا مس الجلد بكثير من بولي اثيليين جليكول400 و الماء الجاري.

S29 لا تلقي في أحواض المياه.

S30 يمنع منعا باتا إضافة الماء إلى هذا المنتج.

S33 خد الاحتياط ضد التفريغ الكهربي الأستاتيكي.

S34 تجنب الصدمات و الاحتكاك.

S35 تخلص من البقية والوعاء في مكان آمن.

S36 البس ملابس واقية مناسبة.

S37 البس قفازات مناسبة.

S38 في حالة التهوية الرديئة ضع جهاز التنفس الصناعي.

S39 استعمل أدوات لحماية العينين و الوجه.

S40 استعمل الماء لغسل الأسطح الملوثة بهذا المنتج.

S41 لا تستنشق دخانه عند حرقه أو انفجاره.

S42 استعمل التنفس الصناعي عند رشه.

S43a استعمل الماء عند الحريق.

S43b استعمل الماء أو البودرة الجافة عند الحريق.

S43c في الحريق لا تستعمل الماء أبداً و لكن البودرة الجافة.

S43d في الحريق لا تستعمل الماء أبداً و لكن ثاني أكسيد الكربون.

S43e في الحريق لا تستعمل الماء أبداً و لكن الهلوجينات.

S43f في الحريق لا تستعمل الماء أبداً و لكن الرمل.

S43g لا تستعمل الماء أبدا في إطفاء حريق المعادن و لكن البودرة الجافة.

D43h في الحريق لا تستعمل الماء أبدا و لكن الرمل أو البودرة الجافة أو ثاني أكسيد الكربون.

S44 اذهب للطبيب إذا شعرت بالمرض و اعرض عليه الملصق الخاصة بالعبوة.

S45 اذهب للطبيب عند الإصابة أو إذا شعرت بالمرض في الحال و اعرض عليه الملصق الخاصة بالعبوة.

S46 اذهب للطبيب عند البلع في الحال و اعرض عليه الملصق الخاصة بالعبوة.

S47 يحفظ في درجة حرارة لا تتعد (تذكر القيمة).

S48 يحفظ مبللا بالماء.

S49 يحفظ فقط في العبوة الأصلية.

S50a لا يخلط مع الأحماض.

S50b لا يخلط مع المحاليل القلوية.

S50c لا يخلط مع الأحماض و القلويات القوية أو المعادن غير الحديدية أو أملاحها.

S51 يستعمل فقط في أماكن جيدة التهوية.

S52 لا ينصح بتناوله عموما.

S53 تجنب التعرض له و اقرأ التعليمات الخاصة به.

S54 احصل على تصريح قبل صرفه في شبكة المجاري.

S55 يعالج قبل الصرف في شبكة المجاري.

S56 تخلص من البقية و العبوة عند نقاط مخصوصة.

S57 استخدم الأوعية المناسبة لمنع التلوث.

S58 يتم التخلص منه كنفاية خطيرة.

S59 اتصل بالصنع أو الوكيل لمعرفة معلومات عن إعادة التدوير.

S60 يجب التخلص منه و عبوته كنفاية خطيرة.

S61 تجنب إطلاقه إلى البيئة و راجع التعليمات الخاصة بتداوله و التخلص منه.

S62 لا تتقيأ عند الابتلاع و اذهب للطبيب في الحال و خذ معك العبوة أو الملصق الخاص بالعبوة.

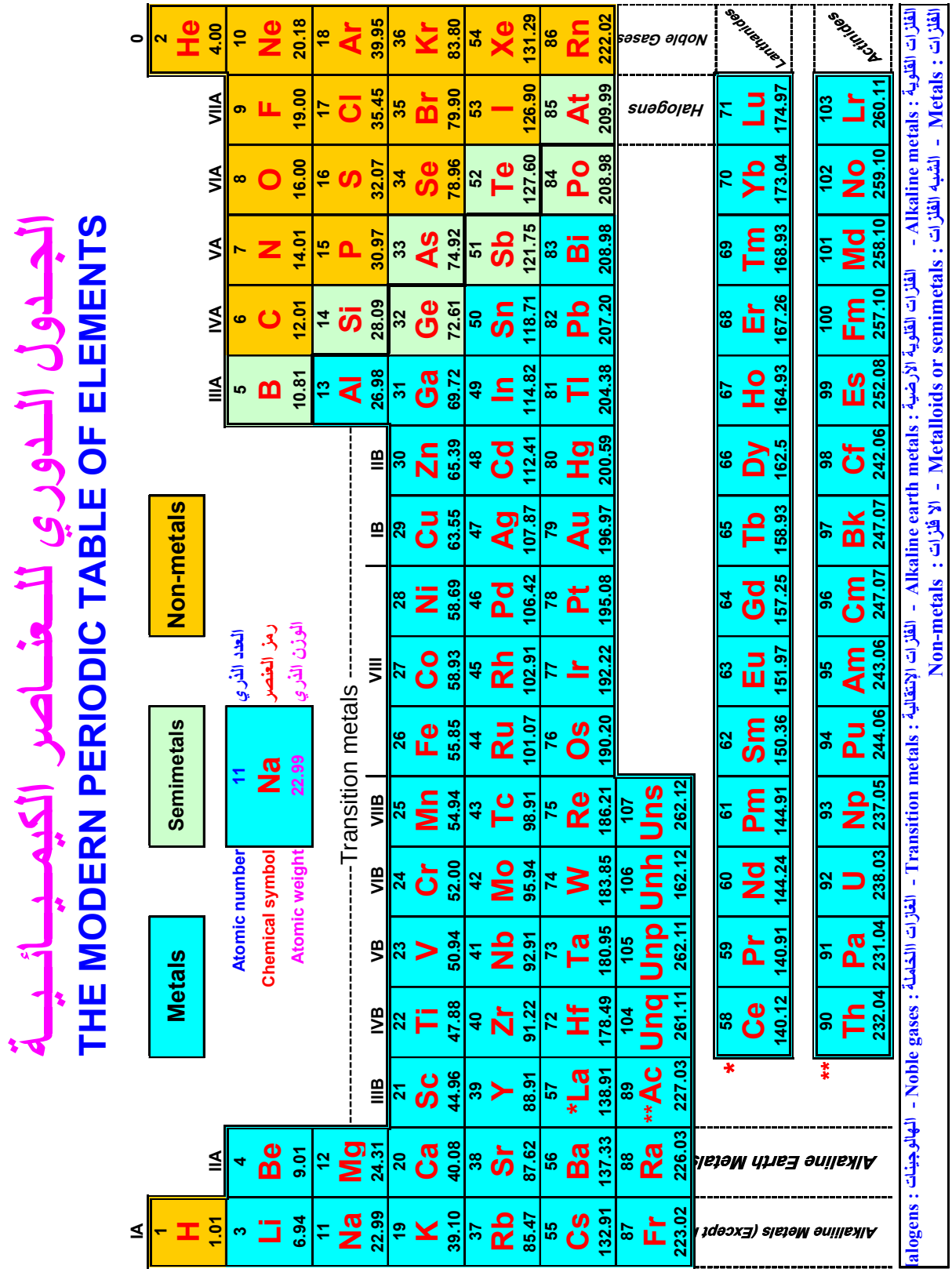
S63 في حالة استنشاق المادة: ينقل المصاب إلى الهواء الطلق.

S64 في حالة ابتلاع المادة: يغسل الفم (ما لم يكون المصاب فاقدا الوعي).

الملحق (2): العناصر الكيميائية (عربي ـ إنجليزي)

الاسم بالإنجليزية	الرمز	الاسم بالعربية	الاسم بالإنجليزية	الرمز	الاسم بالعربية	الاسم بالإنجليزية	الرمز	الاسم بالعربية
Polonium	**Po**	بولونيوم	Germanium	**Ge**	جيرمانيوم	Actinium	**Ac**	أكتنيوم
Praseodymium	**Pr**	براسيوديميوم	Hydrogen	**H**	هيدروجين	Silver	**Ag**	فضة
Platinum	**pt**	بلاتين	Hahnium	**Ha**	هاهنيوم	Aluminum	**Al**	المنيوم
Plutonium	**Pu**	بلوتونيوم	Helium	**He**	هيليوم	Americium	**Am**	أمريسيوم
Radium	**Ra**	راديوم	Hafnium	**Hf**	هافنيوم	Argon	**Ar**	آرجون
Rubidium	**Rb**	روبيديوم	Mercury	**Hg**	زئبق	Arsenic	**As**	زرنيخ
Rhenium	**Re**	رينيوم	Holmium	**Ho**	هولميوم	Astatine	**At**	آستانين
Rutherfordium	**Ri**	رذرفورديوم	Iodine	**I**	يود	Gold	**Au**	ذهب
Rhodium	**Rh**	روديوم	Indium	**In**	إنديوم	Boron	**I**	بوورون
Radon	**Rn**	رادون	Iridium	**Ir**	إريديوم	Barium	**Ba**	باريوم
Ruthenium	**Ru**	روثينيوم	Potassium	**K**	بوتاسيوم	Beryllium	**Be**	بيريليوم
Sulfur	**S**	كبريت	Krypton	**Kr**	كربتون	Bismuth	**Bi**	بزموث
Antimony	**Sb**	أنتيموني	Lanthanum	**La**	لانثانوم	Fermium	**Fm**	فيرميوم
Scandium	**Sc**	سكانديوم	Lithium	**Li**	ليثيوم	Berkelium	**Bk**	بيركيليوم
Selenium	**Se**	سيلينيوم	Lutetium	**Lu**	لوتيتيوم	Bromine	**Br**	بروم
Silicon	**Si**	سليكون	Lawrencium	**Lr**	لورنسيوم	Carbon	**C**	فحم
Samarium	**Sm**	ساماريوم	Mendelevium	**Md**	مندليفيوم	Calcium	**Ca**	كالسيوم
Tin	**Sn**	قصدير	Magnesium	**Mn**	مجنسيوم	Cadmium	**Ca**	كادميوم
Strontium	**Sr**	سترانشيوم	Manganese	**Mg**	منجنيز	Cerium	**Ce**	سيريوم
Tantalum	**Ta**	تانتالوم	Molybdenum	**Mn**	مولبدينوم	Californium	**Cf**	كاليفورنيوم
Terbium	**Tb**	تيربيوم	Nitrogen	**N**	نيتروجين	Chlorine	**Cl**	كلور
Technetium	**Tc**	تكنيتيوم	Sodium	**Na**	صوديوم	Curium	**Cm**	سوريوم

الملحق (3): الجدول الدوري للعناصر الكيميائية



المراجع

1. ابراهيم بن صالح المعتاز و محمد بن إبراهيم الحسن: السلامة في المختبرات و المصانع الكيميائية، مكتبة الخريجي، الطبعة الأولى، 1408 هـ.

2. كوركيس عبدآل آدم و يوسف زورا يوسف: المخاطر الكيميائية و الآمان، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي، العراق.

3. صالح بن علي علان، علي بن محمد الريس، حسن بن علي الشهري و صالح بن محسن العطاس: دليل السلامة في المختبرات المدرسية (بنات)، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية، اللجنة الوطنية للتعليم، الرياض، 1422 هـ.

G.J Shugar, R. A. Shugar, L. Bauman and R. S. Bauman, Chemical Technician's Ready Reference Handbook, McGraw-Hill Book Company, 2nd edition, international edition, 1981.

المحتويات

تمهيد 3
الفصل الأول: مواصفات المختبرات الكيميائية. . . . . - 2 -
1 ـ مقدمة: . . . . . - 2 -
2. موقع وتصميم المختبر: . . . . . - 2 -
3 ـ مساحة وارتفاع المختبر: . . . . . - 3 -
4 ـ أرضية المختبر: . . . . . - 3 -
5 ـ الأبواب ومخارج الطوارئ: . . . . . - 3 -
6. الإضاءة والتهوية في المختبر. . . . . - 4 -
6 ـ 1 الإضاءة: . . . . . *- 4 -*
6 ـ 1 ـ 1 الإضاءة الطبيعية: . . . . . *- 4 -*
6 ـ 1 ـ 2 الإضاءة الصناعية: . . . . . *- 4 -*
6 ـ 2 التهوية: . . . . . - 5 -
7 ـ طاولة المختبر The bench: . . . . . - 5 -
8 ـ أحواض الغسيل عددها ومواصفاتها: . . . . . - 6 -
9 ـ عدد مختبرات الكيمياء وملاحقها: . . . . . - 6 -
9 ـ 1 غرفة المختبر: . . . . . *- 6 -*
9 ـ 2 غرفة التحضير: . . . . . *- 6 -*
9 ـ 3 غرفة التخزين: . . . . . *- 6 -*
10. تصنيف المختبرات الكيميائية: . . . . . - 7 -
10 ـ 1 مختبر الكيمياء العامة: . . . . . *- 7 -*
10 ـ 2 مختبر الكيمياء العضوية: . . . . . *- 7 -*
10 ـ 3 مختبر الكيمياء الفيزيائية: . . . . . *- 8 -*
10 ـ 4 مختبر الكيمياء التحليلية: . . . . . *- 8 -*
10 ـ 5 مختبر الكيمياء غير عضوية: . . . . . *- 8 -*
10 ـ 6 مختبر الصناعات الكيميائية: . . . . . *- 8 -*
10 ـ 7 مختبر أجهزة التحليل المتقدمة: . . . . . *- 9 -*

الفصل الثاني: التجهيزات الفنية الثابتة بالمختبر . . . . . - 9 -
1 ـ مقدمة: . . . . . - 9 -
2 ـ التجهيزات الضرورية في المختبر: . . . . . - 10 -
2 ـ 1 طاولة المختبر The bench: . . . . . - 10 -
2 ـ 2 طاولات المختبر الجانبية: . . . . . - 10 -
2 ـ 3 الأرفف: . . . . . - 10 -
2 ـ 4 دواليب حفظ الكيماويات و الزجاجيات: . . . . . - 11 -
3 ـ الأجهزة والأدوات والمواد في الواجب توفرها في المختبر: . . . . . - 12 -
4 ـ خدمات المختبر: . . . . . - 26 -
4 ـ 1 خدمات الكهرباء: . . . . . - 27 -
4 ـ 2 خدمات الغاز: . . . . . - 27 -
4 ـ 3 خدمات الماء: . . . . . - 27 -
4 ـ 4 صنابير الماء والغاز والهواء المضغوط: . . . . . - 28 -
5 ـ تنظيم المختبر: . . . . . - 28 -
6 ـ الصيانة في المختبر: . . . . . - 29 -
امتحان ذاتي . . . . . - 30 -
2 ـ الكيماويات الخطرة وطرق التعامل معها: . . . . . - 33 -
2 ـ 1 مواد شديدة الاشتعال(المذيبات): . . . . . - 33 -
2 ـ 2 مواد ذاتية الاشتعال: . . . . . - 34 -
2 ـ 3 المتفجرات: . . . . . - 34 -
2 ـ 4 مواد شديدة السمية: . . . . . - 34 -
2 ـ 5 مركبات تسبب الأمراض الخبيثة: . . . . . - 34 -
2 ـ 6 الأحماض والقواعد المركزة: . . . . . - 35 -
3 ـ التعليمات و الإرشادات الموجودة على العبوات الكيميائية: . . . . . - 36 -
4 ـ الإجراءات اللازم اتخاذها عند التخزين: . . . . . - 39 -
5 ـ التعامل مع المواد الكيميائية: . . . . . - 39 -
6 ـ إصابات المواد الكيميائية: . . . . . - 39 -

6 ـ 1 الغازات والأبخرة: . . . . . - *39* -
6 ـ 2 السوائل: . . . . . - *40* -
6 ـ 3 المواد الصلبة: . . . . . - *40* -
7 ـ تخزين المواد الكيميائية: . . . . . - 40 -
7 ـ 1 كيفية التخزين: . . . . . - *41* -
7 ـ 1 ـ 1 تخزين المواد السريعة الاشتعال: . . . . . - *41* -
7 ـ 1 ـ 2 تخزين المواد ذاتية الاشتعال و المواد المتفجرة: . . . . . - *41* -
7 ـ 1 ـ 3 تخزين المواد السامة: . . . . . - *42* -
7 ـ 1 ـ 4 تخزين الأحماض و القواعد: . . . . . - *42* -
امتحان ذاتي . . . . . - 43 -
1 ـ مقدمة: . . . . . - 46 -
2 ـ مراقبة المختبرات: . . . . . - 46 -
أولا :السلامة: . . . . . - *46* -
1 ـ موقع المختبر من ناحية السلامة: . . . . . - *46* -
2 ـ تجهيزات السلامة: . . . . . - *47* -
ثانيا: المواصفات الأساسية في المختبر: . . . . . - *49* -
امتحان ذاتي . . . . . - 50 -
إجابة الامتحان الذاتي . . . . . - 51 -
الأهداف: بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون الطالب قادرا على: . . . . . - 52 -
الوقت المتوقع:12 ساعات. . . . . - 52 -
التجربة رقم (1): الأوعية الزجاجية و الميزان الحساس . . . . . - 53 -
1 ـ الخلفية النظرية:. . . . . - 53 -
1 ـ 1 الأوعية الزجاجية: . . . . . - *53* -
1 ـ 1 ـ 1 القواعد العامة لغسل و تنظيف الأوعية الزجاجية: . . . . . - *53* -
1 ـ 1 ـ 2 غسل الأدوات الخاصة بالتحليل الحجمي: . . . . . - *53* -
1 ـ 1 ـ 3 غسل الرواسب و الدهون: . . . . . - *54* -
1 ـ 1 ـ 3 ـ 1 إزالة الدهون: . . . . . - *54* -

1 ـ 1 ـ 3 ـ 2 إزالة الرواسب: . . . . . - *54* -
1 ـ 1 ـ 4 تعيير السحاحة ، الماصة و الدورق القياسي: . . . . . - *54* -
1 ـ 2 الميزان الحساس: . . . . . - *55* -
1 ـ 2 ـ 1 الاحتياطات المتخذة عند الوزن: . . . . . - *55* -
1 ـ 2 ـ 2 وزن المواد التي تمتص الرطوبة Hygroscopic solids: . . . . . - *56* -
2 ـ المواد ، الأدوات و الزجاجيات المستخدمة: . . . . . - 56 -
3 ـ طريقة العمل:. . . . . - 57 -
3 ـ 1 تصنيف الأوعية الزجاجية: . . . . . - *57* -
3 ـ 2 طريقة غسل الأوعية الزجاجية: . . . . . - *57* -
3 ـ 3 معايرة السحاحة: . . . . . - *57* -
التجربة رقم (2): أجهزة قياس الرقم الهيدروجيني و التوصيلية . . . . . - 59 -
أولا: جهاز قياس الرقم الهيدروجيني pH-meter: . . . . . - 59 -
1 الخلفية النظرية: . . . . . - 59 -
1 ـ 1 كيفية الحفاظ على الأقطاب الزجاجية: . . . . . - *59* -
1 ـ 2 تعيير أجهزة قياس الرقم الهيدروجيني: . . . . . - *59* -
2 ـ المواد و الأجهزة: . . . . . - 60 -
3 ـ خطوات العمل: . . . . . - 60 -
3 ـ 1 تعيير الجهاز: . . . . . - *60* -
3 ـ 2 قياس الرقم الهيدروجيني في العينة: . . . . . - *60* -
ثانيا: جهاز قياس التوصيلية Conductivity meter . . . . . - 61 -
1 ـ الخلفية النظرية:. . . . . - 61 -
1 ـ 1 المبدأ: . . . . . - *61* -
2 ـ المواد و الأجهزة :. . . . . - 61 -
3 ـ طريقة العمل:. . . . . - 61 -
التجربة رقم (3): أجهزة التسخين، التجفيف و الحرق . . . . . - 62 -
1 ـ الخلفية النظرية:. . . . . - 62 -
1 ـ 1 أفكار مفيدة عند التسخين: . . . . . - *62* -

1 ـ 2 أهمية حجر الغليان في عمليات التسخين: . . . . . - 62 -
1 ـ 3 تسخين السوائل غير القابلة للاشتعال: . . . . . - 63 -
1 ـ 4 تسخين السوائل القابلة للاشتعال: . . . . . - 63 -
1 ـ 5 عمليات التجفيف: . . . . . - 63 -
1 ـ 6 المجفّف Desiccator: . . . . . - 64 -
1 ـ 7 عمليات الحرق: . . . . . - 64 -
2 ـ الأجهزة: . . . . . - 64 -
3 ـ خطوات العمل: . . . . . - 65 -
امتحان ذاتي . . . . . - 66 -
1 ـ القواعد العامة للتخلص من النفايات: . . . . . - 69 -
2 ـ الطرق السليمة للتخلص من الكيمياويات المتناثرة على الطاولة و أرضية المختبر: . . - 69 -
2 ـ 1 المواد الصلبة و الجافة Solid and dry substances: . . . . . - 69 -
2 ـ 2 سوائل الأحماض Acid solution: . . . . . - 69 -
2 ـ 3 المحاليل القلوية Alkali solutions: . . . . . - 70 -
2 ـ 4 المذيبات المتطايرة Volatile Solvents: . . . . . - 70 -
2 ـ 6 التخلص من نفاية الزئبق Mercury: . . . . . - 71 -
2 ـ 6 ـ 1 الطريقة الأولى: . . . . . - 71 -
2 ـ 6 ـ 2 الطريقة الثانية: . . . . . - 71 -
3 ـ التدريب على التخلص من نفاية الكيمياويات: . . . . . - 72 -
1 ـ الأساس النظري: . . . . . - 76 -
1 ـ 1 المحاليل القياسية و أنواعها: . . . . . - 76 -
1 ـ 1 ـ 1 المحلول القياسي الأولي: . . . . . - 76 -
1 ـ 1 ـ 2 المحلول القياسي الثانوي: . . . . . - 77 -
خطوات تحضير المحاليل القياسية: . . . . . - 77 -
أولا: تحضير محاليل قياسية بالمولارية . . . . . - 78 -
1 ـ الأساس النظري: . . . . . - 78 -
1 ـ 1 تحضير محلول مولاري من مادة صلبة: . . . . . - 78 -

2 ـ 2 تحضير محلول مولاري من محلول مركز: . . . . . - *79* -
2 ـ 2 ـ 1 الكثافة Density و الوزن النوعي Specific gravity: . . . . . - *79* -
2 ـ 2 ـ 1 حسابات تحضير محلول مولاري من محلول مركز: . . . . . - *80* -
2. الأدوات و المواد المستخدمة:. . . . . - 81 -
3 ـ تحضير محلول مولاري من مادة صلبة: . . . . . - 82 -
خطوات التحضير: . . . . . - *82* -
4 ـ تحضير محلول قياسي مولاري من مادة سائلة: . . . . . - 82 -
خطوات تحضير المحلول القياسي:. . . . . . - *82* -
ثانيا: تحضير محاليل قياسية بالعيارية . . . . . - 83 -
1 الأساس النظري: . . . . . - 83 -
1 ـ 1 الوزن المكافئ: . . . . . - *83* -
1 ـ 2 عدد الوحدات المتفاعلة reacting units: . . . . . - 83 -
1 ـ 2 ـ 1 معايرات الأحماض و القواعد: . . . . . - *83* -
1 ـ 2 ـ 2 معايرات الأكسدة و الاختزال: . . . . . - *84* -
1 ـ 3 أمثلة عن طريقة حساب الوزن المكافئ: . . . . . - *84* -
1 ـ 3 ـ 1 الأحماض: . . . . . - *84* -
1 ـ 3 ـ 2 القواعد: . . . . . - *84* -
1 ـ 4 طريقة حساب الوزن عند تحضير محلول عياري من مادة صلبة: . . . . . - *85* -
1 ـ 5 طريقة حساب الحجم عند تحضير محلول عياري من محلول مركز: . . . . . - *86* -
1 ـ 6 العلاقة بين المولارية و العيارية: . . . . . - *86* -
2 ـ الأدوات و المواد الكيميائية: . . . . . - 86 -
3 ـ تحضير محلول عياري من مادة صلبة: . . . . . - 86 -
4 ـ تحضير محلول قياسي بالعيارية لمادة سائلة:. . . . . - 87 -
خطوات التحضير: . . . . . - *87* -
التحضير رقم (2): تحضير المحاليل القياسية بالجزء في المليون . . . . . - 88 -
1 ـ الأساس النظري: . . . . . - 88 -
2 ـ المواد و الأدوات المستخدمة: . . . . . - 89 -

3 ـ التحضير: . . . . . - 90 -
التحضير رقم (3): تحضير المحاليل القياسية بالنسبة المئوية. . . . . - 91 -
1 ـ الأساس النظري: . . . . . - 91 -
مثال 1: . . . . . - 91 -
2 ـ الأدوات و المواد الكيميائية: . . . . . - 92 -
3 ـ تحضير المحاليل:. . . . . - 93 -
3 ـ 1 تحضير محلول قياسي بالنسبة المئوية الحجمية (% v/v): . . . . . *- 93 -*
خطوات التحضير: . . . . . *- 93 -*
3 ـ 2 تحضير محلول قياسي بالنسبة المئوية الحجمية الوزنية: . . . . . *- 93 -*
خطوات تحضير المحلول القياسي:. . . . . *- 93 -*
التحضير رقم (4): تحضير المحاليل المنظمة. . . . . - 95 -
1 ـ الأساس النظري: . . . . . - 95 -
1 ـ 1 طرق تحضير المحاليل المنظمة: . . . . . *- 95 -*
1 ـ 2 الحسابات:. . . . . *- 96 -*
2 ـ المواد و الأدوات المستخدمة: . . . . . - 97 -
3 ـ تحضير المحلول المنظم: . . . . . - 97 -
3 ـ 1 خطوات التحضير: . . . . . *- 98 -*
3 ـ 2 قياس الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم: . . . . . *- 98 -*
امتحان ذاتي . . . . . - 99 -
1 ـ الأساس النظري: . . . . . - 102 -
1 ـ 1 حسابات المعايرة: . . . . . *- 102 -*
1 ـ 2 الطريقة الصحيحة لاستخدام الماصة:. . . . . *- 103 -*
1 ـ 3 الطريقة الصحيحة لقراءة الأحجام: . . . . . *- 105 -*
1 ـ 4 الطريقة الصحيحة للمعايرة: . . . . . *- 105 -*
3 ـ خطوات التجربة:. . . . . - 106 -
امتحان ذاتي . . . . . - 108 -
1 ـ 1 الترشيح بالجاذبية Gravity filtration: . . . . . *- 111 -*

1 .2 الترشيح بالتفريغ Vacuum filtration: . . . . . - 113 -
1 . 3 أنواع ورق الترشيح: . . . . . - 113 -
1 . 3 . 1 ورق الترشيح النوعي Qualitative-grade papers: . . . . . - 113 -
1 . 4 أنواع البوتقات و الأقماع: . . . . . - 114 -
1 . 4 . 1 القمع الزجاجي Glass funnel و قمع بخنر Büchner Funnel: . . . . - 114 -
1 . 4 . 3 البوتقات الزجاجية و الخزفية: . . . . . - 116 -
أ . البوتقات الزجاجية Glass-sintered crucibles : . . . . . - 116 -
ب . البوتقات الخزفية Porcelain crucibles: . . . . . - 116 -
2 . المواد و الأدوات المستخدمة: . . . . . - 117 -
3 . التجربة: . . . . . - 117 -
خطوات التجربة: . . . . . - 117 -
امتحان ذاتي . . . . . - 119 -
1 . 1 مبدأ التقطير: . . . . . - 122 -
1. 3 أنواع أعمدة التقطير التجزيئي: . . . . . - 123 -
التجربة رقم (1): التقطير البسيط . . . . . - 125 -
1 . الأساس النظري: . . . . . - 125 -
2 . المواد و الأدوات المستخدمة: . . . . . - 125 -
التجربة رقم (2): التقطير التجزيئي . . . . . - 127 -
1 . الأساس النظري: . . . . . - 127 -
2 . المواد و الأدوات المستخدمة: . . . . . - 127 -
التجربة رقم (3): فصل مخلوط ثنائي بواسطة إعادة التبلور . . . . . - 129 -
1 . الأساس النظري: . . . . . - 129 -
2 . المواد و الأدوات المستخدمة: . . . . . - 130 -
3 . خطوات التجربة: . . . . . - 130 -
2 . الأدوات المستخدمة: . . . . . - 137 -
3 . التدريب: . . . . . - 137 -
1 . الأساس النظري: . . . . . - 142 -

1 ـ 2 رموز الحرائق: . . . . . - *143* -
1 ـ 3 لاصقات الطفايات: . . . . . - *144* -
1 ـ 4 طريقة استخدام الطفاية: . . . . . - *144* -
2 ـ الأدوات المستخدمة: . . . . . - 145 -
3 ـ التدريب: . . . . . - 145 -
امتحان ذاتي . . . . . - 146 -
الملحق (1 ـ أ): عبارات الخطر الدولية للمواد الكيميائية. . . . . - 148 -
الملحق (1 ـ ب): عبارات الأمان الدولية للمواد الكيميائية . . . . . - 151 -
الملحق (2): العناصر الكيميائية (عربي ـ إنجليزي) . . . . . - 155 -
الملحق (3): الجدول الدوري للعناصر الكيميائية . . . . . - 156 -
المراجع. . . . . - 157 -