



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

تخصص سلامة الأغذية

الكيمياء

(عملي)

١٩٠ 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 التتموي: 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 " الكيمياء (عملي) " لمتدربي تخصص " سلامة الأغذية " 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، وبالإستعانة 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

الكيمياء هو العلم الأساسي الذي يصف تركيب المواد المختلفة وطرق تحليلها كميًا ووصفيًا وطرق تصنيعها في المختبر والمصنع والطبيعة. وباستخدام المعرفة الكيميائية يمكن تصنيع مواد جديدة لا توجد في الطبيعة قد يكون لها تطبيقات مفيدة. ويلزم الحفاظ على البيئة و تطبيق قواعد وممارسات تقوم في جوهرها على المعرفة الكيميائية. والواقع أن أغلب الصناعات تحتاج إلى المهارة الكيميائية، وبخاصة صناعات التعدين والبتترول واللدائن والنسيج والحراريات والأغذية والمشروبات. كما تحتاج إلى هذه المهارة أيضا مرافق المياه والكهرباء والغاز و الصرف الصحي ومراكز التحليل الطبي والصيدلي والجنائي والجيولوجي. وللكيمياء لغتها الخاصة للتعبير عن تركيب المواد ولوصف نشاط المواد الكيميائي وسرعته، كذلك لها حسابها الخاص وهو يشبه كثيرا الحساب الرياضي.

ومقرر الكيمياء هو مدخل لمعرفة أساسيات الكيمياء التحليلية و المركبات العضوية. يهدف التحليل الكيميائي إلى تحديد هذه المواد كميًا و كيميائيًا. و يطبق التحليل الكيميائي في مجالات متعددة ومنها: الزراعة ، صناعة الأدوية ، تلوث البيئة ، صناعات الحديد و الصلب و الزجاج و الخزفيات و الاسمنت ، الصناعات التعدينية و المناجم ، صناعات البترول و تكريره و البتروكيماويات ، علوم الأرض ، الطب الشرعي.... الخ.

بالرغم من تقدم طرق التحليل الآلي على الطرق التقليدية بسبب سرعتها و قدرتها على قياس تراكيز ضئيلة جداً (جزء في المليون و جزء في البليون) ، إلا أن الحاجة لا زالت إلى استخدام التحليل التقليدي في حالات عديدة و منها معايرة طرق التحليل الآلي الجديدة و ذلك بمقارنتها بطريقة قياسية كلاسيكية ، نجد أن الطرق التقليدية تتمتع بمصداقية عالية ، كما تستخدم هذه الطرق في معايرة أجهزة التحليل الآلي. و في بعض الحالات يفضل استخدام الطرق التقليدية بدلا من الطرق الآلية مثلا في حال كون تركيز المادة المراد تقديرها عالياً جداً و التي يمكن أن ينتج عند قياسها أخطاء بسبب تخفيف العينة.

و الهدف الرئيس من هذه الحقبة هو وصف أساسيات الكيمياء التحليلية و دراسة المركبات العضوية، و بعد الانتهاء من هذه الحقبة يكون المتدرب قادرا على:

أولاً:

١. تحضير المحاليل الكيميائية بالتراكيز المختلفة - إجراء تجارب في معايرات الأحماض و القواعد
- إجراء تجارب في معايرات الترسيب - إجراء تجارب في معايرات الأكسدة و الاختزال - إجراء تجارب في التحليل الوزني.

ثانياً:

اختيار مذيب مناسب للمركب العضوي و الاستفادة من ذائبية المركبات في التصنيف الكيميائي والفيزيائي - تحديد نوع الروابط بين ذرات المركبات العضوية و التحقق من نوع الربط الكيميائي بين الذرات - تحديد العناصر الداخلة في تركيب المواد - تحدد نوع المجموعة الوظيفية بالمركب العضوي - تميز بين الألدهيدات وألكيتونات - تحدد نوع المجموعة الوظيفية بالمركب العضوي - تميز الأحماض الكربوكسيلية عن غيرها - تتعرف على مجموعة الفينول - التعامل الصحيح مع مركب عضوي مجهول و التعرف على المجموعات الوظيفية المحتوي عليها - المركب العضوي المجهول - تصنيف المركبات العضوية معملياً بشكل صحيح.

و يحتوي الجزء العملي من "حقيبة الكيمياء" على وحدتين تدريبيتين:

الوحدة الأولى: تحضير المحاليل القياسية:

- الفصل الأول: يتناول هذا الفصل كيفية تحضير المحاليل الكيميائية بالتراكيز المختلفة.
- الفصل الثاني: يتناول الفصل تجارب في معايير الأحماض و القواعد.
- الفصل الثالث: يتضمن الفصل تجارب في معايير الترسيب.
- الفصل الرابع: و موضوع هذا الفصل هو معايير الأكسدة و الاختزال.
- الفصل الخامس: يحتوي هذا الفصل على طرق التحليل الوزني.

الوحدة الثانية: تجارب في الكيمياء العضوية

- الفصل الأول: يتناول هذا الفصل الذوبانية للمركبات الصلبة والسائلة.
- الفصل الثاني: محتوى الفصل هو اختبار التشبع و الاحتراق في المركبات العضوية.
- الفصل الثالث: ويتناول الكشف عن العناصر في المركبات العضوية.
- الفصل الرابع: و يحتوي على كيفية الكشف عن الألدهيدات و ألكيتونات.
- الفصل الخامس: ويتناول كيفية الكشف عن الأحماض الكربوكسيلية و الفينولات.
- الفصل السادس: و موضوع الفصل هو التعرف على مركب عضوي مجهول.

الكيمياء (عملي)

تحضير المحاليل القياسية

الفصل الأول:

تحضير المحاليل القياسية

الجدارة:

القدرة على تحضير المحاليل القياسية بتركيزها و تنفيذ معايير التحليل الحجمي و التحليل الوزني.

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذه الوحدة التدريبية يكون المتدرب قادرا على:

١. إتقان حسابات و كيفية تحضير المحاليل القياسية بأنواع التراكيز المختلفة (المولارية و العيارية و النسبة المئوية و الجزء في المليون).
٢. تنفيذ معايير الأحماض و القواعد و تعيين مولارية هيدروكسيد الصوديوم و مولارية حمض الهيدروكلوريك و تطبيق حسابات المعايرة و استنتاج تركيز المجهول.
٣. تنفيذ معايير الترسيب و استنتاج تركيز المجهول في طريقة موهر.
٤. كتابة المعادلة الكاملة و الموزونة لتفاعلات الأكسدة و الاختزال و تنفيذ تجارب الأكسدة و الاختزال بالطريقة الصحيحة.
٥. تنفيذ تجارب التحليل الوزني و إجراء الحسابات و استنتاج النسبة المئوية للصوديوم و الكلوريد في العينة.

الوقت المتوقع:

١٢ ساعة.

متطلبات الجدارة:

معرفة ما سبق دراسته في "جميع الحقائق السابقة".

الفصل الأول:

تحضير المحاليل القياسية

١. 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:

١. النسبة المئوية Percent.
٢. الجرام/لتر g/L .
٣. المولارية Molarity.
٤. العيارية Normality.
٥. الجزء في المليون (ppm parts per million).

١.١ المحاليل القياسية و أنواعها:

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

١.١.١ 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:

١. يجب أن تكون نقية ١٠٠٪.
 ٢. ثابتة و لا تتأثر في الأحوال العادية حتى بطول الزمن.
 ٣. إمكانية وزنها دون إجراءات خاصة
 ٤. أن تكون قادرة على التفاعل كيميا مع المادة المراد معايرتها.
 ٥. قابلة للذوبان في المذيبات المختلفة.
- . أن يكون وزنها الجزيئي عاليا لتقليل نسبة الخطأ أثناء عملية الوزن.

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

١ . ١ . ١ المحلول القياسي الثانوي:

هو المحلول ذو تركيز تقريبي و الذي يحضر باستخدام مادة غير أولية. لكي يستعمل المحلول القياسي الثانوي فلا بد 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 كربونات الصوديوم و بعد ذلك يمكن استخدام حامض الهيدروكلوريك لمعايرة مواد أخرى.

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

٢. خطوات تحضير المحاليل القياسية:

١. الحسابات : هنا يحسب الوزن أو الحجم المطلوب لتحضير المحلول القياسي و لهذا يجب تطبيق القانون المناسب.
٢. غسل و تنظيف الأوعية الزجاجية.
٣. التحضير.

التحضير رقم (١) : تحضير المحاليل القياسية بالمولارية والعيارية

أولاً : تحضير محاليل قياسية بالمولارية

١ . الأساس النظري :

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

١ . ١ تحضير محلول مولاري من مادة صلبة :

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

علما بأن :

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

مثال : احسب الوزن اللازم لتحضير محلول من كلوريد البوتاسيوم تركيزه ٠,١ مولار و حجمه ١٠٠ مل.

الحل :

من الجدول الدوري (الملحق ١) نجد بأن الأوزان الذرية لكل من البوتاسيوم و الكلور هي ٣٩,١٠ و ٣٥,٤٥ على التوالي.

الوزن الجزيئي لـ KCl = ٣٩,١٠ + ٣٥,٤٥ = ٧٤,٥٥ جرام/مول

لكي نحسب الوزن ، نطبق القانون رقم (١) :

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

٢ . ٢ تحضير محلول مولاري من محلول مركز:

١ . ٢ . ٢ الكثافة Density و الوزن النوعي Specific gravity:

أ - تحسب الكثافة d لمادة ما من القانون التالي:

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

علما بأن:

mass: كتلة المادة بالجرام.

volume: حجم المادة بـ سم^٣ (١ سم^٣ = ١ مل).

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

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

علما بأن:

SG: الوزن النوعي (بدون وحدات).

d: كثافة المادة (جرام/سم^٣).

d_w: كثافة الماء (جرام/سم^٣) (كثافة الماء = ١,٠٠٠ جرام/سم^٣ عند 4°C).

مثال:

الوزن النوعي لسائل يساوي ٠,٥٠. (١) ما هي كثافته؟ (٢) ما هو الحجم الذي يحتويه ١٨ جرام من هذا

السائل؟

الحل:

أ. نطبق القانون (٢) للوزن النوعي لكي نجد كثافة السائل:

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

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

ب. نطبق القانون (٢) لكي نجد الحجم الذي يحتوي ١٨ جرام من السائل:

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

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

٢ . ٢ . ٢ حسابات تحضير محلول مولاري من محلول مركز:

أولا يحول تركيز المحلول المركز إلى تركيز مولاري مستخدما القانون (٢) و من تم يطبق قانون التخفيف لإيجاد حجم المحلول المركز المطلوب تخفيفه مستخدما القانون (٣).

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

علما بأن: M: المولارية

MW: الوزن الجزيئي.

d: كثافة المحلول المركز.

%: تركيز المحلول المركز بالنسبة المئوية.

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

علما بأن:

C₁: التركيز المولاري للمحلول المركز.

C₂: التركيز المولاري للمحلول المطلوب تحضيره .

V₁: حجم المحلول المركز بالمليتر.

V₂: حجم المحلول المطلوب تحضيره بالمليتر.

مثال: احسب الحجم اللازم لتحضير محلول من HCl، تركيزه ٢ مولار و حجمه ١ لتر علما بأن كثافة حمض الهيدروكلوريك تساوي 1.19 جرام/سم^٣ و تركيزه يساوي ٣٧%.

الحل:

من الملحق (١) نجد الأوزان الذرية للكlor و الهيدروجين: $Cl=35.45$ و $H = 1$.
الوزن الجزيئي لـ $HCl = 35.45 + 1 = 36.45$ جرام/مول.
أولا نطبق القانون رقم (٢) لتحويل التركيز من النسبة المئوية إلى المولارية M :

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

ثانيا نحسب حجم المحلول المركز اللازم تخفيفه مستخدما القانون رقم (٣):

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

٣. الأدوات والمواد المستخدمة:

١. ماء مقطر.
٢. كربونات الصوديوم Sodium Carbonate.
٣. حمض الكبريتيك المركز Concentrated sulfuric acid.
٤. ماء بارد أو ثلج.
٥. ميزان.
٦. زجاجة ساعة.
٧. ملعقة.
٨. كأس (٢٥٠ مل).
٩. ورق قياس (١٠٠ مل).
١٠. قطارة.
١١. ساق زجاجي للتحرريك.

٤ . تحضير محلول مولاري من مادة صلبة :

المطلوب: تحضير محلول قياسي من كربونات الصوديوم تركيزه ٠,٠٥ مولار و حجمه ١٠٠ مل.

٤ . ١ خطوات التحضير:

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

٥ . تحضير محلول قياسي مولاري من مادة سائلة :

المطلوب تحضير محلول تركيزه ١ مولار و حجمه ١٠٠ مل من حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 .

٥ . ١ خطوات تحضير المحلول القياسي:

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

١. استخراج تركيز و كثافة حمض الكبريتيك من المعلومات المتوفرة على ملصقة العبوة.
٢. حول التركيز من النسبة المئوية إلى المولارية.
٣. احسب حجم حمض الكبريتيك المركز اللازم لتحضير المحلول.
٤. ضع كأس في ثلج (أو ماء بارد) ثم ضع في هذا الكأس ماء مقطر.
٥. مستعملا ماصة، انقل حجم حمض الكبريتيك في الكأس ببطء مع التحريك.
٦. انقل المحلول الموجود في الكأس إلى الدورق القياسي موضوع في الثلج (أو الماء البارد).
٧. اغسل الكأس بماء مقطر و أضف الغسيل إلى الدورق القياسي.
٨. أكمل الدورق القياسي حتى العلامة مستعملا قطارة عند الاقتراب من العلامة.

ثانياً: تحضير محاليل قياسية بالعيارية

١. 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.

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

١.١ الوزن المكافئ:

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

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

١.٢ عدد الوحدات المتفاعلة reacting units:

يختلف تعريف عدد الوحدات المتفاعلة حسب نوع المعايرات:

١.٢.١ معايرات الأحماض والقواعد:

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

٢. ٢. ١ معايرات الأكسدة و الاختزال:

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

٣. ١ أمثلة عن طريقة حساب الوزن المكافئ:

١. ٣. ١ الأحماض:

مثال ١:



الوزن المكافئ لـ CH_3COOH يساوي وزنه الجزيئي لأن الحمض يوفر ١ بروتون.

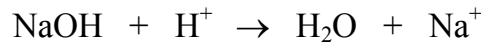
مثال ٢:



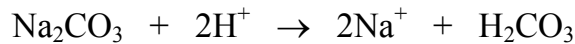
من القانون (٢) نجد بأن الوزن المكافئ يساوي ٤٩ (الوزن الجزيئي للحمض = ٩٨).

٢. ٣. ١ القواعد:

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



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



من القانون (2) نجد بأن الوزن المكافئ لـ Na_2CO_3 يساوي ٥٣ (الوزن الجزيئي للكربونات يساوي ١٠٦).

١ . ٤ طريقة حساب الوزن عند تحضير محلول عياري من مادة صلبة:

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

من القانون (١) نستخرج عدد الأوزان المكافئة $\text{no. of equivalents}$:

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

و من القانون (٢) و (٤) نستخرج معادلة لحساب الوزن:

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

مثال:

احسب وزن هيدروكسيد الصوديوم NaOH لتحضير ١٠٠ مل محلول قياسي تركيزه 0.1N علما بأن NaOH يتفاعل حمض الهيدروكلوريك HCl.

الحل:

من الملحق (١) نجد بأن الأوزان الذرية للصوديوم و الأكسجين و الهيدروجين تساوي ٢٣، ١٦ و ١ على التوالي. الوزن الجزيئي لـ NaOH يساوي ٤٠.

الوزن المكافئ يساوي ٤٠ لأن عدد الوحدات المتفاعلة تساوي ١.

تحسب وزن NaOH من القانون (٥):

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

١ . ٥ طريقة حساب الحجم عند تحضير محلول عياري من محلول مركز:
القوانين المستخدمة لحساب حجم المحلول المركز تتشابه مع تلك الخاصة بالمولارية:

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

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

١ . ٦ العلاقة بين المولارية (M) والعيارية (N): Normality
يمكن التعبير بين المولارية و العيارية بالمعادلة التالية:

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

٢ . الأدوات و المواد الكيميائية:

- ١ . كربونات الصوديوم Na_2CO_3 .
- ٢ . ماء مقطر.
- ٣ . حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 Conc.
- ٤ . ميزان.
- ٥ . زجاجة ساعة.
- ٦ . ملعقة.
- ٧ . كأس (٢٥٠ مل).
- ٨ . ورق قياس (١٠٠ مل).
- ٩ . محراك زجاجي.

٣ . تحضير محلول عياري من مادة صلبة:

المطلوب تحضير محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 تركيزه 0.05N و حجمه ١٠٠ مل علما بأنه يتفاعل مع حمض الكبريتيك H_2SO_4 .

٤ . تحضير محلول قياسي بالعيارية لمادة سائلة :

المطلوب تحضير محلول من حمض الكبريتيك تركيزه IN وحجمه ١٠٠ مل.

خطوات التحضير:

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

- ١ . أوجد كثافة و تركيز محلول حمض الكبريتيك المركز.
- ٢ . حول التركيز من النسبة المئوية إلى العيارية.
- ٣ . احسب حجم الحمض المركز اللازم لتحضير المحلول المطلوب ثم قم بتحضير المحلول.

التحضير رقم (٢) : تحضير المحاليل القياسية بالجزء في المليون

١ . 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 (١).

الجدول (١): وحدات التعبير عن الجزء في المليون ppm و الجزء في البليون ppt

Vol/Vol	Wt/Vol	Wt/Wt	رمز الوحدة	الوحدة
$\mu\text{L/L}$	mg/L	mg/kg	ppm	الجزء في المليون
nL/mL	$\mu\text{g/mL}$	$\mu\text{g/g}$		
nL/L	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/kg}$	ppb	الجزء في البليون
pL/mL	ng/mL	ng/g		

علما بأن:

Wt : weight (الوزن).

Vol : volume (الحجم).

$1 \times 10^{-6} = \text{micro} : \mu$

$1 \times 10^{-9} = \text{nano} : \text{n}$

$1 \times 10^{-12} = \text{pico} : \text{p}$

مثال: إذا طلب منك، مستخدما مركب NaCl، تحضير محلول قياسي من الصوديوم تركيزه ٥٠٠ ppm و حجمه ١ لتر اتبع الخطوات التالية:

أولا: حول الـ ppm المطلوب إلى المليجرام ثم الجرام.

$$500 \text{ ppm} = 500 \text{ mg (Na)}$$

$$500 \text{ mg} = 0.5 \text{ g (Na)}$$

ثانيا: احسب الكمية المطلوبة من NaCl و التي تحتوي على ٠,٥ جرام من Na:

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

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

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

مثال:

احسب وزن كربونات الصوديوم Na_2CO_3 اللازم لتحضير محلول من الصوديوم تركيزه 1000 ppm و حجمه ١ لتر.

الحل:

نطبق القانون (١) علما بأن الوزن الجزيئي لكربونات الصوديوم يساوي ١٠٦ و عدد ذرات Na في هذا المركب يساوي ٢.

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

٢ . المواد والأدوات المستخدمة:

- ١ . كلوريد الصوديوم NaCl.
- ٢ . ماء مقطر.
- ٣ . ميزان.
- ٤ . زجاجة ساعة.
- ٥ . ملعقة.
- ٦ . كأس (٢٥٠ مل).

٧. دورق قياسي سعة ١ لتر.

٨. دورق قياسي سعة ١٠٠ مل (٦ دوارق).

٩. ماصة.

١٠. سحاحة.

١١. محراك زجاجي.

٣. التحضير:

المطلوب تحضير سلسلة من المحاليل القياسية من عنصر الصوديوم لديها التراكيز التالية:

٥ ، ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ و ٢٥ ppm.

١. أولاً حضر محول قياسي من Na تركيزه 1000 ppm و حجمه ١ لتر مستخدماً مركب كلوريد الصوديوم.

٢. ثانياً حضر محلول من Na تركيزه 100 ppm و حجمه ١٠٠ مل (مستخدماً المحلول السابق أي 1000 ppm). لذلك استخدم قانون التخفيف.

٣. حضر السلسلة القياسية من محلول الصوديوم السابق (أي 100 ppm). لذلك استخدم قانون التخفيف.

التحضير رقم (٣) : تحضير المحاليل القياسية بالنسبة المئوية

١ . الأساس النظري :

أنواع تراكيز النسبة المئوية ثلاثة :

١ . النسبة المئوية الحجمية (% v/v) : و هي تعبر عن عدد الملتترات المذابة volume of solute في ١٠٠ مل من المحلول الكلي.

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

٢ . النسبة المئوية الحجمية الوزنية (% w/v) : و تعبر عن عدد الجرامات من المذاب في ١٠٠ مل من المحلول.

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

٣ . النسبة المئوية الوزنية (% w/w) أو (% m/m) : و تعبر عن عدد الجرامات المذابة من المذيب في ١٠٠ مل من حجم المحلول الكلي.

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

مثال ١ :

احسب الحجم اللازم من الأسيتون لتحضير محلول تركيزه ١٠٪ (v/v) و حجمه ١ 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 ٢:

احسب وزن كلوريد اللانثوم LaCl_3 اللازم لتحضير ١ 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 = ١٠ جم)

نحسب وزن كلوريد اللانثوم (الوزن الجزيئي لـ $\text{LaCl}_3 = 245,4$) كالآتي:

$$\begin{array}{lcl} 245.4 (\text{LaCl}_3) & \rightarrow & 138.9 (\text{La}) \\ x & \rightarrow & 10 \text{ g} \\ x (\text{LaCl}_3) & = & 17.667 \text{ g} \end{array}$$

مثال ٣:

أذبت ٢٥ جرام من NaCl في ١٠٠ جرام من الماء. احسب تركيز المحلول بالنسبة $\%(w/w)$.

الحل:

نستخدم القانون (٣) لحساب التركيز.

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

٢ . الأدوات والمواد الكيميائية :

- ١ . محلول HCl مركز.
- ٢ . كلوريد البوتاسيوم KCl.
- ٣ . ميزان.
- ٤ . زجاجة ساعة.
- ٥ . ماصة.
- ٦ . دورق قياسي (١٠٠ مل).
- ٧ . قطارة.
- ٨ . ماء مقطر.
- ٩ . كأس.
- ١٠ . قمع.
- ١١ . محرك زجاجي.

٣ . تحضير المحاليل :

٣ . ١ تحضير محلول قياسي بالنسبة المئوية الحجمية (v/v) %:

المطلوب تحضير ١٠٠ مل محلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 5%(v/v).

خطوات التحضير:

- ١ . احسب الحجم اللازم لتحضير المحلول بتطبيق القانون المناسب.
- ٢ . اغسل الأوعية الزجاجية بصابون ثم ماء ثم ماء مقطر.
- ٣ . انقل مستعملا ماصة الحجم الذي تم حسابه إلى كأس نظيف فيه ماء مقطر ثم رج المحلول.
- ٤ . انقل محتوى الكأس إلى الدورق القياسي.
- ٥ . اغسل ما تبقى من المحلول الكأس بماء مقطر ثم انقل المحتوى إلى الدورق القياسي.
- ٦ . أكمل بالماء المقطر حتى العلامة. بحب استعمال قطارة عند الاقتراب من العلامة.

٢.٣ تحضير محلول قياسي بالنسبة المئوية الحجمية الوزنية:

المطلوب تحضير محلول قياسي من البوتاسيوم Potassium حجمه ١٠٠ مل و تركيزه 1%(w/v) مستخدماً كلوريد البوتاسيوم KCl.

خطوات تحضير المحلول القياسي:

١. احسب وزن KCl اللازم لتحضير المحلول القياسي من عنصر البوتاسيوم.
٢. زن كمية KCl المحسوبة ثم انقل هذه الكمية إلى كأس فيه ماء مقطر ثم حرك حتى الذوبان.
٣. انقل محتوى الكأس إلى دورق قياسي.
٤. اغسل الكأس بقليل من ماء مقطر ثم انقل إلى الدورق الحجمي.
٥. أضف ماء مقطر حتى العلامة. عند الاقتراب من العلامة يجب استعمال قطارة..

الفصل الثاني :

معايير الأحماض والقواعد

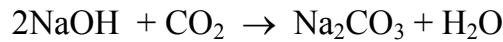
١. الخلفية النظرية :

قبل البدء بتقدير تركيز الأحماض أو القواعد يتعين الحصول على محاليل قياسية لها لا يمكن استخدام الأحماض والقواعد الشائعة بشكل مباشر لتحضير محاليل قياسية لأنها متغيرة التركيب للأسباب التالية :

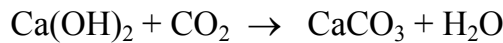
١. حامض الهيدروكلوريك: يتطاير في التركيز العالية.
٢. حامض الكبريتيك: يمتص الماء لكنه لا يصبح رطباً.
٣. حامض النتريك: متطاير وعرضه للتفكك.

علاوة على ذلك فإن الأحماض المسماة بالأحماض المعدنية النقية ليست مواد نقية حيث أنها تحتوي على كميات متفاوتة من الماء.

هيدروكسيدات الصوديوم و البوتاسيوم: تمتص الرطوبة وتصبح رطبة ، تتفاعل مع ثاني أوكسيد الكربون الموجود في الهواء:



هيدروكسيد الكالسيوم: لا تذوب بشكل كامل كما أنها تتفاعل مع ثاني أوكسيد الكربون الموجود في الهواء:



الأمونيا: متطاير وهو محلول متغير التركيز.

١ . ١ خواص المادة القياسية الأولية:

هي المادة التي يعد محلولها بالوزن المباشر للمادة نفسها ثم إذابتها في محلول معلوم من المذيب و الشروط الواجب توافرها للمادة القياسية الأولية هي:

١. تكون ذات درجة عالية من النقاء.
٢. أن تكون مستقرة غير متأثرة بالهواء الجوي .
٣. أن تكون قادرة على التفاعل كميًا مع المادة المراد تقديرها.
٤. قابلة للذوبان في المذيبات المختلفة.
٥. أن تكون سهلة التجفيف والوزن.
٦. أن تكون ذات وزن جزيئي كبير لتقليل نسبة الخطأ في عملية الوزن.

٢ . ١ تقييس الأحماض:

لتقييس الأحماض يمكن استخدام المواد الشائعة التالية:

١. كربونات الصوديوم النقية. تحضر بتسخين كربونات الصوديوم الهيدروجينية أو كربونات الصوديوم اللامائية.
٢. البوراكس $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (ميتا بورات الصوديوم).
٣. كربونات الكالسيوم النقية.

٣ . ١ تقييس القواعد:

يمكن تقييس المحاليل القاعدية باستخدام الأحماض العضوية المتبلورة الصلبة مثل حامض الأوكساليك أو حامض السكسنيك والتي يمكن الحصول عليها بدرجة عالية من النقاوة.

٤ . ١ نظرية الأدلة:

معظم الأدلة المستخدمة في معايرات الأحماض والقواعد هي عبارة عن أحماض ضعيفة حيث إن درجة تفككها تتأثر بشكل كبير جداً بتغير تركيز أيون الهيدروجين في المحلول مؤدياً ذلك إلى التغير في اللون، على سبيل المثال الفينولفتالين حامض عضوي ضعيف جداً HA حيث أنه يتفكك إلى أيون الهيدروجين وأيون سالب الشحنة:



عديم اللون وردي

فعند إضافة محلول حمضي فإن تركيز أيون الهيدروجين الناتج من الحمض كبير جداً بالمقارنة بتركيز H الناتج من تفكك الدليل وهذا يؤدي إلى تثبيط (تقليل) تفكك الدليل لذا فإن الدليل سوف لن يتأين ولن يلاحظ لون عند إضافة محلول قلوي فإن أيونات الهيدروجين الناتجة من الدليل تتفاعل مع بعض أيونات الهيدروكسيل لتكوين الماء وبالتالي سوف يزداد تفكك الحامض الضعيف ويصاحب ذلك زيادة في أيونات A الملونة والتي تجعل المحلول وردياً، إن التغيرات في اللون هذه تحدث عند تركيزات مختلفة مع الأدلة المختلفة.

فيما يلي قائمة لبعض الأدلة الشائعة الاستعمال مع مدى pH الذي تحدث خلاله التغيرات في اللون:

مدى pH	الدليل	تغير اللون	
		الحامض	القاعدة
3- 4.4	الميثيل البرتقالي	أحمر	أصفر
4.4-6.3	الميثيل الأحمر	أحمر	أصفر
6-7.6	برمو ثايمول الأزرق	أصفر	أزرق
6-8	تباع الشمس	أحمر	أزرق
8.2-10	فينولفتالين	عديم اللون	أحمر

١ . ٤ . ١ خواص الدليل المناسب:

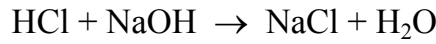
١ . يجب أن يكون التغير في لون الدليل واضحاً ، بعبارة أخرى يجب أن يكون الدليل حساساً ، وهذا يعني عدم صلاحية الدليل إذا كان التغير في اللون يحتاج إلى 2 أو 3 مل من الكاشف.

٢ . يجب أن يكون مدى pH والذي يحدث خلاله التغير في اللون دالاً على تمام التفاعل.

التجربة رقم (١): تعيين مولارية هيدروكسيد الصوديوم

١. مقدمة:

يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم طبقاً للمعادلة التالية:



ونظراً لأن كلاً من الحمض والقاعدة المذكورين قويين فإنه يمكن استخدام أي دليل يمكن استعماله في هذه الحالة (المثيل البرتقالي أو الفينولفثالين).

٢. السلامة:

١. راجع القواعد العامة للسلامة (الملحق (١)).
٢. الزي المعملية: بالطو، أحذية واقية، نظارات، قفازات.

٣. الأدوات والمواد المستخدمة:

١. سحاحة Burette.
٢. ماصة Pipette.
٣. دورق قياسي (١٠٠ مل) Volumetric flask.
٤. دورق مخروطي Conical flask.
٥. كأسين Beakers.
٦. قمع Funnel.
٧. محلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك Hydrochloric acid, HCl.
٨. محلول هيدروكسيد الصوديوم Sodium hydroxide مجهول التركيز.
٩. دليل فينولفثالين Phenolphthalein Indicator.

٤. خطوات التجربة:

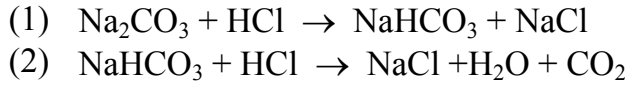
١. تملأ السحاحة بمحلول حمض الهيدروكلوريك و تأخذ القراءة الابتدائية للسحاحة.

٢. يؤخذ ١٠ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم بواسطة ماصة و ينقل بعناية إلى دورق مخروطي.
٣. تضاف قطرة أو قطرتين من دليل الفينولفثالين إلى محلول هيدروكسيد الصوديوم.
٤. يضاف محلول HCl تدريجيا إلى محلول NaOH مع تحريك محتويات الدورق في شكل دائري.
٥. عند اقتراب نقطة النهاية يضاف HCl قطرة قطرة حتى يتغير لون الدليل من أحمر وردي إلى عديم اللون. و تؤخذ القراءة النهائية للسحاحة.
٦. تعاد الخطوات (١ - ٥) ٣ مرات و يؤخذ متوسط الحجم.

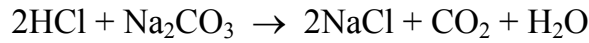
التجربة رقم (٢) : تعيين مولارية حمض الهيدروكلوريك

١. مقدمة :

تتفاعل كربونات الصوديوم مع الأحماض القوية على مرحلتين كما يلي:



عند نقطة التكافؤ في المرحلة (١) يكون الرقم الهيدروجيني يساوي ٨,٣ لذا يمكن استخدام دليل الفينولفثالين لتعيين هذه المرحلة ، أما في المرحلة (٢) حيث يكون الرقم الهيدروجيني يساوي ٣,٨ فلا يمكن استخدام الفينولفثالين بل يجب استخدام الميثيل البرتقالي. في هذه التجربة يستخدم الميثيل البرتقالي لوحده ، لذا فإن معادلة التفاعل ما بين حمض الهيدروكلوريك و كربونات الصوديوم تكون كالتالي:



٢. الأمان والسلامة :

١. راجع القواعد العامة للسلامة (الملحق (١)).
٢. الزي المعملية: بالطو، أحذية واقية ، نظارات، قفازات.

٣. الأدوات والمواد المستخدمة :

١. سحاحة Burette.
٢. ماصة Pipette.
٣. دورق قياسي (١٠٠ مل) Volumetric flask.
٤. دورق مخروطي Conical flask.
٥. كأسين Beakers.
٦. قمع Funnel.

٧. محلول قياسي من كربونات الصوديوم.
٨. دليل الميثيل البرتقالي Methyl orange Indicator.

٤. خطوات التجربة:

١. تملأ السحاحة بمحلول حمض الهيدروكلوريك و تأخذ القراءة الابتدائية للسحاحة
٢. يؤخذ ١٠ مل من محلول كربونات الصوديوم القياسي بواسطة ماصة و ينقل بعناية إلى دورق مخروطي
٣. تضاف قطرة أو قطرتين من دليل الميثيل البرتقالي إلى محلول كربونات الصوديوم في الدورق
٤. يضاف محلول حمض الهيدروكلوريك تدريجياً إلى محلول كربونات الصوديوم مع تحريك الدورق في شكل دائري
٥. عند اقتراب نقطة النهاية يضاف الحمض قطرة قطرة حتى يتغير لون الدليل من أصفر إلى أحمر. و تؤخذ القراءة النهائية للسحاحة.
٦. تعاد الخطوات (١ - ٥) ٣ مرات و يؤخذ متوسط الحجم.

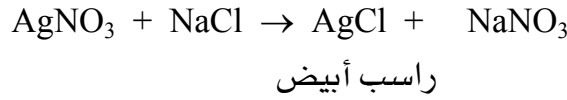
الفصل الثالث:

معايرات الترسيب

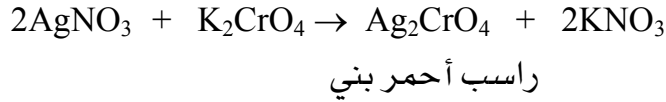
التجربة: تعيين تركيز محلول كلوريد الصوديوم (طريقة موهر)

١. الخلفية النظرية:

تتفاعل نترات الفضة مع كلوريد الصوديوم طبقاً للمعادلة التالية:



كذلك فإن نترات الفضة تتفاعل مع K_2CrO_4 معطية راسب لا يذوب من كرومات الفضة:



ولكن على الرغم من ذلك فعندما يتواجد Cl^- و CrO_4^{2-} مع بعضهما فسوف يترسب أولاً كلوريد الفضة بفضل انخفاض ذوبانيتها عن ذوبانية كرومات الفضة، لذا فإن Ag_2CrO_4 سوف تترسب بعد الترسيب الكامل لـ Cl^- على هيئة AgCl عند نقطة النهاية عندما يحدث هذا فسوف يلاحظ تكون راسب أحمر بني يدل على نقطة النهاية.

ملاحظة:

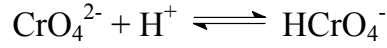
هناك شرط يجب أن يستوفى وهو إن وسط المعايرة يجب أن يكون متعادلاً أو قاعدي ضعيف $\text{pH} =$

7 - 8 لأنه في الوسط الحمضي:

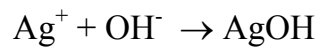
- فإن أيون CrO_4^{2-} يتحول إلى $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$:



. فإن كرومات الفضة تذوب في المحاليل الحمضية بفضل تكوين الكرومات الهيدروجينية:



في الوسط القاعدي تترسب الفضة على هيئة هيدروكسيد كما هو واضح من المعادلة:



٣. الأمان والسلامة:

١. راجع القواعد العامة للسلامة (الملحق (١)).
٢. الزي المعمل: بالطو، أحذية واقية، نظارات، قفازات.

٣. الأدوات والمواد المستخدمة:

١. سحاحة Burette.
٢. ماصة Pipette.
٣. دورق قياسي (١٠٠ مل) Volumetric flask.
٤. دورق مخروطي Conical flask.
٥. كأسين Beakers.
٦. قمع Funnel.
٧. محلول قياسي من نترات الفضة AgNO_3 Silver nitrate.
٨. محلول كلوريد الصوديوم (مجهول التركيز) Sodium Chloride NaCl .
٩. دليل كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 Potassium Chromate Indicator.

٤. خطوات التجربة:

١. تملأ السحاحة بمحلول نترات الفضة القياسي (معلوم المولارية).
٢. يوضع ١٠ مل من محلول كلوريد الصوديوم في دورق مخروطي بواسطة الماصة و يضاف إليه نصف مل من محلول كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 Potassium Chromate.

٣. تضاف نترات الفضة من السحاحة إلى الدورق بكميات قليلة و يدور بعناية للتأكد من اختلاط المتفاعلين.
٤. يستمر في إضافة نترات الفضة حتى يظهر راسب أحمر أو بني غامض.
٥. يدور الخليط فإذا ذهب اللون الأحمر أضيفت قطرة واحدة من النترات و يستمر العمل على هذا المنوال حتى يتكون راسب احمر لا يزول برج الدورق.
٦. تؤخذ قراءة السحاحة و تسجل كحجم نهائي.
٧. تكرر التجربة ٣ مرات.

الفصل الرابع:

معايرات الأكسدة والاختزال

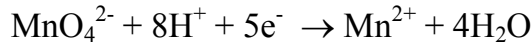
التجربة: تعيين مولارية برمنجنات البوتاسيوم

١. الخلفية النظرية:

أن برمنجنات البوتاسيوم عامل مؤكسد قوي خصوصاً في الوسط الحمضي تصل برمنجنات البوتاسيوم إلى قوتها التأكسدية القصوى كما هو واضح من خلال المعادلة التالية:



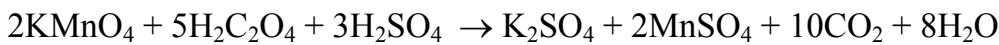
أو من خلال المعادلة الإلكترونية التالية:



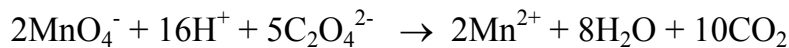
يتضح من المعادلة الأخيرة أن عدد الأكسدة للمنجيز يتغير من +7 إلى +2.
يعتبر حامض الكبريتيك وسط حمضي مناسب وذلك لعدم تأثيره على البرمنجنات في المحاليل المخففة ولا يوصى باستخدام حمض الهيدروكلوريك لأن بعضاً من البرمنجنات سوف تستهلك في أكسدة حمض الهيدروكلوريك إلى الكلور حسب التفاعل التالي :



في هذه التجربة فإن التفاعل ما بين حمض الأوكساليك و برمنجنات البوتاسيوم يكون كالتالي:



أو بالصيغة الأيونية:



يراعى في هذه المعايير تسخين محلول حامض الأوكساليك إلى حوالي 90 – 60 درجة مئوية حتى لا يتكون راسب بني أثناء المعايرة .

٢. الأمان والسلامة:

١. راجع القواعد العامة للسلامة (الملحق (١).
٢. الزي المعملية: بالطو، أحذية واقية، نظارات، قفازات.

٣. الأدوات والمواد المستخدمة:

١. سحاحة Burette.
٢. ماصة Pipette.
٣. دورق قياسي (١٠٠ مل) Volumetric flask.
٤. دورق مخروطي Conical flask.
٥. كأسين Beakers.
٦. قمع Funnel.
٧. محلول قياسي من حمض الأوكساليك Oxalic Acid $H_2C_2O_4$.
٨. محلول برمنجنات البوتاسيوم (مجهول التركيز) Potassium Permanganate $KMnO_4$.
٩. حمض الكبريتيك المخفف Dilute Sulphuric Acid.

٤. خطوات التجربة:

١. يوضع ١٠ مل من محلول حمض الأوكساليك (مادة سامة!) بعناية في دورق مخروطي بواسطة الماصة ثم يضاف إليه ٥ مل من حمض الكبريتيك المخفف المعد لهذه التجربة.
٢. تملأ السحاحة بمحلول برمنجنات البوتاسيوم.
٣. يضاف برمنجنات البوتاسيوم بعناية مع خلط محتويات الدورق بتحريك الدورق في اتجاه دائري (يلاحظ اختفاء لون البرمنجنات من جراء التفاعل).
٤. يستمر في إضافة البرمنجنات بعناية حتى ظهور لونه ثانيا في محلول التعيير.
٥. تؤخذ قراءة السحاحة وتسجل كقراءة نهائية.
٦. تعاد التجربة ٣ مرات و يؤخذ متوسط الحجم.
٧. تعاد الخطوات السابقة بتسخين محلول الأوكساليك إلى درجة حرارة حوالي 70 درجة مئوية ثم يعاير قبل أن يبرد.

الفصل الخامس : التحليل الوزني

١. خطوات التحليل الوزني :

في التحليل الوزني يتم ترسيب العنصر المراد تقديره على شكل مركب شحيح الذوبان و بعد تجفيفه (أو حرقه) يمكن وزنه و بعد الحسابات تستنتج نسبته في العينة. و تتم عملية التحليل الوزني على عدة خطوات و هي:

١. المعالجة المبدئية.

٢. الترسيب.

٣. الترشيح.

٤. التجفيف أو الحرق.

٥. الوزن.

٦. الحسابات.

٤.

أ - المعالجة المبدئية :

في هذه المرحلة يتم ضبط الظروف المناسبة للتجربة كضبط درجة الحرارة و الرقم الهيدروجيني و الأحجام و التراكيز و فصل المتداخلات.

ب - الترسيب :

يتم اختيار الراسب المناسب بحيث يكون شحيح الذوبان.

ج - الترشيح :

تستخدم طريقتين في عملية الترشيح :

١. الترشيح بواسطة ورق الترشيح: يستخدم ورق الترشيح عديم الرماد Ashless filter بحيث أنه لا يتبقى من الورق إلا كمية ضئيلة جدا يمكن إهمالها 1×10^{-5} جرام. تختار المسامات المناسبة لترشيح الراسب بحيث لا تسمح بمرور الحبيبات من خلالها.

٢. الترشيح بواسطة بوتقة الترشيح: يتم الترشيح بهذه الطريقة في الحالات التي يجفف فيها الراسب ولا يمكن حرقه في وجود الورقة.

د - التجفيف أو الحرق:

يتم التجفيف عند درجة 110 درجة مئوية في فرن تجفيف لمدة ساعة تقريبا و بعد ذلك ينقل إلى المجفف لكي. يوزن الراسب بعد أن يبرد. للحصول على الصورة الموزونة نضطر في بعض التجارب إلى الحرق الذي يتم عند درجة عالية، عادة 450 - 900 ، يمكن أن تصل حتى 1200 درجة مئوية.

د - الوزن:

في عملية الوزن يستخدم ميزان حساس بحيث أن نحصل على دقة $0.00001 \pm$ جرام.

و - الحسابات:

يتم حساب أولا المعامل الوزني GF:

$$GF = \frac{MW \text{ (or atomic weight) of analyte}}{MW \text{ of weighed substance}} \times \frac{a}{b}$$

علما بأن:

MW : الوزن الجزيئي.

analyte : المادة المراد تقديرها.

Weighed substance : المادة الموزونة.

a : عدد مولات المادة المراد تقديرها.

b : عدد مولات المادة الموزونة.

و يحسب وزن المادة المراد تقديرها:

$$\text{Weight of analyzed substance (g)} = GF \times \text{weight of precipitate (g)}$$

و أخيرا تحسب النسبة المئوية للمادة المراد تقديرها:

$$\text{Weight \% of analyzed substance} = \frac{\text{GF} \times \text{weight of precipitate (g)}}{\text{weight of sample (g)}} \times 100$$

مثال:

تم ترسيب عنصر الكالسيوم الموجود في عينة من ماء الصنبور (حجمها 200 مل) على شكل أكسالات الكالسيوم CaC_2O_4 . بعد الترسيب يتم ترشيح غسل و حرق الراسب في بوتقة وزنها 26.6002 جرام. وزن البوتقة + $\text{CaO} = 26.7134$ جرام. احسب وزن Ca الموجود في 100 مل من الماء.

الحل:

• أولاً نحسب GF:

$$\text{GF} = \frac{40.08}{56.08} = 0.7147$$

علما بأن:

الوزن الذري للكالسيوم يساوي 40.08.

الوزن الجزيئي لـ $\text{CaO} = 56.08$.

• نحسب وزن Ca في العينة (200) مل:

$$\text{Weight of Ca (g)} = 0.7147 \times 0.1132 \text{ (g)} = 0.8094 \text{ g}$$

علما بأن وزن الراسب بعد الحرق (CaO) = $26.7134 - 26.6002 = 0.1132$ جرام.

نحسب وزن Ca في 100 مل:

$$0.8094 \text{ g} \rightarrow 200 \text{ ml}$$

$$x \rightarrow 100 \text{ ml}$$

$$x = 0.4047 \text{ g}$$

التجربة رقم (١) : تقدير الصوديوم

١. الخلفية النظرية :

يتم تقدير الصوديوم على هيئة صوديوم خلات يورانيل الزنك $\text{NaZn(UO)}_2(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ حيث يتم ترسيبه بواسطة محلول خلات يورانيل الزنك المحمضة بحمض الخل ، ونظراً لقابلية الراسب الشديدة للذوبان أثناء الترشيح يتم ترشيحه بالطريقة التالية :
يغسل الراسب بجزء صغير من المرصب لإزالة أي أملاح أخرى موجودة ثم يغسل بالإيثانول الذي يزيل الزيادة من المرصب ثم يغسل بالأسيتون الذي يسهل ويسرع من عملية التجفيف.

٢. الأمان والسلامة :

١. راجع القواعد العامة للسلامة (الملحق (١)).
٢. الزي المعملية: بالطو، أحذية واقية، نظارات، قفازات.

٣. المواد الكيميائية والأدوات :

١. محلول كلوريد الصوديوم تركيزه 2g/L .
٢. كاشف خلات يورانيل الزنك*.
٢. الإيثانول.
٣. الأسيتون.
٤. ماء مقطر.
٥. أدوات ترشيح (بوتقة ترشيح رقم ٤).
٦. ميزان حساس.
٧. كأس سعة 50 مل.
٨. ماصة.
٩. موقد بنزن.

* يحضر كاشف خلات يورانييل الزنك بخلط أحجام متساوية من المحلول (أ) و المحلول (ب). يترك الخليط لمدة 24 ساعة ثم يرشح).

أ - المحلول (أ): ذوب 20 جرام من خلات اليورانييل $UO_2(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2H_2O$ المبلور في 4 مل من حمض الخليك المركز و 100 مل من الماء (ربما يكون التسخين ضروري).

ب - المحلول (ب): ذوب 60 جرام من خلات الزنك $Zn(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$ في 3 مل من حمض الخليك المركز و 100 مل من الماء.

٤. خطوات التجربة:

١. انقل بدقة 10 مل من محلول كلوريد الصوديوم تركيزه 2g/L إلى كأس سعة 50 مل.
٢. بخر المحلول حتى الجفاف على لهب بنزن.
٣. أذب الملح المتبقي في حوالي 1 مل من الماء المقطر، ثم أضف 10 مل من كاشف خلات يورانييل الزنك.
٤. اترك المحلول عند درجة حرارة الغرفة لمدة ٤٥ دقيقة.
٥. رشح المحلول خلال بوتقة الترشيح رقم ٤ المعلوم وزنها من قبل.
٦. اغسل الراسب خمس مرات - كل مرة بحوالي 2 مل من كاشف خلات يورانييل الزنك.
٧. اغسل الراسب خمس مرات - كل مرة بحوالي 2 مل من الإيثانول.
٨. اغسل الراسب خمس مرات - كل مرة بحوالي 2 مل من الأسيتون.
٩. اترك الراسب ليحفظ عند درجة حرارة الغرفة لمدة 30 دقيقة، و أوجد وزن الراسب.

٥. الحسابات:

يحسب المعامل الوزني GF كالاتي:

$$GF = \frac{\text{atomic weight of sodium}}{\text{MW of } NaZn(UO_2)_3(C_2H_3O_2)_9 \cdot 6H_2O}$$

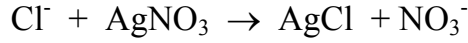
و تحسب النسبة المئوية للصوديوم كالاتي:

$$\%(Na) = \frac{\text{wt. of precipitate} \times GF}{\text{sample weight}} \times 100$$

التجربة رقم (٢) : تقدير الكلوريد

١. الخلفية النظرية

يتم تقدير الكلوريد (كمجموعة متآينة) بترسيبه على هيئة كلوريد الفضة الشحيح الذوبان بواسطة محلول نترات الفضة. و يلاحظ إضافة حمض النتريك المركز خلال التجربة ليساعد على تجميع الراسب و منع التداخل من بعض الأنيونات الأخرى مثل الكربونات و الفوسفات.



كما يلاحظ تجميع الراسب في مكان مظلم لا يتأثر بضوء الشمس.

مثال:

عينة غير نقية من ملح كلوريد الصوديوم وزنها ٥,٣٢ جرام أضيف لها محلول من نترات الفضة فترسب جميع الكلوريد الموجود في العينة على هيئة كلوريد الفضة وزنه ٥,٣٧ جرام. احسب النسبة المئوية الوزنية للكلوريد في العينة.

الحل:

نحسب أولا المعامل الوزني (GF) Gravimetric Factor:

$$\text{GF} = \frac{\text{MW (or atomic weight) of analyte}}{\text{MW of weighed substance}} \times \frac{a}{b}$$

علما بأن:

MW : الوزن الجزيئي analyte : المادة المراد تقديرها ، Weighed substance : المادة الموزونة (وزن الراسب)، a : عدد مولات المادة المراد تقديرها ، b : عدد مولات المادة الموزونة.

$$GF = \frac{35.5}{143.5}$$

$$GF = 0.2474$$

و أخيرا نحسب نسبة الكلوريد في العينة كالآتي:

$$\text{Weight \% of analyzed substance} = \frac{GF \times \text{weight of precipitate (g)}}{\text{weight of sample (g)}} \times 100$$

$$Cl\% = \frac{0.2474 \times 5.37}{5.32} \times 100$$

$$Cl\% = 25.0\%$$

٢. الأدوات المستخدمة

١. كأس سعة ٤٠٠ مل.
٢. ميزان حساس.
٣. محرك زجاجي.
٤. جهاز ترشيح.
٥. بوتقة ترشيح.

٣. المحاليل الكيميائية والكيمائويات

١. كلوريد الصوديوم الجاف.
٢. حمض النيتريك المركز.
٣. حمض النيتريك (v/v) 1%.
٤. محلول نترات الفضة 0.2N.

٤. طريقة العمل:

١. اوزن بدقة ٠,٣ جرام من كلوريد الصوديوم الجاف و انقلها إلى كأس سعة ٤٠٠ مل.

٢. أذب العينة في قليل من الماء المقطر ثم خفف المحلول بالماء إلى حوالي ١٥٠ مل.
٣. أضف حوالي ١٠ قطرات من حمض النيتريك المركز.
٤. أضف محلول نترات الفضة 0.2N مع التقليب ببطء حتى يكتمل الترسيب (يمكنك التأكد من ذلك بترك المحلول فترة ليستقر ثم أضف بضع قطرات أخرى من المرسب فلا يتكون راسب جديد).
٥. سخن المحلول المعلق حتى الغليان مع التقليب حتى يتجمع الراسب.
٦. أبعده الكأس عن اللهب، اترك الراسب ليستقر و اكشف مرة أخرى عن تمام الترسيب، فإذا لم يتكون راسب جديد كرر التسخين مع التقليب.
٧. ضع الكأس مغطى بزجاجة ساعة في مكان مظلم لمدة ٤٥ دقيقة.
٨. رشح المحلول خلال بوتقة ترشيح رقم ٤ سبق وزنها من قبل.
٩. اغسل الراسب بمحلول مخفف من حمض النترريك.
١٠. ضع البوتقة و بداخلها الراسب في فرن التجفيف عند ٢٠٠ درجة مئوية لمدة ٤٥ دقيقة.
١١. أخرج البوتقة من الفرن و ضعها في المجفف لمدة ٢٠ دقيقة حتى تبرد تماما و أوزن الراسب.
١٢. احسب النسبة المئوية للكوريد في العينة المعطاه لك.

النتائج:

وزن البوتقة + كلوريد الصوديوم =

وزن البوتقة فارغة =

وزن كلوريد الصوديوم =

وزن البوتقة + كلوريد الفضة =

وزن البوتقة فارغة =

وزن كلوريد الفضة =

الامتحان الذاتي رقم ١ (الفصل الأول)

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

١. اذكر الطرق الشائعة للتعبير عن تركيز المحاليل.
٢. احسب الوزن اللازم لتحضير محلول من كربونات الصوديوم تركيزه ٠,١ مولار و حجمه ١ لتر.
٣. احسب وزن ١٠٠ مل لمحلول ذي كثافة تساوي ٢,٥ جرام/سم^٣.

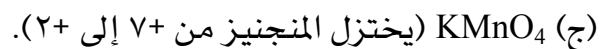
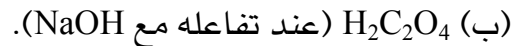
٤. أكمل الجدول التالي:

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

٥. خفف ١٠ مل من الأسيتون في دورق حجمه ٢٥٠ مل. احسب تركيز المحلول.

٦. احسب عدد المولات الموجودة في ١ مول من كبريتات الكالسيوم $\text{CaSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

٧. احسب الوزن المكافئ فيما يلي:



الامتحان الذاتي رقم ٢ (الفصل الثاني)

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

١. اذكر أسباب تغير التركيب في المواد الآتية:

- أ. حمض الهيدروكلوريك.
- ب. حمض النتريك.
- ج. حمض الكبريتيك.
- د. هيدروكسيد الصوديوم و هيدروكسيد البوتاسيوم.
- هـ. هيدروكسيد الكالسيوم.
- و. الأمونيا.

٢. حضر محلول بإذابة 4 جرام من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في 500 مل من الماء المقطر، أخذ 10 مل من هذا المحلول وتمت معايرته بواسطة حامض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 0.1 مولار باستخدام دليل الفينولفثالين. احسب حجم محلول الحامض اللازم للوصول إلى نقطة التعادل.

الامتحان الذاتي رقم ٣ (الفصل الثالث)

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

١. لماذا تستخدم طريقة موهر في الوسط المتعادل ؟

٢. لدينا أيونات Cl^- و CrO_4^{2-} في تنافس للتفاعل مع الفضة Ag^+ . من الذي يترسب أولاً: كلوريد الفضة أم كرومات الفضة؟ لماذا؟

٣. اكتب الصيغة الكيميائية فيما يلي: كلوريد الفضة، كرومات الفضة، أيون الكرومات، أيون البيكرومات، أيون الثيوسيانات ، ثيوسيانات الفضة.

الامتحان الذاتي رقم ٤ (الفصل الرابع)

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

١. لماذا لا يستخدم حامض الهيدروكلوريك أو حامض النتريك كوسط حمضي عند استخدام برمنجنات البوتاسيوم في المعايرة .

٢. استخدمت 35 سم^٣ من محلول برمنجنات البوتاسيوم لأكسدة 0.2145 جرام من عينة لحامض الأوكساليك ثنائي المائية احسب تركيز محلول برمنجنات البوتاسيوم.

الامتحان الذاتي رقم ٥ (الفصل الخامس)

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

١. عدد خطوات التحليل الوزني.

٢. احسب المعامل الوزني فيما يلي:

م.	المادة المراد تقديرها	الراسب
أ	P	Ag_3PO_4
ب	K_2HPO_4	Ag_3PO_4
ج	Bi_2S_3	$BaSO_4$

٣. تم تقدير أيون الفوسفات PO_4^{3-} بعد ترسيبه على شكل مركب $(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3$. وزن العينة يساوي ٠,٢٧١١ جرام و وزن الراسب يساوي ١,١٦٨٢ جرام. احسب النسبة المئوية للفوسفور P في العينة.

إجابة الامتحان الذاتي رقم ١

١. الطرق الشائعة للتعبير عن تركيز المحاليل هي:

١. النسبة المئوية.

٢. الجرام/لتر.

٣. المولارية.

٤. العيارية.

٥. الجزء في المليون.

٢. ١٠,٦ جرام.

٣. ٢٥٠ جرام.

٤.

Vol/Vol	Wt/Vol	Wt/Wt	رمز الوحدة	الوحدة
$\mu L/L$	mg/L	mg/kg	ppm	الجزء في المليون
nL/mL	$\mu g/mL$	$\mu g/g$		
nL/L	$\mu g/L$	$\mu g/kg$	ppb	الجزء في البليون
pL/mL	ng/mL	ng/g		

٥. 4% (v/v).

٦. ٢٦٢,٢٥ جرام/مول.

٧. (أ) ١٧,٠٣ ، (ب) ٤٥,٠٢ ، (ج) ٣١,٦٠٨.

إجابة الامتحان الذاتي رقم ٢

١.
 - أ. حامض الهيدروكلوريك: يتطاير في التركيز العالية.
 - ب. حامض الكبريتيك: يمتص الماء لكنه لا يصبح رطباً.
 - ج. حامض النتريك: متطاير وعرضه للتفكك.
 - د. هيدروكسيدات الصوديوم و البوتاسيوم: تمتص الرطوبة وتصبح رطبة ، تتفاعل مع ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء.
 - هـ . هيدروكسيد الكالسيوم: لا يذوب بشكل كامل كما أنه يتفاعل مع ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء.
 - و. الأمونيا: متطاير وهو محلول متغير التركيز.
٢. 20 مل.

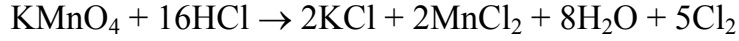
إجابة الامتحان الذاتي رقم ٣

١. وذلك للأسباب التالية:
 - أ. تذوب كرومات الفضة في الأوساط الحمضية:
$$\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCrO}_4^-$$
كما أن الوسط الحمضي يحول الكرومات إلى الدايكرومات:
$$2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$$
 - ب. في الوسط القاعدي تترسب الفضة على هيئة هيدروكسيد:
$$\text{Ag}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{AgOH}$$
٢. يترسب كلوريد الفضة لأن ذوبانيته أقل من ذوبانية كرومات الفضة.
٣. كلوريد الفضة: AgCl ، كرومات الفضة: Ag_2CrO_4 ، أيون الكرومات: CrO_4^{2-} ، أيون البيكرومات: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ، أيون الثيوسيانات: SCN^- ، ثيوسيانات الفضة: AgSCN .

إجابة الامتحان الذاتي رقم ٤

١. وذلك للأسباب التالية:

أ. بعض البرمنجنات تستهلك في أكسدة حامض HCl إلى الكلور:



ب. حامض HNO_3 عامل مؤكسد ويمكن أن يتداخل مع التأثير المؤكسد للبرمنجنات .

٢. 0.01952 مولار.

إجابة الامتحان الذاتي رقم ٥

١. خطوات التحليل الوزني هي:

١. المعالجة المبدئية.

٢. الترسيب.

٣. الترشيح.

٤. التجفيف أو الحرق.

٥. الوزن.

٦. الحسابات.

٢. (أ) ٠,٠٤٣٥٤ ، (ب) ٠,١٩١٣٥ ، (ج) ٠,٧٣٤٢٩ .

٣. % .

الكيمياء (عملي)

تجارب في الكيمياء العضوية

:

الجدارة :

اختبار ذاتبية المركبات في المذيبات الفيزيائية والكيميائية ومعرفة أثر ذلك على تكوين المركبات .

الأهداف :

عندما تكمل هذا الفصل تكون لديك القدرة على :

١. اختيار مذيب مناسب للمركب العضوي و الاستفادة من ذاتبية المركبات في التصنيف الكيميائي والفيزيائي .
٢. تحديد نوع الروابط بين ذرات المركبات العضوية و التحقق من نوع الربط الكيميائي بين الذرات.
٣. تحديد العناصر الداخلة في تركيب المواد.
٤. تحديد نوع المجموعة الوظيفية بالمركب العضوي.
٥. تمييز بين الألهيدات وألكيتونات .
٦. تحديد نوع المجموعة الوظيفية بالمركب العضوي.
٧. تمييز الأحماض الكربوكسيلية عن غيرها.
٨. معرفة مجموعة الفينول.
٩. التعامل الصحيح مع مركب عضوي مجهول و التعرف على المجموعات الوظيفية المحتوي عليها المركب العضوي المجهول.
١٠. تصنيف المركبات العضوية معملياً بشكل صحيح.

الوقت المتوقع للمتدرب :

١٤ ساعة.

الوسائل المساعدة :

١. مذكرة العملي.
٢. تجهيزات المختبر.

الفصل الأول:

الذوبانية للمركبات الصلبة والسائلة

. مقدمة

إن دراسة قابلية ذوبان أي مادة عضوية في مذيب ما أو تفاعلها معه مفيدة جداً في التعرف على طبيعة وسلوك المواد العضوية وذلك يسهل عملية تصنيفها ، وتعرف الذوبانية بأنها عبارة عن تداخل جزيئات المذاب في جزيئات المذيب ، والمذيب هو عبارة عن المادة التي تحتوي جزيئات المذاب سواء كان المذاب غاز أو سائل أو صلب ، وتكون الذوبانية للمواد السائلة بتكون محلول متجانس من المذاب والمذيب مثالها ذوبان الغول بالماء ، أما الذوبانية للمواد الصلبة فتكون بإخفاء البلورات وتكون محلول متجانس مثل ذوبان السكر في الماء ، والذوبانية تنقسم إلى ذوبانية فيزيائية وأخرى كيميائية .

فالذوبانية الفيزيائية هي عبارة عن تداخل بين جزيئات المذاب والمذيب دون حدوث تفاعل كيميائي أي أننا نستطيع التخلص من المذيب بعد إجراء اختبار الذوبانية والحصول على المادة التي أجرينا عليها الاختبار دون تغيير يذكر ومثالها ذوبان الملح أو السكر في الماء فلو قمنا بتبخير الماء لحصلنا على الملح أو السكر الذي أجرينا عليه الاختبار ، أما الذوبانية الكيميائية فهي يتم كسر وتكوين رابطته جديدة بين الجزيئات أو الذرات المكونة للمذيب و المذاب مثالها ذوبان الملح أو السكر في أحد الأحماض أو القواعد حيث سيكون هناك تفاعل كيميائي ينتج فيه مواد جديدة ولا يمكن بعد ذلك الحصول على المادة الخاضعة للاختبار.

وقد تكون الذوبانية تامة أو كاملة بحيث تختفي كامل البلورات بالنسبة للمادة الصلبة أو يكون الامتزاج كاملاً بالنسبة للمواد السائلة بحيث لا يمكن تمييز ما إذا كان المحلول مكون مادة أو أكثر ، وقد تكون الذوبانية شبة تامة بحيث تكون مقدرة المذيبات محدودة وغير تامة الإذابة للمواد الصلبة أو السائلة . فيصبح المحلول متعكراً أو فيه بقايا واضحة للمادة الصلبة .

وقبل البدء في عملية الكشف لابد من التعرف على الهدف من هذه التجربة فكما سبق وشرح فإننا سنجري هذا الاختبار لتتعرف على طبيعة هذه المركبات العضوية ونصنفها ، و حسب القاعدة المعروفة "المذيبات تذيب أشباهها" بمعنى أن المذيبات ذات الصفة القطبية تذيب المواد القطبية والعكس صحيح كما أن المجموعات الوظيفية التي سيأتي شرحها - إن شاء الله - فيما بعد تؤثر على ذوبانية المواد في المذيبات المختلفة.

٢. الذوبان في الماء :

تذوب المركبات العضوية التي تحتوي في بنائها الجزيئي على نيتروجين أو أوكسجين أو كبريت ولا يزيد عدد ذرات الكربون عن 4 ذرات ، ومن هذه المركبات الكحولات ، الألدهيدات ، الكيتونات ، الأحماض الكربوكسيلية ، الأميدات ، الأمينات . أما المركبات التي لا تذوب في الماء فهي الهيدروكربونات بأنواعها وهاليدات الألكيل وهاليدات العطرية .

٣. الذوبان في هيدروكسيد الصوديوم (٥%) :

المركبات العضوية التي لا تذوب في الماء بينما تذوب في هيدروكسيد الصوديوم هي مركبات تحمل الصفة الحامضية ، أي أنها تتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم معطية أملاحا تذوب في الماء وبالتالي نحصل على محلول متجانس ، وقد تكون هذه المركبات أحماضاً كربوكسيلية ($R-COOH$) أو فينولات ($Ar-OH$) حيث إن Ar عبارة عن مجموعة عطرية.

٤. الذوبان في بيكربونات الصوديوم (٥%) :

إذ وجد أن المركب يذوب في هيدروكسيد الصوديوم يجب اختبار ذوبانه في محلول بيكربونات الصوديوم لمعرفة ما إذا كان حمضاً كربوكسيليًا أم فينولاً. وذلك لأن جميع الأحماض الكربوكسيلية تقريباً تذوب في بيكربونات الصوديوم ويرافق ذوبانها تصاعد فقاعات شديدة إلى بسبب قوة الحامضية من ثاني أوكسيد الكربون بينما الفينولات لا تذوب في بيكربونات الصوديوم إلا إذا كانت تحمل مجموعات شديدة السحب للإلكترونات (كمجموعات نيترو) . وعليه فإذا لم يذوب المركب فهذا دليل على أنه فينول أما إذا ذاب وتصاعد ثاني أوكسيد الكربون فهذا يعني أن المركب غالباً حمض كربوكسيلي أو فينول يحمل على الأقل مجموعة واحدة من المجموعات الساحبة للإلكترونات.

٥. الذوبان في حمض الكلور (٥%) :

المركبات التي لا تذوب في المذيبات السابقة ولكنها تذوب في حمض الكلور المخفف هي مركبات تحمل الصفة القاعدية أي أمينات ، وذلك لأن الأمينات تكون أملاحاً مع الحمض ومعظم هذه الأملاح يذوب في الماء .

٦. الذوبان في حمض الكبريت المركز (البارد)

المركبات التي لا تذوب في المذيبات السابقة وتذوب في حمض الكبريت المركز هي : الكحولات ، الأثيرات ، الألدهيدات ، ألكيتونات ، الأمينات ، الأميدات ذات الأوزان الجزيئية العالية نسبياً (أي التي تحتوي على أكثر من خمس ذرات كربون) والهيدروكربونات الأليفاتية غير المشبعة (الألكينات والكانات) والهيدروكربونات الأروماتية المنشطة (تحتوي على أكثر من مجموعة ألكيل مرتبطة بالحلقة الأروماتية) .

أما إذا لم يذوب المركب في جميع المركبات السابقة بما في ذلك حمض الكبريت المركز فالمركب قد يكون هيدروكربوناً مشبعاً (الكان) أو هيدروكربوناً أروماتياً غير نشط أو هاليدات أو هاليد عطري. مما سبق يتضح انه من خلال المعلومات المتحصل عليها من كشوفات الذوبان يمكننا على الأقل تضيق الاحتمالات فيما عسى أن يكون المجهول موضوع الدراسة وبالتالي حصر الكشوفات اللاحقة في اضييق نطاق لتأكد من هوية المجهول . إلا أنه لا يمكن الاعتماد كلية على خاصية الذوبان في التعرف على المجهول إلا في حالة الأحماض الكربوكسيلية . وبالتالي فلا مناص من إجراء بعض الكشوفات الكيميائية للتأكد من المجموعة الوظيفية وتحديد نوع المركب .

المخطط في الصفحة التالية يبين لنا الخطوات التي سنتدرج فيها لتعرف على اختبار الذوبانية والاستنتاجات من خلاله.

الأدوات المستخدمة :

١. أنبوب اختبار
٢. ماسك أنابيب
٣. ملعقة
٤. ساق زجاجية
٥. ورق تباع الشمس
٦. الاختبار :
٧. اغسل أنبوب الاختبار جيداً حتى تتخلص من بقايا المواد الأخرى .
٨. خذ كمية بسيطة من المادة المراد الكشف عليها تقديرية كما يلي :

٩. المادة السائلة : خمس قطرات تقريباً أو ١ مل .
١٠. المادة الصلبة : طرف الملاعة بلورات صغيرة قدر الإمكان .
١١. أضف كمية مناسبة من المذيب تقدر بثلاث أضعاف المادة المذابة .
١٢. رج أنبوب الاختبار بشدة كما تعلمت سابقاً ولاحظ لنتيجة .
١٣. دون النتائج مباشرة واذكر الاستنتاج .

:

: ()

١. مقدمة

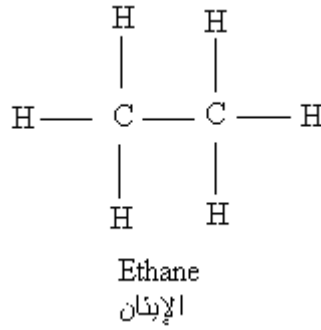
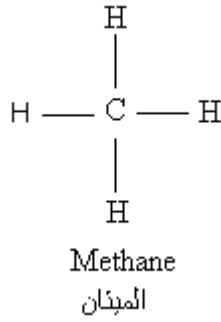
يتم التعرف في هذا الكشف على طبيعة الترابط بين ذرات المركبات العضوية بصفة عامة من ناحية وإلى فكرة تقريبية عن عدد ذرات الكربون (الفحم) المكونة للمادة ، وذلك بتعريض كمية بسيطة من المادة للهب مباشرة لتحترق المادة حسب طبيعة الروابط والتكوين وعدد الذرات المكونه للمادة كما سيأتي شرحها بالتفصيل وهذا الاختبار يمكن أن يسمى الكشف عن خاصية التشبع للمركبات العضوية.

المركبات العضوية تختلف في نوعية الترابط بين ذراتها المكونة من خلال عدد وشكل الروابط التي بينها مؤثرة على ذلك على خواصها الكيميائية وتفاعلاتها وتأثرها بالطاقة الحرارية فمثلا نجد ان بعض المركبات يكون التركيب أو الصيغة البنائية عبارة عن روابط أحادية تجمع بين الذرات في الجزئية الواحدة من التركيب ، والبعض الآخر عبارة عن جزيئات كبيرة ذات تسلسل وتفرع كبير بين السلاسل المكونة كخيوط العنكبوت تقريبا وأيضاً روابطها المكونة بين الجزيئات أحادية وغير مضاعفة ، أما في الأنواع الأخرى فيكون التركيب الترابطي بين الذرات المكونة للمركب محتوياً على روابط مضاعفة ثنائية وثلاثية في التركيب البنائي أما أن تكون خطية (الفاتية) أو ذات سلاسل متفرعة أو عطرية (أروماتية) .

ويمكن توضيح هذا التباين على النحو التالي :

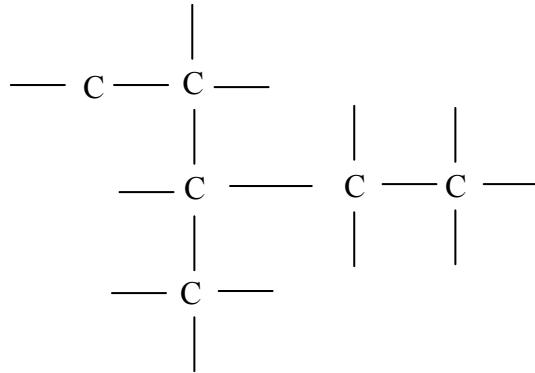
١- الهيدروكربونات المشبعة : وتعرف الألكانات وهي ترتبط بروابط أحادية فقط بين ذرات الكربون (الفحم) (C-C)

أ - مركبات هيدروكربونية الفاتية (خطية) بسيطة ومفتوحه مثل الميثان الإيثان والبيوتان
ومثل أغلب المركبات الألكانات Alkanes المفتوحة صيغتها العامة تكون C_nH_{2n+2} :

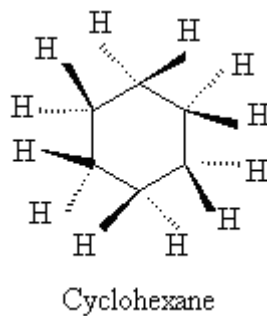


عند تطبيق القانون العام للصيغة عليها نجد أن الصيغة تكون في الإيثان مثلاً : C_2H_6

ب - مركبات هيدروكربونية الفاتية (متفرعة) و يكون عدد ذرات الكربون فيها كبيراً أو ذات سلاسل - أي تجمع كبير لذرات الكربون مرتبطة مع بعضها البعض - وتفرعات جانبية عديدة وكبيرة مثالها :



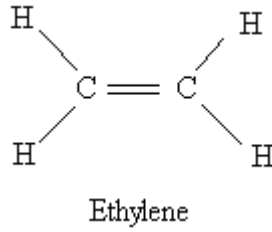
ج - مركبات هيدروكربونية مشبعة حلقيه (ألكانات حلقيه) وتكون ذرات الكربون فيها مترابطة حلقياً وهي تتبع الصيغة العامة C_nH_{2n} التالية كمثالها :



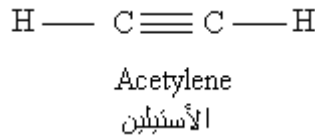
عند تطبيق القانون العام للصيغة عليها نجد أن الصيغة تكون في الإيثان مثلاً : C_6H_{12}

٢- الهيدروكربونات غير المشبعة: وهي التي تكون فيها الروابط ثنائية أو ثلاثية بين ذرات الكربون (الفحم).

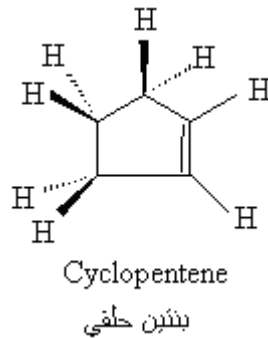
أ- مركبات هيدروكربونية الفاتية (خطية) بسيطة تحوي بين ذراتها روابط مضاعفة وتتبع طائفة الألكينات Alkenes ومثالها :



ب- مركبات هيدروكربونية الفاتية بسيطة (خطية) تحوي بين ذراتها روابط ثلاثية وهي تتبع لمجموعة الألكاينات Alkynes ومن أمثلتها :



ت- هيدروكربونات حلقية تحوي رابطته أو أكثر من الروابط المضاعفة ومثالها :



ث- مركبات هيدروكربونية حلقية (أروماتية - العطرية) وهي مركبات غير مشبعة أي أن بها روابط مضاعفة بين ذراتها.

أما بالنسبة لطريقة العمل والاستنتاج فإننا نجري مثل هذه التجارب في داخل دولاب الأبخرة والغازات وذلك لكثرة الأبخرة المتصاعدة والغازات والأبخرة الخطيرة الناتجة من احتراق هذه المواد حيث يتم استخدام أحد المواقد الغازية ذات اللهب لحرق المركب العضوي بتعرض المادة للهب مباشرة وملاحظة النتيجة الظاهرة على النحو التالي :

الاستنتاج	
المادة عبارة عن الفاتية بسيطة ذات روابط أحادية .	احتراق المادة بلهب أزرق خفيف دون تصاعد دخان .
المركب عبارة عن : أ - مركب الفاتي بسيط مع وجود روابط ثنائية في التركيب . ب- مركب الفاتي بسيط ذات سلاسل وتفرعات جانبية كثيرة دون وجود روابط مضاعفة أو وجود روابط مضاعفة قليلة .	احتراق المادة بلهب أزرق خفيف مائل للصفرة دون تصاعد دخان مع تصاعد خفيف للدخان .
المركب ذو صفة عطرية (مركب أروماتي) أي به حلقة أو حلقات بنزين في التكوين .	احتراق المادة بلهب اصفر واضح مع تصاعد دخان اسود كثيف واضح .

مما سبق يتضح لنا أنه يمكن التمييز بين التركيب الترابطي بين المركبات المختلفة تمييزاً دقيقاً جداً إلا في حالة واحدة هي الثانية والتي سيتم التمييز أو التأكيد على النوع من خلال اختبار التشبع كما سيأتي - بإذن الله - لاحقاً .

٢. خطوات التجربة :

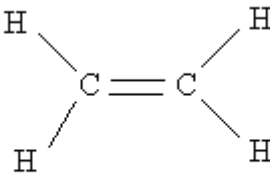
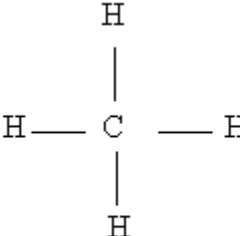
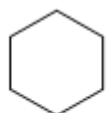
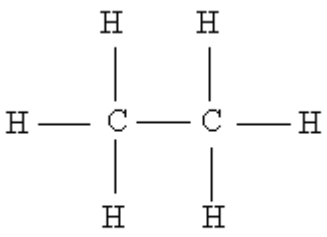
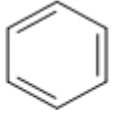
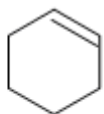
تجرى هذه التجربة داخل خزانة الغازات فقط

١. أحضر ملعقة حرق وتأكد من نظافتها بغسلها أولاً ثم بتعريضها للهب مرة أخرى وغسلها بالماء بعد ذلك للتبريد وللتأكد من خلوها من أي مادة أخرى .
٢. ضع كمية بسيطة على طرف الملعقة من المادة (سائلة - صلبة) .
٣. مباشرة عرض المادة للهب ولاحظ نتيجة احتراقها .
٤. دون النتائج مباشرة في كراسة النتائج .

() :

١. مقدمة

التشبع هو ترابط العناصر مع بعضها برابطة واحد فقط ، أي وجود رابطة واحدة فقط تربط بين العنصر والعنصر الآخر المجاور له دون زيادة ، وهي ميزة يكثر وجودها في المركبات العضوية مما أعطاها صفة و نشاط كيميائي خاص فالمركبات الهيدروكربونية المشبعة تختلف تماماً في نشاطها الكيميائي عن الهيدروكربونات غير المشبعة . فالمركبات التي تكون الروابط بين ذراتها روابط أحادية تسمى مركبات مشبعة وهي تتبع لمجموعة (الألكانات) ، أما التي تحوي رابطة أو أكثر بين ذراتها فإنها تسمى مركبات غير مشبعة وهي تتبع لمجموعتي (الألكينات والألكاينات) وللتوضيح سنعمد إلى هذه الأمثلة كما هو مبين :

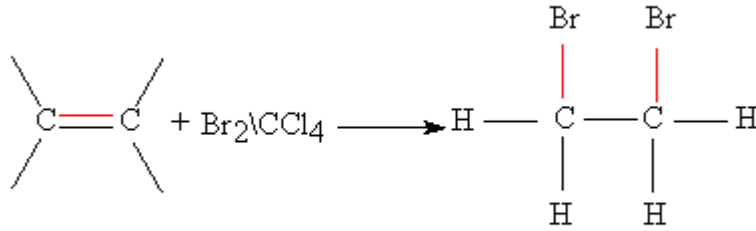
 <p>مثنى (غير مشبع)</p>	 <p>مثنى (مشبع)</p>
 <p>هكسان حلقي (مشبع)</p>	 <p>الإثنان (مشبع)</p>
 <p>حلقة البنزين (غير مشبعة)</p>	 <p>هكسان حلقي (غير مشبع)</p>

ويمكن الكشف عن وجود هذه الخاصية بعدة كواشف أو اختبارات تجرى على المركبات للكشف عن وجود أو عدم وجود خاصية التشبع في هذه المركبات وذلك لسهولة التمييز بينهما بسبب اختلاف نشاطهما الكيميائي .

_____ .
_____ :

محلول البروم خطير جداً كن حذراً في التعامل معه

يتفاعل البروم مع الروابط المضاعفة في المركب حالاً محل هذه الروابط على ذرات الكربون (الفحم) كما في المعادلة التالية :



زوال لون البروم

بينما لا يتفاعل مع المركبات المشبعة والتي لا توجد بها روابط مضاعفة سواء كانت خطية مفتوحة أو حلقية .

٣. خطوات التجربة:

٣. خذ أنبوب اختبار جاف ونظيف .
٤. وضع حوالي 1 مل من المادة في الأنبوب.
٥. أضف حوالي 3 قطرات من محلول البروم (أحمر دموي).
٦. رج الأنبوب جيداً ودون النتيجة .

النتائج الإيجابية والتي تدل على وجود الروابط غير المشبعة في المركبات الهيدروكربونية تكون بزوال لون محلول البروم ذي اللون الأحمر الدموي الى عديم اللون أو إلى اللون الاصفر أو يتكون راسب أبيض في بعض الحالات .

٤. أمثلة على الاختبار

مع الهكسان (العادي أو الحلقي) خذ 1 مل في أنبوبين جافين ونظيفين وأضف إلى كل منهما حوالي 3 قطرات من محلول البرم ورجهما جيداً ثم ضع إحدهما في مكان مظلم واترك الأخرى معرضة للضوء لبضع دقائق .

لاحظ زوال لون البرم في الأنبوبة المعرضة للضوء وتصاعد غاز بروميد الهيدروجين الذي يمكن الاستدلال عليه بتأثيره على ورق تبايع الشمس الأزرق المبلل بالماء عند تعريضه لفوهة الأنبوبة ، بينما لا يزول لون البرم في الأنبوبة الأخرى وذلك لان تفاعل الكانات مع الهالوجين يحتاج إلى ضوء ساطع لكي يحدث كعامل مساعد .

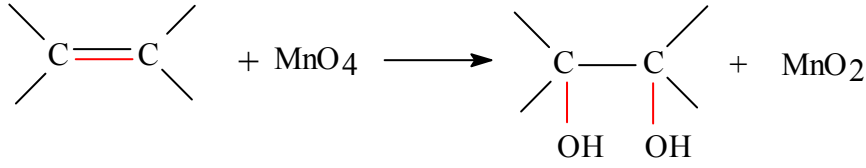
اعد التجربة مستخدماً هكسين حلقي تلاحظ أن لون البرم يزول في الحال وان التفاعل يحدث دون الحاجة إلى تعريض للضوء ولا يصحبة تصاعد غاز بروميد هيدروجين وذلك لان التفاعل في هذه الحالة هو تفاعل إضافة وليس استبدال .

كذلك مع المركبات العطرية فان اللون يزول سريعاً ويتكون راسب أبيض واضح .

٥. الكشف بمحلول برمنجنات البوتاسيوم المخفف

محلول البرمنجنات ملون للبشرة كن حذراً

تتفاعل البرمنجنات وتتأكسد مكونة راسب ذا لون بني نتيجة للأكسدة البرمنجنات إلى ثنائي أوكسيد المنجنيز MnO_2 مع المركبات الهيدروكربونية غير المشبعة ولا تتفاعل مع الهيدروكربونات المشبعة .



٦. طريقة الاختبار :

- خذ أنبوب اختبار جاف ونظيف .
 وضع حوالي 1 مل من المادة في الأنبوب.
 أضف حوالي 3 قطرات من محلول برمنجنات البوتاسيوم (اروجاني اللون) .
 رج أنبوبة الاختبار ، دون النتائج .

النتائج الإيجابية لهذا الاختبار والتي تدل على وجود روابط مضاعفة في المركبات الهيدروكربونية هو زوال لون البرمنجنات وتحولها إلى لون بني مع المركبات غير المشبعة.

٧. أمثلة على الاختبار:

خذ أنبوتي اختبار وضع في أحدهما 1 مل من الهكسان وفي الأخرى 1 مل من هكسين الحلقي وأضف إلى كل منهما حوالي 3 قطرات من محلول برمنجنات البوتاسيوم المخفف ورجها . تلاحظ أن اللون لم يتغير في الأنبوبة المحتوية على الهكسان بينما في الأنبوبة المحتوية على هكسين الحلقي تغير اللون إلى بني وذلك لان الهكسان ككل الألكانات لا يتفاعل مع برمنجنات البوتاسيوم بينما الهكسين الحلقي ككل الألكانات يتفاعل بسرعة مع هذا الكاشف وان التفاعل هو تفاعل أكسدة واختزال فالكاشف يؤكسد الألكين إلى جلايكول ويختزل هو إلى ثاني أوكسيد منجنيز .

الفصل الثالث :

١. مقدمة

يطلق على المركبات العضوية اسم مركبات الكربون لاعتمادها في التركيب البنائي على وحدات كثيرة ومتراصة من عنصر الكربون لذا فإن المركبات العضوية جميعها تحتوي على الكربون (الفحم) واغلبها يحتوي على الهيدروجين أيضاً ، كذلك يمثل الأوكسجين العنصر الثالث المتواجد في اغلب المركبات العضوية مع العنصرين السابقين ولا يوجد الأوكسجين في جميع المركبات العضوية كما سنرى في المحاضرات العملية والدروس العملية ، وفي هذا المقرر - إن شاء الله - سيتم الكشف على أشهر العناصر الأخرى التي من الممكن أن تكون داخله في تركيب المواد العضوية ومنها عنصر : النيتروجين ، الكبريت ، ومجموعة الهالوجينات .

يتم الكشف عن العناصر السابقة الذكر باختبارات متعددة منها :

٢ . ١ كشف لاساين (Lassaigne's test) :

وفية يتم حرق العينة مع الصوديوم لتحويل العناصر المذكورة إن وجدت إلى أملاح الصوديوم ، حيث يتحول النيتروجين إلى سيانيد الصوديوم ، والكبريت إلى كبريتيد الصوديوم ، والهالوجين إلى هاليد الصوديوم ، وجميعها تذوب في الماء فيسهل الكشف عنها بالطريقة المعروفة والمبينة أدناه.

٢ . ٢ أدوات التجربة :

١. أنبوب اختبار ،
٢. أنبوبة حرق ،
٣. ماسك أنابيب ،
٤. موقد بنزن ،
٥. كأس صغيرة ،
٦. قطارة ، ورق ترشيح ،
٧. قمع ترشيح ،
٨. دورق مخروطي .

٣. ٢ خطوات العمل :

معدن الصوديوم يتفاعل بشدة مع الهواء والماء فكن حذراً وتعامل مع هذه التجربة حسب التوجيهات وبالطريقة الصحيحة ولا تنسى النظارات الواقية فهي مهمة جداً.

١. ضع قطعة صغيرة من الصوديوم في أنبوب حرق - مخصص لهذه التجربة - جافة وسخنها على اللهب حتى تتصهر ويتحول لون المعدن إلى فضي أو أبيض .
٧. أضف إليها كمية قليلة من العينة (حوالي ٠,٢ جم أو ٠,٢ مل إذا كانت سائلاً) مع مراعاة أن تكون إضافة العينة السائلة تدريجياً أي قطرة ، قطرة ثم أضف عليها قليل من بودرة كربونات الصوديوم حتى تغطي المحلول والمادة.
٨. اعد تسخين الأنبوبة تسخيناً هيناً بإمرار الأنبوب تمريراً على اللهب حتى تتحول محتوياتها إلى كتلة صلبة قد يرافق ذلك تصاعد للأبخرة وتفاعلات عنيفة فلا تتردد وكن على حذر ، ثم سخنها بشدة لدرجة الاحمرار ولمدة حوالي دقيقتين .
٩. الق بالأنبوبة الساخنة في جفنة أو كأس به ماء مقطر (١٥ مل) وكسرها إلى قطع صغيرة بواسطة ساق زجاجي .
١٠. ثم سخن المحلول إلى أن يغلي وذلك ليدوب ما فيها من عناصر في الماء وحتى نزيد من تركيزها في المحلول .
١١. رشح المحلول للتخلص من قطع الزجاج وأي مواد أخرى غير ذائبة . وتخلص من الأجزاء الصلبة واحتفظ بالراشح - الجزء السائل من التجربة - لإكمال التجربة .

ملاحظة

إذا كان الرشيح ملوناً فهذا غالباً يدل على أن الحرق غير كامل ويستحسن إعادة الخطوات المذكورة مستعملاً عينة جديدة . أما إذا كان غير ملون فهذا يدل على أن عملك جيداً ، إذا كان المحلول كثيراً فبخر الماء ليزيد تركيز الأيونات في المحلول

الآن قم بنقل الراشح - الجزء السائل من التجربة - واستعمله للكشوفات عن العناصر إن وجدت ولا حظ أن الكمية تستخدم لجميع الكشوفات كما يلي :

٣. الكشف عن وجود النيتروجين :

١. ضع حوالي ١ مل من الرشيع في أنبوبة اختبار نظيفة وجافة .
٢. أضف إليه قليلا من كبريتات الحديدوز وقطرة من محلول فلوريد البوتاسيوم (٣٠٪) .
٣. سخن المخلوط إلى أن يغلي ، ثم برد الأنبوبة وأضف إليها قليلا من حمض الكبريت المخفف لتذويب هيدروكسيدات الحديد.

النتيجة الايجابية لهذا الاختبار هي :

ظهور لون ازرق أو ازرق مخضر تسمى زرقة بروسيا من المعقد $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ يدل على وجود أيون السيانيد الذي يدل على وجود النيتروجين بالعينة .

٤. الكشف عن الكبريت :

١. ضع ١ مل من الرشيع في أنبوبة اختبار .
 ٢. أضف إليه قليلا من حمض الخل ثم بضع قطرات من خلات الرصاص .
 ٣. سخن المحلول قليلاً .
- النتيجة الايجابية لهذا الاختبار :
- تكون راسب اسود أو بني غامق يشير إلى وجود أيون الكبريت الذي يدل على وجود الكبريت بالعينة.

٥. الكشف عن الهالوجينات : (X= Br-Cl-I)

إذا كانت العينة تحوي النيتروجين والكبريت فيسخن المحلول المتبقي من العينة لطرده الأيونات حتى الغليان لعدة دقائق ويضاف بعد ذلك ماء مقطر للعينة .

١. خذ حوالي ٢ مل من الرشيع في أنبوبة اختبار نظيفة جافة .
٢. أضف إليه حمض نيتريك مخفف إلى أن يصبح حامضاً .
٣. سخن مع الرج إلى أن يتبخر معظم المحلول ، ثم برد و أضف إليها ١ مل من الماء المقطر وحوالي ١ مل من نيترات الفضة (٥٪).
٤. تكون راسب يدل على وجود الهالوجين بالعينة ، أي أيون كلوريد أو أيون بروميد أو أيون يوديد .

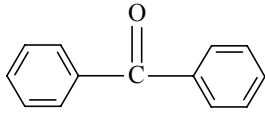
وللتمييز بينهم فإننا سنعمد إلى دراسة لون الراسب فإذا كان الراسب ابيضاً ويزوب بسهولة في محلول الأمونيا (هيدروكسيد الأمونيا) فالهالوجين هو الكلور ، وإذا كان لونه أصفر باهتاً ويزوب بصعوبة في محلول الأمونيا (هيدروكسيد الأمونيا) فهو بروم ، أما إذا كان لونه أصفرًا ولا يذوب في محلول الأمونيا (هيدروكسيد الأمونيا) فهو يود . ولاختبار ذوبان الراسب في محلول الأمونيا تفصل الطبقة المائية أما بسكبها بعناية (ترويق) أو باستعمال قطارة، ويضاف محلول الأمونيا إلى الراسب المتبقي بالأنبوبة مع الرج وملاحظة الذوبان من عدمه .

الفصل الرابع:

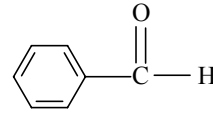
() :

تعتبر مجموعة الكربونيل (C=O) أشهر المجموعات الوظيفية في المركبات العضوية وذلك لكون انتشارها بين المركبات المعروفة كبيراً وفعاليتها مميزة ومن هذه المركبات المحتوية على مجموعة الكربونيل مركبات الألدهيدات والكييتونات ، حيث تشكل العديد من المركبات العضوية المشهورة فالألدهيدات هي أحد نواتج التأكسد الأولى للأغوال أما الكييتونات فهي نتاج أكسدة بعض الدهون وتختلف مجموعة الألدهيدات عن مجموعة الكييتونات في المجموعات المرتبطة بمجموعة الكربونيل حيث نجد في الألدهيدات أن أحد طرفي الرابطة مع الكربون (الفحم) في مجموعة الكربونيل تكون ذرة هيدروجين وفي الطرف الآخر مجموعة ألكيل (R) الفاتية أو أروماتية (عطرية) وبها أيضاً تحدد نوعية الألدheid الفاتي أو أروماتي (عطري) ، أما في مجموعة الكييتونات فإن طرفي الربط تكون عبارة عن مجاميع ألكيلية مختلفة أما الفاتية أو أروماتية (عطرية) لتحديد أيضاً بدورها نوع الكييتون الفاتي أو أروماتي (عطري) ومن الأمثلة على مجموعة الألدهيدات والكييتونات ما يلي :

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{R} \end{array}$	R	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \text{Acetone} \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \text{Formaldehyde} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}_6\text{H}_5-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \text{Acetophenone} \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \\ \text{Acetaldehyde} \end{array}$



Benzophenone



Benzaldehyde

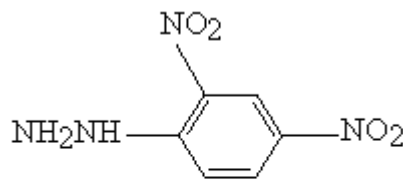
أغلب مركبات هذه الطائفة سوائل عدا الفورمالدهيد (ألدهيد النمل) فهو غاز يذوب في الماء بكميات كبيرة ، وأغلب هذه الطائفة لها روائح مميزة ومن الأمثلة عليها رائحة البنزالدهيد التي تشبه رائحة اللوز المر ، وتعد أغلب تفاعلات هذه الطائفة تفاعلات إضافة على مجموعة الكربونيل والتي تمثل ذرة الكربون فيها كاشفاً إلكتروفيلياً نظراً لما يكون عليه من استقطاب ، أي أنها تمثل القطب الموجب وفي المقابل تمثل ذرة الأوكسجين القطب السالب . وبصفه عامه فإن تفاعلات الألدهيدات أسرع من تفاعلات ألكيتونات .

:

يجمع هاتين الطائفتين خواص مشتركة تميزهما عن المركبات الأخرى ، ومن هذه الخواص ما يتضح في تفاعلها مع كاشفهما العام 2,4 - ثنائي نيتروفينيل هيدرازين والذي يعطي معهما رواسب ملونه فاتحه (الأحمر - البرتقالي - الأصفر) مميزة جداً يمكن بواسطتها تمييز هاتين الطائفتين عن بقية الطوائف أو المجموعات الوظيفية .

وهناك كواشف مميزة أخرى للفرقة بين الألدهيدات وألكيتونات ، حيث تتفاعل بعضها مع الألدهيدات ولا تتفاعل مع ألكيتونات والعكس يمكن من خلالها التعرف على ما إذا كان المركب المحتوي على مجموعة الكربونيل الدهيد أو كيتون ومن أهمها كواشف تولن ، وكاشف فهلنج .

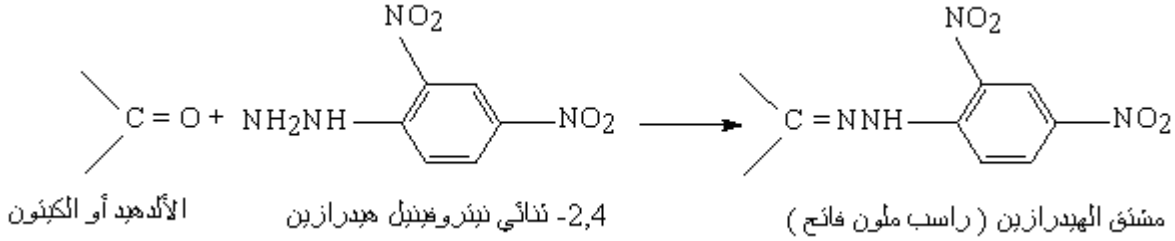
مع الكاشف العام 2.4 - ثنائي نيتروفينيل هيدرازين :



2,4-Dinitrophenylhydrazine

2,4- ثنائي نيتروفينيل هيدرازين

وهو يعتبر كاشفاً عاماً لمجموعة الكربونيل وبالأخص طائفة الألدهيدات وألكيتونات . حيث يعطي كما أسلفنا رواسب فاتحة اللون (أحمر – برتقالي – أصفر) .



٣. الأدوات المستخدمة :

١. أنبوب اختبار
٢. ماسك أنابيب
٣. فرشاة لتنظيف
١٢. قطارة

٤. طريقة العمل :

١. خذ أنبوبة اختبار نظيفة وجافة .
١٣. ضع كمية بسيطة من العينة في الأنبوب .
١٤. أضف مقدار 2-3 مل من الكاشف إلى العينة .

تحضير الكاشف : أوزن حوالي 0.5 جرام من 2,4- ثنائي نيترو فينيل هيدرازين في كأس زجاجي صغير ويذاب باستخدام 0.5 مل من حمض الكبريت المركز ويضاف إليها بحذر 10 مل من الإيثانول ، ثم يسخن الخليط حتى يصبح متجانساً.

٢. إذا لم يتكون الراسب مباشرة فاعمد إلى رج الأنبوب جيداً واتركه لبضع دقائق .
٣. سخن المحلول لمدة ٣ دقائق ثم برد بإضافة قطرات من الماء لمساعدة المحلول على الترسيب .

النتيجة الإيجابية لهذا الاختبار :

تكون رواسب فاتحة اللون (أحمر – برتقالي – أصفر) ولا تعتمد إلى لون المحلول

٥. الكواشف المميزة بين الألدهيدات وألكيتونات :

هناك العديد من التفاعلات المميزة للألدهيدات عن ألكيتونات وكذلك العكس يمكن من خلالها التفرقة بين المركبات الألدهيدية وألكيتونية بسهولة ومنها ما يلي:

١ . ٥ كاشف شيف :

هو محلول مادة صبغية بنفسجية اللون يزول لونها إذا ما أضيف إليها SO_2 لكنها تستعيد اللون إذا ما أضيف إليها الدهيد حيث يتحد الألدهيد مع SO_2 ويتحرر الكاشف فيعود اللون البنفسجي.

الأدوات المستخدمة :

١ . أنبوب اختبار

٢ . ماسك أنابيب

٣ . قطارة

طريقة العمل :

هذا الكاشف حساس جداً للماء ولبقايا المواد في الأنبوبة تأكد من التجفيف والتنظيف

١ . خذ أنبوب اختبار جاف ونظيف .

١٥ . ضع 1 مل من العينة داخل الأنبوب وأضف عليه قطرتين من الكاشف .

١٦ . لاحظ النتيجة ودونها بكراستك .

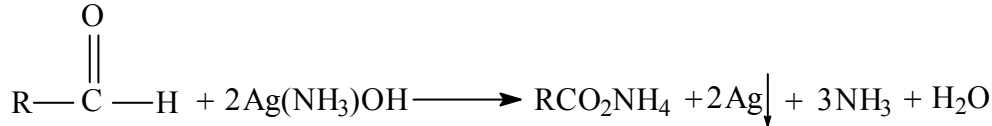
النتيجة الإيجابية لهذا الاختبار :

ظهور لون بنفسجي مع الألدهيدات ولا يظهر مع ألكيتونات

ملحوظة : بعض الألدهيدات العطرية لا تعطي لوناً بنفسجي مع الكاشف .

٢ . ٥ كاشف تولن :

يترسب أيون الفضة في هذا الاختبار على جدار الأنبوبة مكوناً مرآة فضية اللون مميزة مع الألدهيدات دون ألكيتونات وهذا الاختبار أيضا يعتبر مميّزاً للألدهيدات دون ألكيتونات .



الأدوات المستخدمة :

- ١ . أنبوب اختبار
- ٢ . ماسك أنابيب
- ٣ . حامل أنابيب
- ٤ . فرشاة
- ٥ . قطارة

خطوات العملي :

- ١ . خذ أنبوب اختبار جاف ونظيف وضع بها 2 مل من الكاشف .

يفضل تحضير الكاشف في نفس التجربة لدقة أكثر أو استخدام كاشف حديث التحضير وطريقة التحضير تتم بإضافة 2-3 قطرات من هيدروكسيد الصوديوم المخفف إلى حوال 2 مل من نترات الفضة فيتكون راسب من أوكسيد الفضة يذوب بإضافة محلول النشادر المخفف حتى تختفي البلورات الصلبة من الأوكسيد.

- ٢ . أضف 2-3 قطرات من العينة على الكاشف .
- ٣ . سخن لمدة عشر دقائق أو حتى ظهور النتيجة .

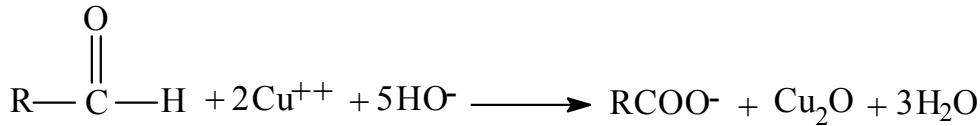
النتيجة الإيجابية لهذا الاختبار :

ظهور مرآة فضية أو طبقة فضية على الجدار الداخلي للأنبوب من نتيجة لتحرر أيون الفضة يدل ذلك على أن العينة من الألدهيدات .
ملاحظة : اغسل الأنبوب في الحال حتى لا تلتصق الطبقة الفضية عليه .

٣ . ٥ كاشف فهلنج :

وهذا الكاشف أيضاً يتفاعل مع الألدهيدات دون ألكيتونات فتأكسد الألدهيد وتحوله إلى حمض كربوكسيلي ويختزل أيون النحاس الثنائي الموجود بالكاشف إلى أحادي التكافؤ متحولاً إلى راسب أحمر مائل إلى اللون البني .

هذا الكاشف يتم تحضيره مسبقاً بمحلولين مستقلين أحدهما يرمز له بمحلول فهلنج (A) أزرق اللون يتكون من كبريتات النحاس ، والآخر بمحلول فهلنج (B) عديم اللون يتكون من طرطرات الصوديوم والبوليتاسيوم ، بحيث يتم خلطهما سوياً في نفس أنبوب الاختبار بنسبة 1:1 أي بنسبة قطرة من A مع قطرة من B مثلاً أو نسبة 1 مل من محلول A مع 1 مل من محلول B وهكذا .



أدوات التجربة :

- ١ . أنبوب اختبار
- ٢ . ماسك أنابيب
- ٣ . حامل أنابيب
- ٤ . حمام مائي
- ٥ . ماسك خشبي للأنابيب
- ٦ . قطارة

خطوات التجربة :

- ١ . خذ أنبوب جاف ونظيف وضع به 1 مل من العينة .

١٧. أضف 1 مل من بيكربونات الصوديوم NaHCO_3 .
١٨. أضف بضع قطرات من محلول فهلنج A .
١٩. أضف نفس المقدار من محلول فهلنج B .
٢٠. سخن المحلول لمدة خمس دقائق إلى عشر دقائق.

النتيجة الإيجابية لهذا الاختبار :

ظهور لون أخضر داكن يتحول بعدها إلى لون أحمر مائل للون البني يكون ذلك دليل على أن العينة من الأدهيدات .

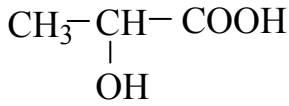
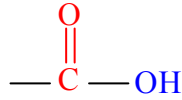
ملاحظة : الأدهيد العطري يحتاج إلى مدة تسخين أكثر

الفصل الخامس :

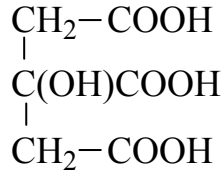
الكشف عن الأحماض الكربوكسيلية و الفينولات

١. مقدمة

كما ذكرنا سابقاً فإن مجموعة الكربوكسيل تعد من أشهر المجموعات الوظيفية انتشاراً في المركبات العضوية ، ومن هذه المركبات المشهورة جداً مجموعة الأحماض الكربوكسيلية التي تحتوي على مجموعتي الكربوكسيل ومجموعة الهيدروكسيل (R -COOH) حيث إن (R) قد تكون مجموعة الفاتية أو عطرية (أروماتية) وبها يحدد نوع الحمض الكربوكسيلي ، وجميع هذه المركبات الحامضية مركبات صلبة ما عدا حمض النمل وحمض الخل وحمض اللبن ، وتمتاز هذه المركبات بنفاذية الرائحة وخاصة حمض الخل وحمض النمل أما بقية المركبات فلها رائحة مقبولة . ومن الأمثلة عليها



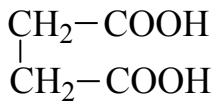
حمض اللبن



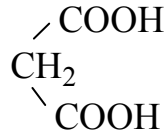
حمض الليمون



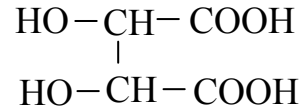
حمض النمل



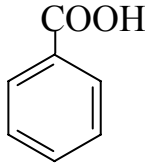
حمض الكهرياء



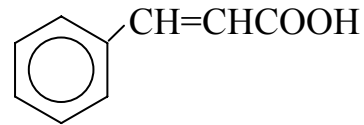
حمض المألون



حمض النبيذ



حمض الجاوي



حمض القرقة

أغلب هذه المركبات ذوابة في الماء البارد ، وتقل الذوبانية بارتفاع الوزن الجزيئي للحمض ، أما الأحماض العطرية فشحيحة الذوبان في الماء البارد ولكنها تذوب في الماء الساخن (أي بتسخين الماء) ، وتزيد قابلية

الحمض لذوبان بوجود مجموعتي الكربوكسيل في الحمض ، وللأحماض الكربوكسيلية درجات غليان وانصهار مرتفعة وذلك بسبب وجود الروابط الهيدروجينية فيما بين جزيئاتها يزيد من قوتها استقطاب الرابطة في مجموعة الكربوكسيل .

٢ . ١ اختبار الحامضية:

وهذا الاختبار يتم باستخدام ورق تباع الشمس أو ورق قياس الـ pH (درجة الحموضة) للتعرف على مدى حامضية المادة سواء كانت صلبة أو سائلة ، حيث يتم استخدام ورق تباع الشمس ذات اللون الأزرق والذي يتحول إلى اللون الأحمر في الوسط الحامضي ، أما ورق قياس الـ pH فإنه أكثر دقة حيث يعطي نتائج مدرجة من (٧ - ١) وهناك ورق قياس أكثر تطوراً وتطبيقاً يعطي من المدى (١٤ - ١) أي أنه يغطي التدرج لمقياس الـ pH .

أ. أدوات التجربة :

- ١ . أنبوب اختبار ،
- ٢ . ماسك أنابيب ،
- ٣ . حامل أنابيب ، ورق تباع الشمس ،
- ٤ . ورق قياس الـ pH .

طريقة العمل :

- ١ - خذ أنبوب اختبار جاف ونظيف وضع فيه كمية بسيطة من المادة .

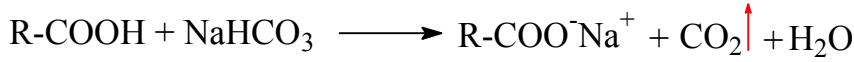
إذا كانت المادة سائلة فيؤخذ مقدار بسيط تقريباً ١ مل ، أما إذا كانت المادة صلبة فتتم إذابتها في الماء الساخن أولاً إذا أمكن ومن ثم تجرى التجربة .

- ٢ - أدخل ورق تباع الشمس أو ورق مقياس الـ pH داخل الأنبوب حتى يلامس المحلول .
- ٣ - لاحظ النتيجة ودونها بكراستك .

- إذا تحول لون ورق تباع الشمس من اللون الأزرق إلى اللون الأحمر دل ذلك على أن المركب يحمل الصفة الحامضية .
- إذا كان مقياس درجة الحمضية (pH) ما بين (١ - ٦) فإن المركب يحمل صفة حامضية يكون مقياس قوتها حسب الرقم المبين ويمكن المقارنة بين نتيجة القياس في المحلول مع الورقة المرجعية المرفقة بورق قياس درجة الحمضية .

٢. ٢ الكشف مع بيكربونات الصوديوم :

هذا الكشف يعد من التفاعلات المشهورة بين الأحماض والقواعد وفيه يتفاعل الحامض مع البيكربونات مطلقاً بذلك غاز (CO₂) حسب قوة التفاعل والتي تعتمد على قوة الحمض نفسه.



أ. أدوات التجربة :

١. أنبوب اختبار
٢. ماسك أنابيب
٣. حامل أنابيب
٤. ملعقة أو قطارة

ب. طريقة التجربة :

١. خذ أنبوب اختبار جاف ونظيف وضع به كمية بسيطة من العينة سواء كانت صلبة أو سائلة .
٢. أضف عليها كمية مناسبة من بيكربونات الصوديوم .

- يتم إضافة كمية مناسبة من محلول بيكربونات الصوديوم السائل إذا كانت العينة صلبة.
 - يتم إضافة كمية مناسبة من بودرة بيكربونات الصوديوم الصلبة إذا كانت العينة سائلة .
- وذلك لوضوح التفاعل بشكل اكبر.

٣. لاحظ النتيجة ودونها بكراستك .

إذا كان المركب يحمل صفة حامضية نلاحظ تفاعل وفوران وتصاعد للغاز يحدد كميته وقوته قوة الحمض وتفاعله مع البيكربونات .

٢ . ٣ الكشف بكلوريد الحديد الثلاثي (III)

يتفاعل الكثير من الأحماض الكربوكسيلية مع هذا الكاشف معطية ألواناً أو رواسب ملونه يمكن الاعتماد عليها في تمييز الأحماض الكربوكسيلة البسيطة .

أ. أدوات التجربة :

١. أنبوب اختبار ،
٢. ماسك أنابيب ،
٣. حامل أنابيب ،
٤. قطارة .

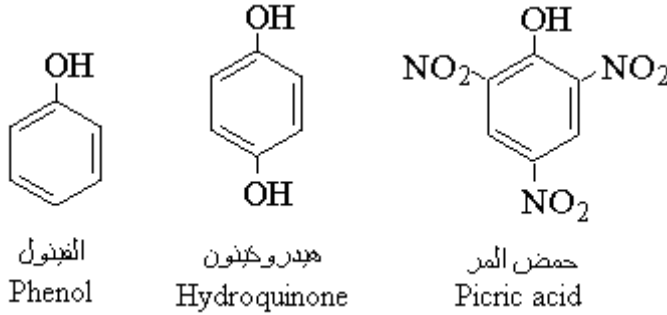
ب. طريقة التجربة :

١. خذ أنبوب اختبار جاف ونظيف وضع به كمية بسيطة من العينة .
٢. أضف محلول النشادر حتى يصبح المحلول ذا صفة قاعدية ثم بخر كمية النشادر الزائدة بالتسخين قليلاً.
٣. برد الأنبوب ثم أضف إليه بضع قطرات من محلول كلوريد الحديد الثلاثي.
٤. لاحظ النتيجة ودونها بكراستك .

إذا ظهر لون أو راسب (أحمر - أصفر - بنفسجي) دل ذلك على أن العينة من الأحماض الكربوكسيلية .

٣ . الكشف عن الفينولات

تتميز أفراد هذه الطائفة بمجموعة هيدروكسيل (-OH) أو أكثر تتصل بحلقة البنزين مباشرة، ومعظم هذه المركبات مركبات صلبة غير ذوابة في الماء بالرغم من أن الفينول نفسه والفينولات ثنائية مجموعة الهيدروكسيل مركبات ذوابة في الماء.



٣ . ١ هيدروكسيد الصوديوم

تذوب الفينولات جميعها في الوسط القاعدي وتعطي أملاحاً تسمى فينوكسيدات Phenoxides.

٣ . ٢ مع كربونات الصوديوم

بالرغم من أن الفينولات لها خواص حمضية بعض الشيء إلا أنها لا تؤثر على كربونات الصوديوم . ويختلف الأمر إذا كان على نواة البنزين مجموعة أو أكثر من المجموعات الساحبة للإلكترونات، عندها تبرز الصفة الحمضية فتتأثر كربونات الصوديوم وينطلق CO_2 .

طريقة العمل:

توضع كمية صغيرة من الفينول وبارا - نتروفينول في أنبوبي اختبار نيفين كل على حدة . يضاف محلول كربونات الصوديوم قطرة قطرة إلى كل أنبوب ثم يلاحظ في أي الأنبوبين يحدث فوران.

٣ . ٣ مع كلوريد الحديد (III)

تعطي الفينولات ألواناً مميزة عند معاملتها بكلوريد الحديد وهذا الكشف يعد من أهم الطرق التي تميز المركب الفينولي عن غيره من المركبات العضوية الأخرى.

طريقة العمل

يوضع محلول مخفف جداً من الفينول، المراد الكشف عنه، في أنبوب اختبار نظيف. تضاف قطرة أو قطرتين من محلول كلوريد الحديد (III) إلى محلول الفينول سابق التحضير. يلاحظ اللون الذي يتكون إثر ذلك.

تتفاعل الفينولات مع كلوريدات الحموض الكربوكسيلية وكلوريدات حموض السلفون لتعطي أسترات. هذه المشتقات الأسترية عبارة عن مركبات بلورية صلبة سيما تلك التي تنشأ من تفاعل الفينولات مع كلوريدات حموض السلفون. تختلف درجة إنصهار كل استر عن غيره إذ تتوقف على الفينول وهذا ما يجعل هذا التفاعل من أهم التفاعلات التي تستخدم للتمييز بين الفينولات.

طريقة العمل:

يذاب حوالي ٠,٥ جم من الفينول المراد الكشف عنه في ١٥ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم (١٠%) في حوجلة صغيرة. يضاف المحلول السابق إلى حوالي ١ جم من كلوريد ٥,٣-ثنائي نيتروبنزويثيل المسحوق جيداً ويسخن الخليط لمدة خمس دقائق. يرشح الأستر المترسب ويغسل بمحلول كربونات الصوديوم المخفف (لماذا؟). يجفف الراسب وتقاس درجة إنصهاره ثم تقارن بعد ذلك بالمراجع. يمكن تحضير استرات فينولية أخرى وفقاً للطريقة الأنفة الذكر إذا ما استخدم كاشف آخر مثل كلوريد بارا - نيتروبنزويثيل أو كلوريد بارا - تولوين سلفونيل.

٥. ماء البروم

يختفي لون البروم في المحاليل المركزة لبعض الفينولات ويتكون راسب أبيض من مركب الفينول عديد البروم عند إضافة زيادة من البروم. وتقوم الأثيرات العطرية مثل الأنيزول ($C_6H_5OCH_3$) بهذا التفاعل، إذ تعطي مشتقات عديد البروم.

طريقة العمل:

يذاب حوالي ٠,٥ جرام من الفينول في الماء أو الأسيتون أو كحول إثيل. يضاف محلول ماء البروم ببطء (قطرة قطرة) إلى المحلول السابق، مع الرج الشديد حتى يظهر لون البروم في خليط التفاعل ولا يزول بالرج. قد يدفئ خليط التفاعل عند ٥٠° م لمدة خمس دقائق، ويضاف عندئذ حوالي ٣٠ مل من الماء إلى خليط التفاعل ويرج جيداً ومن ثم يرشح الراسب ويغسل بمحلول مخفف من بيكربونات الصوديوم.

الفصل السادس :

:

١. مقدمة :

في هذه الوحدة سنعمد على اعطاء كل طالب مركب عضوي مجهول بغية التوصل والتعرف على ماهيته الفيزيائية والمجموعة العضوية الفعالة التي يحتوي عليها المركب تحت الدراسة وذلك باتباع ما سبق ودرس في الوحدات السابقة من الأولى الى السادسة مضافاً إلى ذلك تعيين درجة الانصهار وحالة المركب الفيزيائية ولونه مستنتاجاً من ذلك ما يستطيع استنتاجه من خلال ما درس .

٢. كيفية اجراء الاختبار :

- بالاعتماد على الرجوع الى ما سبق وتم شرحه في الوحدات السابقة حاول ان تتعرف على ما هية المركب العضوي المعطى لك من قبل المدرب وذلك بإجراء ما يلي بالترتيب :
١. و التعرف على الخواص الفيزيائية للمركب من درجة الأنصهار ، والحالة الفيزيائية ، ولون المركب ورائحته .
 ٢. ذوبانية المركب في المذيبات المختلفة والاستنتاجات المهمة المبنية على هذا الاختبار .
 ٢٢. كشف واختبار الاحتراق والتشبع والتعرف على ماهية التركيب البنائي بين الذرات في المركب وتحديد الطائفة التابعة له .
 ٢٣. الكشف عن وجود العناصر في المركبات العضوية بواسطة اختبار لاسين من نيتروجين وكبريت وهالوجينات .
 ٢٤. الكشف عن المجموعات الوظيفية لمجموعة الكربونيل (الألدهيدات و ألكيتونات) والهيدروكسيل (الأحماض الكربوكسيلية الفينولات) ومجموعة الأمينات والأميد والنيترو .
 ٢٥. جمع المعلومات المتحصل عليها من ما سبق ومحاولة التوصل الى المركب المجهول استناداً إلى ما جمع من نتائج واستنتاجات ورجوعاً الى المراجع الممكنة والمتوفرة .

٢. ويعتمد هذا الاختبار على دقة وملاحظة المتدرب أثناء إجراء وإعادة الاختبارات السابقة طوال الأسابيع الدراسية الماضية وكذلك مدى فهمه لما طبق خلال تلك الفترة ومحاولته ربط المعلومات ببعضها للخروج بأفضل الاحتمالات عن المركب العضوي المجهول .

٣. تلخص للاختبارات السابقة :

١.٣ الذوبانية :

يتم تجربة ذوبان المركب مع الماء فإذا ذاب المركب يتم الكشف عن مدى حامضية هذا المركب بغمس ورق تباع الشمس أو ورق pH داخل الأنبوب. إذا لم يذوب المركب يتم التحول إلى الشق القاعدي بحيث يذوب المركب في إذابة كيميائية مع 10% NaOH ويلاحظ بعد ذلك مدى الذوبانية فإذا ذاب المركب كان لهذا المركب صفة حامضية وإذا لم يذوب كان لا يحمل هذا المركب أي صفة حامضية ، أما إذا ذاب المركب فإننا نختبر مدى قوة هذه الحامضية بواسطة محلول أو بودرة مادة NaHCO_3 فإذا كان للمركب تفاعل وفوران مع هذه المادة قوي فإن المركب يحمل صفة حامضية قوية والعكس صحيح . إذا تعذر ذوبان المركب في محلول هيدروكسيد الصوديوم نعمل إلى إذابة المركب في حامض HCl للتأكد من وجود الصفات القاعدية بالمركب أو عدم وجودها وأخر خطوات هذا الاختبار الذوبانية في حمض H_2SO_4 .

٢.٣ الكشف عن الأحتراق :

بأخذ كمية بسيطة من المادة على طرف ملعقة وتعرضها للهب موقد بنزن مباشرة فإن باستطاعتنا ملاحظة ناتج الأحتراق والذي يستدل منه لمعرفة الرابطة الكيميائية بين الذرات في المركب كما تعلمنا سابقاً .

٣.٣ كشف التشبع :

يمكن اختبار مدى تشبع روابط مركب عضوي ما بواسطة تفاعله مع محلول البروم في الماء أو البروم في رابع كلوريد الكربون حيث إذا تغير لون المحلول - البروم - من اللون الأحمر الدموي إلى لون أصفر باهت أو عديم اللون أو غيره فإن ذلك يدل على أن المركب يحتوي على رابطة غير مشبعة أم إذا لم يتغير

لون المحلول فإن المركب يحوي على روابط مشبعة بين ذرات عناصره ، ويمكن تأكيد ذلك باختبار التشبع مع برمنجنات البوتاسيوم.

٤.٣ اختبار العناصر :

وفي هذا الاختبار كما تعلمنا يتم صهر معدن الصوديوم ومفاعله مع المركب العضوي ليعطي محلول يحوي بعض العناصر الموجودة في المركب كما تعلمنا سابقاً.

٥.٣ اختبار المجاميع الوظيفية :

وفي هذا الاختبار يتم الكشف عن المجموعة الوظيفية المميزة بالمركبات العضوية من الدهيدات وكيثونات وأحماض كربوكسيلية وفينولات وكحولات وهاليدات عضوية كما وسبق شرحه سابقاً .

()

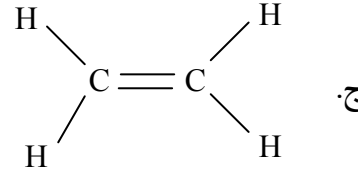
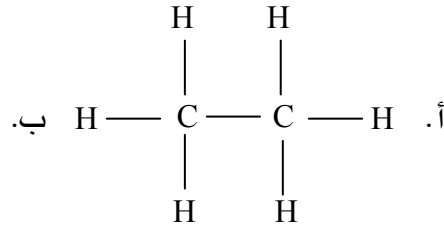
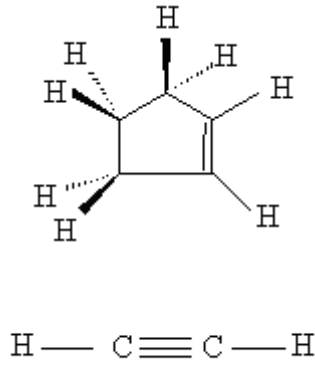
١. عرف الذوبانية ، واذكر أنواعها مع التوضيح؟
٢. ما هي أنواع المركبات التي تذوبها المذيبات التالية:
أ. الماء.

ب. هيدروكسيد الصوديوم (٥٪).

ج. حمض الكبريتيك المركز (البارد).

()

١. سم المركبات التالية ثم قل هل هي مشبعة أو غير مشبعة.



٢. أكمل الجدول التالي:

المشاهدة	الاستنتاج
احتراق المادة بلهب أزرق خفيف دون تصاعد دخان .	
احتراق المادة بلهب أزرق خفيف مائل للصفرة دون تصاعد دخان مع تصاعد خفيف للدخان .	
احتراق المادة بلهب أضر واضح مع تصاعد دخان أود كثيف واضح.	

٣. لماذا يجرى كشف الاحتراق في دولاب الغازات؟

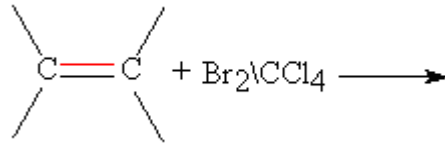
٤. ما هي الصيغ العامة لنوع المركبات التالية:

أ. الألكانات.

ب. الألكانات الحلقية.

٥. عرف التشبع.

٦. أكمل التفاعل التالي:



٧. اشرح كيفية الاستفادة من محلول البروم في كشف التشبع.

الامتحان الذاتي رقم ٣ (الفصل الثالث)

١. اشرح كشف لاساين.

٢. أين يتم حفظ معدن الصوديوم ، ولماذا؟

٣. ما هو اللون الذي يدل على وجود عنصر النيتروجين في اختبار كشف هذا العنصر و ما هو المركب

الناتج؟

٤. ماذا نشاهد في حالة كون النتيجة إيجابية في كشف الكبريت؟

٥. أكمل الجدول التالي (في كشف الهلوجينات):

لون الراسب	الهلوجين
راسب ابيض ويزوب بسهولة في محلول الأمونيا	
راسب اصفر باهت يذوب بصعوبة في محلول الأمونيا	
راسب أصفر لا يذوب في محلول الأمونيا	

()

١. ما هو الكاشف العام للأدهيدات و ألكيتونات و كيف يعمل؟
٢. أكتب معادلة التفاعل بين الكاشف العامل 2,4 - ثنائي نيتروفينيل هيدرازين.
٣. ما هو كاشف شيف؟
٤. ما هو كاشف تولن؟
٥. ما هو كاشف فهانج؟

()

١. ارسم الصيغة البنائية للكربوكسيل.
٢. لماذا درجات غليان وانصهار الأحماض الكربوكسيلية مرتفعة؟
٣. اكتب معادلة تفاعل كشف الأحماض الكربوكسيلية مع بيكرونات الصوديوم.
٤. عدد الطرق المستخدمة للكشف عن وجود المجموعة الكربوكسيلية.

إجابة الامتحان الذاتي رقم (١)

إجابة السؤال رقم ١

الذوبانية هي عبارة عن تداخل جزيئات المذاب في جزيئات المذيب و تقسم إلى ذوبانية فيزيائية وأخرى كيميائية:

- الذوبانية الفيزيائية هي عبارة عن تداخل بين جزيئات المذاب والمذيب دون حدوث تفاعل كيميائي أي أننا نستطيع التخلص من المذيب بعد إجراء اختبار الذوبانية والحصول على المادة التي أجرينا عليها الاختبار دون تغير يذكر
- الذوبانية الكيميائية ففيها يتم كسر وتكوين رابطة جديدة بين الجزيئات أو الذرات المكونة لمذيب و المذاب

إجابة السؤال رقم ٢

أ. يذوب الماء المركبات العضوية التي تحتوي في بنائها الجزيئي على نيتروجين أو أوكسجين أو كبريت ولا يزيد عدد ذرات الكربون عن ٤ ذرات ، ومن هذه المركبات الكحولات ، الألدهيدات ، ألكيتونات ، الأحماض الكربوكسيلية ، الأميدات ، الأمينات.

ب. المركبات العضوية التي تذوب في هيدروكسيد الصوديوم هي مركبات تحمل الصفة الحامضية ، أي أنها تتفاعل و قد تكون هذه المركبات أحماضاً كربوكسيلية (R-COOH) أو فينولات (Ar-OH) حيث إن Ar عبارة عن مجموعة عطرية.

ج. المركبات التي تذوب في حمض الكبريت المركز هي : الكحولات ، الأثيرات ، الألدهيدات ، ألكيتونات، الأمينات، الأميدات ذات الأوزان الجزيئية العالية نسبياً والهيدروكربونات الأليفاتية غير المشبعة (الألكينات والكانات) والهيدروكربونات الأروماتية المنشطة (تحتوي على أكثر من مجموعة ألكيل مرتبطة بالحلقة الأروماتية).

إجابة الامتحان الذاتي رقم (٢)

إجابة السؤال رقم ١

- أ. الإيثان (مشبع).
ب. الهيكسان الحلقي (مشبع).
ج. الإيثيلين (غير مشبع).
د. الأستيلين (غير مشبع).

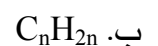
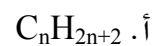
إجابة السؤال رقم ٣

المشاهدة	الاستنتاج
احتراق المادة بلهب أزرق خفيف دون تصاعد دخان .	مركب الفاتي بسيطة ذات روابط أحادية
احتراق المادة بلهب أزرق خفيف مائل للصفرة دون تصاعد دخان مع تصاعد خفيف للدخان .	مركب الفاتي بسيط مع وجود روابط ثنائية في التركيب أو مركب الفاتي بسيط ذات سلاسل وتفرعات جانبية كثيرة دون وجود روابط مضاعفة أو وجود روابط مضاعفة قليلة
احتراق المادة بلهب أصفر واضح مع تصاعد دخان أسود كثيف واضح .	مركب ذو صفة عطرية

إجابة السؤال رقم ٣

يجرى كشف الاحتراق في دولاب الغازات لكثرة الأبخرة المتصاعدة والغازات والأبخرة الخطيرة الناتجة من احتراق هذه المواد.

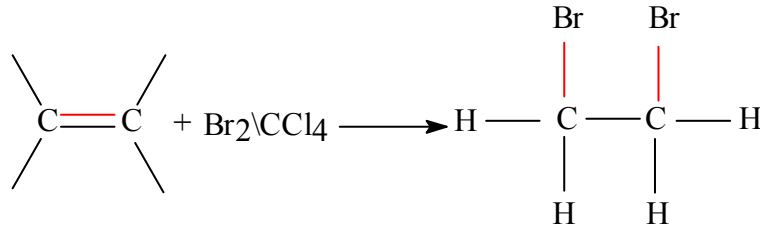
إجابة السؤال رقم ٤



إجابة السؤال رقم ٥

التشبع هو ترابط العناصر مع بعضها برابطة واحدة فقط ، أي وجود رابطة واحدة فقط تربط بين العنصر والعنصر الآخر المجاور له دون زيادة.

إجابة السؤال رقم ٦



إجابة السؤال رقم ٧

يتفاعل البروم مع الروابط المضاعفة حالا بينما لا يتفاعل مع المركبات المشبعة والتي لا توجد بها روابط مضاعفة سواء كانت خطية مفتوحة أو حلقية.

إجابة الامتحان الذاتي رقم (٣)

إجابة السؤال رقم ١

في كشف لاساين، يتم حرق العينة مع الصوديوم لتحويل عناصر النيتروجين ، الكبريت ، ومجموعة الهالوجينات إلى أملاح الصوديوم . حيث يتحول النيتروجين إلى سيانيد الصوديوم ، والكبريت إلى كبريتيد الصوديوم ، والهالوجين إلى هاليد الصوديوم ، وجميعها تذوب في الماء.

إجابة السؤال رقم ٢

عنصر الصوديوم يتفاعل بعنف مع الماء أو الرطوبة الموجودة في الهواء و يحترق تلقائيا مع الأوكسجين و لهذا يجب حفظه في وعاء خالي من الماء و الأوكسجين بتغطيته بالزيت المعدني أو الكيروسين.

إجابة السؤال رقم ٣

يظهر لون ازرق أو ازرق مخضر تسمى زرقة بروسيا Prussian blue من المعقد $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.

إجابة السؤال رقم ٤

تكون راسب اسود أو بني غامق يشير إلى وجود أيون الكبريت الذي يدل على وجود الكبريت بالعينة.

إجابة السؤال رقم ٥

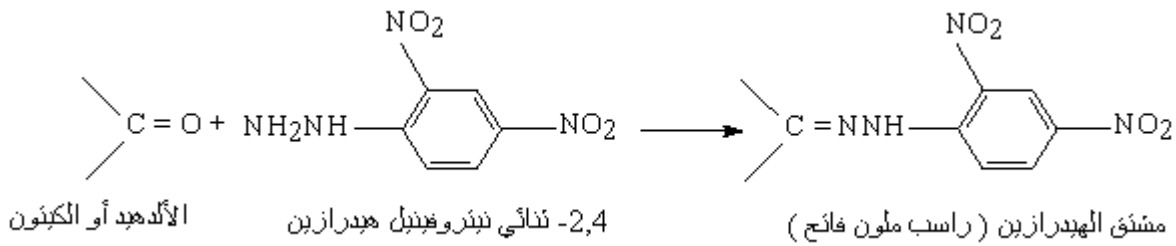
الهالوجين	لون الراسب
الكلور	راسب أبيض ويزوب بسهولة في محلول الأمونيا
البروم	راسب أصفر باهت يذوب بصعوبة في محلول الأمونيا
اليود	راسب أصفر لا يذوب في محلول الأمونيا

إجابة الامتحان الذاتي رقم (٤)

إجابة السؤال رقم ١

الكاشف العام للألدهيدات و ألكيتونات هو 2,4 - ثنائي نيترو فينيل هيدرازين والذي يعطي معهما رواسب ملونه فاتحة ذات لون أحمر أو برتقالي أو أصفر مميزة جداً يمكن بواسطتها تمييز هاتين الطائفتين عن بقية الطوائف أو المجموعات الوظيفية.

إجابة السؤال رقم ٢



إجابة السؤال رقم ٣

كاشف شيف يستخدم للكشف عن الألدهيدات و هو محلول مادة صبغية بنفسجية اللون يزول لونها إذا ما أضيف إليها SO_2 لكنها تستعيد اللون إذا ما أضيف إليها الدهيد حيث يتحد الألدهيد مع SO_2 ويتحرر الكاشف فيعود اللون البنفسجي.

إجابة السؤال رقم ٤

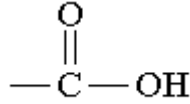
هو كاشف مميز مع الألدهيدات دون ألكيتونات و عند إضافته إلى العينة يترسب أيون الفضة في هذا الاختبار على جدار الأنبوبة مكوناً مرآة فضية اللون.

إجابة السؤال رقم ٥

كاشف فهلنج هو كاشف أيضا يتفاعل مع الألدهيدات دون ألكيتونات فيتأكسد الألدهيد ويتحول إلى حمض كربوكسيلي ويختزل أيون النحاس الثنائي الموجود بالكاشف إلى أحادي التكافؤ متحولاً إلى راسب أحمر مائل إلى اللون البني .

إجابة الامتحان الذاتي رقم (٥)

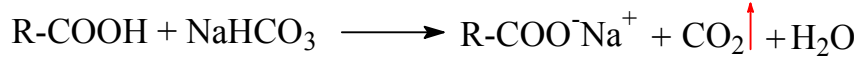
إجابة السؤال رقم ١



إجابة السؤال رقم ٢

درجات غليان وانصهار للأحماض الكربوكسيلية مرتفعة بسبب وجود الروابط الهيدروجينية بين جزيئاتها يزيد من قوتها استقطاب الرابطة.

إجابة السؤال رقم ٣



إجابة السؤال رقم ٤

- اختبار الحامضية مستخدماً ورق تبع الشمس أو ورق قياس الرقم الهيدروجيني.
- الكشف مع بيكربونات الصوديوم.
- الكشف بكلوريد الحديد الثلاثي.

الملاحق (١): القواعد العامة للسلامة

أولاً : ضوابط العمل في المختبرات :

١. على المتدرب الحضور في الوقت المحدد لبدأ المحاضرة وعند التأخر يمنع المتدرب من الدخول.
٢. على المتدرب الالتزام باللباس المخصص للعملي وبما حددته تعليمات الكلية ولن يسمح للطالب بالدخول بغير اللبس الرسمي.
٣. على المتدرب المحافظة على موجودات المختبر والمعمل مع العلم أنه سوف يسجل على المتدرب محضر كسر عند الكسر وسوف يقوم المتدرب بتأمين البديل.
٤. على المتدرب الالتزام بالجدية والهدوء أثناء العمل بالمختبر.
٥. على المتدرب عدم نقل أيًا من الأدوات من مختبر لآخر وعند الحاجة يقوم بالطلب من المدرب في المختبر الأدوات الناقصة والمدرب هو المسئول عن تأمينها.

ثانياً : قواعد السلامة في المختبرات و المعامل:

١. يجب الحضور للدروس العملية في الوقت المحدد و الدخول إلي المختبر بنظام و هدوء.
٢. يجب لبس البالطو و حذاء مغلق و النظارات الواقية و القفاز.
٣. يمنع التدخين أو الأكل أو الشرب في المختبر و استخدام الجوال.
٤. لا يجوز تحت أي ظروف إجراء تجارب بدون إشراف المدرب.
٥. قبل استعمال الأوعية الزجاجية ، تأكد من نظافتها لكي تتحصل على نتائج جيدة.
٦. تأكد من اسم المادة الكيميائية التي ترغب في استخدامها و ذلك بقراءة اسمها أكثر من مرة.
٧. لا تتذوق المواد الكيميائية أبداً.
٨. أثناء استخدام الماصة ، لا تستعمل الفم لسحب السائل أبداً.
٩. لا تسحب المحاليل مباشرة من قنينة الكاشف ، بل من الكأس.
١٠. لا ترجع الزائد من الكاشف إلى القنينة.
١١. ارجع قنن الكواشف إلى أماكنها بعد استعمالها و لا تنس أن تغلقها.
١٢. لا تبدل سدادات قنن الكواشف لكي لا تلوث المحاليل الموجودة فيها.
١٣. لا تلمس بيديك أي مادة كيميائية سائلة أو صلبة.
١٤. لا تستعمل مقياس الحرارة (ثرمو متر) للخلط.
١٥. ابعث الوعاء الذي تسخن فيه السائل عن نفسك و عن الآخرين.
١٦. لا تضع المواد القابلة للاشتعال قرب اللهب.
١٧. اترك صنوبر الماء مفتوحاً قبل و بعد سكب المحاليل في الحوض.
١٨. يجب التخلص من المواد الكيميائية الصلبة و الأوراق و الزجاج المكسور في سلة المهملات الخاصة بذلك.
١٩. بعد الانتهاء من إجراء التجارب ، يجب على المتدرب أن يرتب و ينظف مكانه جيداً و يغسل الزجاجيات التي استعملها.

المراجع:

١. إسلام، أحمد مدحت وآخرون. مبادئ الكيمياء العملية، دار المعارف، ط١٠، ١٩٨٩م
٢. أمين، حسان بن بكر وآخرون. الكيمياء العضوية العملية، ج١، ط٢، جامعة الملك سعود، الرياض، ١٤١٥هـ
٣. جرار، عادل جرار وآخرون الكيمياء العضوية العملية، دار الفرقان للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الأولى ١٤٠٥هـ
٤. الشنطة، محمد وطارق القماطي. تجارب في الكيمياء العضوية، دار الجيل، بيروت، الطبعة الأولى، ١٤١٩هـ
٥. زكريا، مروان محمود وآخرون. الكيمياء العضوية العملية، جامعة الموصل، العراق، ١٩٨٥م

G.D Christian: Analytical Chemistry, 5th edition, John Wiley & Sons, Inc, International edition, 1994.

G.H. Jeffrey, J. Bassett, J. Mendham, R.C. Denney: Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis, 5th edition, Longman Scientific & Technical, 1989.

D.A. Skoog, D.M. West and F.J. Holler, Analytical Chemistry – An Introduction, Saunders College Publishing 6th edition, International edition, 1994.

المحتويات

الصفحة	الموضوع
	مقدمة
	تمهيد
٢	الفصل الأول تحضير المحاليل القياسية
٢	١ . الأساس النظري
٢	١ . ١ . المحاليل القياسية و أنواعها
٢	١ . ١ . ١ . المحلول القياسي الأولي
٣	١ . ١ . ٢ . المحلول القياسي الثانوي
٣	٢ . خطوات تحضير المحاليل القياسية
٤	التحضير رقم (١) : تحضير المحاليل القياسية بالمولارية و العيارية
٤	أولاً : تحضير محاليل قياسية بالمولارية
٤	١ . ١ . تحضير محلول مولاري من مادة صلبة
٥	٢ . ٢ . تحضير محلول مولاري من محلول مركز
٥	١ . ٢ . ٢ . الكثافة Density و الوزن النوعي Specific gravity
٦	٢ . ٢ . ٢ . حسابات تحضير محلول مولاري من محلول مركز
٧	٣ . الأدوات و المواد المستخدمة
٨	٤ . تحضير محلول مولاري من مادة صلبة
٨	٥ . تحضير محلول قياسي مولاري من مادة سائلة
٨	١ . ٥ . خطوات تحضير المحلول القياسي
٩	ثانياً : تحضير محاليل قياسية بالعيارية
٩	١ . الأساس النظري
٩	١ . ١ . الوزن المكافئ
٩	١ . ٢ . عدد الوحدات المتفاعلة reacting units
٩	١ . ٢ . ١ . معايير الأحماض و القواعد
١٠	١ . ٢ . ٢ . معايير الأكسدة و الاختزال
١٠	١ . ٣ . أمثلة عن طريقة حساب الوزن المكافئ

١٠	١ . ٣ . ١ الأحماض
١١	١ . ٣ . ٢ القواعد
١١	١ . ٤ . ٤ طريقة حساب الوزن عند تحضير محلول عياري من مادة صلبة
١٢	١ . ٥ . ١ طريقة حساب الحجم عند تحضير محلول عياري من محلول مركز
١٢	١ . ٦ . ١ العلاقة بين المولارية (M) و العيارية (N) Normality
١٢	٢ . الأدوات و المواد الكيميائية
١٢	٣ . تحضير محلول عياري من مادة صلبة
١٣	٤ . تحضير محلول قياسي بالعيارية لمادة سائلة
١٤	التحضير رقم (٢) : تحضير المحاليل القياسية بالجزء في المليون
١٤	١ . الأساس النظري
١٥	٢ . المواد و الأدوات المستخدمة
١٦	٣ . التحضير
١٧	التحضير رقم (٣) : تحضير المحاليل القياسية بالنسبة المئوية
١٧	١ . الأساس النظري
١٩	٢ . الأدوات و المواد الكيميائية
١٩	٣ . تحضير المحاليل
١٩	٣ . ١ تحضير محلول قياسي بالنسبة المئوية الحجمية (% v/v)
٢٠	٣ . ٢ تحضير محلول قياسي بالنسبة المئوية الحجمية الوزنية
٢١	الفصل الثاني: معايرات الأحماض و القواعد
٢١	١ . الخلفية النظرية
٢١	١ . ١ خواص المادة القياسية الأولية
٢١	١ . ٢ تقييس الأحماض
٢٢	١ . ٣ تقييس القواعد
٢٢	١ . ٤ نظرية الأدلة
٢٣	١ . ٤ . ١ خواص الدليل المناسب
٢٤	التجربة رقم (١): تعيين مولارية هيدروكسيد الصوديوم

٢٤	١. مقدمة
٢٤	٢. السلامة
٢٤	٣. الأدوات و المواد المستخدمة
٢٥	٤. خطوات التجربة
٢٦	التجربة رقم (٢) : تعيين مولارية حمض الهيدروكلوريك
٢٦	١. مقدمة
٢٦	٢. الأمان و السلامة
٢٦	٣. الأدوات و المواد المستخدمة:
٢٧	٤. خطوات التجربة
٢٨	الفصل الثالث: معايير الترسيب
٢٨	١. الخلفية النظرية
٢٩	٣. الأمان و السلامة
٢٩	٣. الأدوات و المواد المستخدمة
٢٩	٤. خطوات التجربة
٣١	الفصل الرابع: معايير الأكسدة و الاختزال
٣١	١. الخلفية النظرية
٣٢	٢. الأمان و السلامة
٣٢	٣. الأدوات و المواد المستخدمة
٣٢	٤. خطوات التجربة
٣٣	الفصل الخامس: التحليل الوزني
٣٣	١. خطوات التحليل الوزني
٣٣	أ. المعالجة المبدئية
٣٣	ب. الترسيب
٣٣	ج. الترشيح

٣٤	د - التجفيف أو الحرق
٣٤	د - الوزن
٣٤	و - الحسابات
٣٦	التجربة رقم (١) : تقدير الصوديوم
٣٦	١ . الخلفية النظرية
٣٦	٢ . الأمان و السلامة
٣٦	٣ . المواد الكيميائية و الأدوات
٣٧	٤ . خطوات التجربة
٣٧	٥ . الحسابات
٣٨	التجربة رقم (٢) : تقدير الكلوريد
٣٨	١ . الخلفية النظرية
٣٩	٢ . الأدوات المستخدمة
٣٩	٣ . المحاليل الكيميائية و الكيمياويات
٤٠	٤ . طريقة العمل
٤١	الامتحان الذاتي رقم ١ (الفصل الأول)
٤١	الامتحان الذاتي رقم ٢ (الفصل الثاني)
٤٢	الامتحان الذاتي رقم ٣ (الفصل الثالث)
٤٢	الامتحان الذاتي رقم ٤ (الفصل الرابع)
٤٢	الامتحان الذاتي رقم ٥ (الفصل الخامس)
٤٢	إجابة الامتحان الذاتي رقم ١
٤٣	إجابة الامتحان الذاتي رقم ٢
٤٣	إجابة الامتحان الذاتي رقم ٣
٤٤	إجابة الامتحان الذاتي رقم ٤
٤٥	إجابة الامتحان الذاتي رقم ٥

٤٦	الوحدة الثانية: تجارب في الكيمياء العضوية
٤٧	الفصل الأول: الذوبانية للمركبات الصلبة والسائلة
٤٧	١. مقدمة
٤٨	٢. الذوبان في الماء
٤٨	٣. الذوبان في هيدروكسيد الصوديوم (٥٪)
٤٨	٤. الذوبان في بيكربونات الصوديوم (٥٪)
٤٨	٥. الذوبان في حمض الكلور (٥٪)
٤٩	٦. الذوبان في حمض الكبريت المركز (البارد)
٤٩	٧. طريقة العمل
٥٢	الفصل الثاني: اختبار التشبع و الاحتراق
٥٢	التجربة رقم (١) : كشف الاحتراق
٥٦	٢. خطوات التجربة
٥٢	الهيدروكربونات المشبعة
٥٤	الهيدروكربونات غير المشبعة
٥٦	خطوات التجربة
٥٦	التجربة رقم (٢): اختبار التشبع
٥٧	١. مقدمة
٥٨	٢. الكشف بمحلول البروم
٥٨	٣. خطوات التجربة
٥٨	٤. أمثلة على الاختبار
٥٩	٥. الكشف بمحلول برمنجنات البوتاسيوم المخفف
٦٠	٦. طريقة الاختبار
٦٠	٧. أمثلة على الاختبار

٦١	الفصل الثالث : الكشف عن العناصر في المركبات العضوية
٦١	١ . مقدمة
٦١	٢ . الكشف عن العناصر في المركبات العضوية
٦١	٢ . ١ . كشف لاساين
٦١	٢ . ٢ . أدوات التجربة
٦٢	٢ . ٣ . خطوات العمل
٦٣	٣ . الكشف عن وجود النيتروجين
٦٣	٤ . الكشف عن الكبريت
٦٣	٥ . الكشف عن الهالوجينات
٦٥	الفصل الرابع: الكشف عن الأدهيدات و ألكيتونات
٦٥	التجربة رقم (١): التعرف على المجموعة الكربونيل
٦٥	١ . الأدهيدات وألكيتونات
٦٦	٢ . الكشف عن الأدهيدات وألكيتونات
٦٧	٣ . الأدوات المستخدمة
٦٧	٤ . طريقة العمل
٦٨	٥ . الكواشف المميزة بين الأدهيدات وألكيتونات
٦٨	٥ . ١ . كاشف شيف
٦٩	٥ . ٢ . كاشف تولن
٧٠	٥ . ٣ . كاشف فهنج
٧٢	الفصل الخامس : الكشف عن الأحماض الكربوكسيلية و الفينولات
٧٢	١ . مقدمة
٧٣	٢ . الكشف على وجود هذه المجموعة
٧٣	٢ . ١ . اختبار الحامضية

٧٤	٢ . ٢ الكشف مع بيكربونات الصوديوم
٧٥	٢ . ٣ الكشف بكلوريد الحديد الثلاثي
٧٦	٣ . الكشف عن الفينولات
٧٦	٣ . ١ هيدروكسيد الصوديوم
٧٦	٣ . ٢ مع كربونات الصوديوم
٧٧	٣ . ٣ مع كلوريد الحديد
٧٧	٤ . استرات الفينول
٧٧	٥ . ماء البروم
٧٩	الفصل السادس: التعرف على مركب عضوي مجهول
٧٩	التجربة : التعرف على مركب عضوي مجهول
٧٩	١ . مقدمة
٧٩	٢ . كيفية إجراء الاختبار
٨٠	٣ . تلخص للإختبارات السابقة
٨٠	٣ . ١ الذوبانية
٨٠	٣ . ٢ الكشف عن الاحتراق
٨٠	٣ . ٣ كشف التشبع
٨١	٣ . ٤ اختبار العناصر
٨١	٣ . ٥ اختبار المجاميع الوظيفية
٨٢	الامتحان الذاتي رقم ١ (الفصل الأول)
٨٢	الامتحان الذاتي رقم ٢ (الفصل الأول)
٨٣	الامتحان الذاتي رقم ٣ (الفصل الثالث)
٨٤	الامتحان الذاتي رقم ٤ (الفصل الرابع)
٨٤	الامتحان الذاتي رقم ٥ (الفصل الخامس)

٨٥	إجابة الامتحان الذاتي رقم (١)
٨٦	إجابة الامتحان الذاتي رقم (٢)
٨٧	إجابة الامتحان الذاتي رقم (٣)
٨٨	إجابة الامتحان الذاتي رقم (٤)
٨٩	إجابة الامتحان الذاتي رقم (٥)
٩٠	الملحق (١): القواعد العامة للسلامة
٩١	الملحق (٢): الجدول الدوري للعناصر الكيميائية
٩٢	المراجع