



الكيمياء التحليلية المعملية

(التحليل الكمي)

Laboratory Analytical Chemistry  
(Quantitative Analysis)

**تأليف :**

د. بدرية عبدالسلام محمد سالم  
أ. محمد عبد المجيد محمد قباصه

# الكيمياء التحليلية المعملية

## (التحليل الكمي)

Laboratory Analytical Chemistry  
(Quantitative Analysis)

تأليف

د. بدرية عبد السلام محمد سالم

أ. محمد عبد المجيد محمد قباصة

مراجعة

د. ربعة عمر محمد شكورفو

منشورات الجمعية الليبية للبحوث والدراسات العلمية

طرابلس - ليبيا

# الكيمياء التحليلية المعملية

## (التحليل الكمي)

Laboratory Analytical Chemistry  
(Quantitative Analysis)

### تأليف

أ. محمد عبد المجيد محمد قباصه

د. بدرية عبد السلام محمد سالم

قسم التقنيات الكيميائية  
المعهد العالي للعلوم والتكنولوجيا الزاوية  
وزارة التعليم العالي التقني والفني  
طرابلس - ليبيا

قسم الكيمياء / كلية العلوم  
جامعة المربك الخمس  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
طرابلس - ليبيا

### مراجعة

د. ربيعة عمر محمد شكورفو

قسم الكيمياء / كلية العلوم  
جامعة المربك الخمس  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
طرابلس - ليبيا

منشورات الجمعية الليبية للبحوث والدراسات العلمية

طرابلس - ليبيا

## عنوان الكتاب: الكيمياء التحليلية المعملية (التحليل الكمي)

• رقم الإيداع الدولي الموحد للكتاب:

ISBN: 9789959-9781-0-3

• رقم الإيداع القانوني: 2024/454

دار الكتب الوطنية - بنغازي - ليبيا

• الناشر: دار الأوائل للطباعة والنشر والتوزيع

• الطبعة: الطبعة الأولى

• السنة: 2024/07/28

• الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب

دار الكتب الوطنية - بنغازي - ليبيا

هاتف: 9090509 - 9096379 - 9097074

بريد مصور: 9097073

البريد الإلكتروني: [nat\\_lib\\_libya@hotmail.com](mailto:nat_lib_libya@hotmail.com)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي لَهُ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَلَهُ الْحَمْدُ

فِي الْآخِرَةِ وَهُوَ الْحَكِيمُ الْخَيِّرُ

الْعَظِيمُ

(سُورَةُ سَبَا . الْآيَاتُ 1)

## الإهداء

أهدي هذا الكتاب

إلى روح أمهاتنا وأبائنا رحمهم الله

وإلى كل من كان سبباً في نجاحنا

ومسانداً لنا في هذه العمل

## فهرس المحتويات

..... ب	الآية
..... ب	الاهداء
3.....	مقدمة الكتاب
5.....	الفصل الاول
5.....	القواعد والارشادات الاساسية في المعامل الكيميائية
6.....	الفصل الاول
6.....	1. القواعد والارشادات الاساسية في المعامل الكيميائية
6.....	1.1 المقدمة
6.....	1.2 قواعد السلامة والأمان في المعمل الكيميائي
7.....	1.3 الاحتياطات الواجب اتباعها في المعمل الكيميائي
8.....	1.4 المواصفات والشروط الأساسية بمعامل التحاليل الكيميائية
9.....	1.5 الاجراءات الواجب اتباعها عند التعرض للحوادث المعملية
9.....	1.1.5 الحروق :
10.....	2.1.5 الحروق الناتجة عن السوائل :
10.....	3.1.5 حوادث العيون :
11.....	4.1.5 الجروح:
11.....	5.1.5 التسمم:
12.....	6.1.5 الحرائق:
13.....	1.6 التجهيزات الأساسية للسلامة الواجب توفيرها بالمعامل الكيميائي

13 .....	1.7 الارشادات الاساسية المعملية .....
<b>15 .....</b>	<b>أسئلة على الفصل الاول .....</b>
<b>12 .....</b>	<b>الفصل الثاني أساسيات التحليل الكيميائي .....</b>
13 .....	2. أساسيات التحليل الكيميائي .....
13 .....	2.1 المقدمة .....
13 .....	2.2 التحليل الكيميائي : Chemical Analysis .....
14 .....	2.2.1 التحليل الوصفي : Qualitative Analysis .....
14 .....	2.2.2 التحليل الكمي : Quantitative Analysis .....
15 .....	2.3 طرائق التحليل الكمي .....
15 .....	2.3.1. التحاليل الكيميائية التقليدية .....
15 .....	2.3.2. التحاليل الكيميائية الفيزيائية .....
15 .....	2.3.2.1. التحليل الطيفي أو الضوئي : Photometric Analysis .....
16 .....	2.3.2.2. التحليل الغازي : Gas Analysis .....
16	2.3.2.3. التحاليل الكهربائية الوزنية : Electro-Gravimetric Analysis .....
17 .....	2.3.3. التحاليل الفيزيوكيميائية : Physicochemical Analysis .....
17 .....	2.4 تجارب تعين بعض الثوابت الفيزيائية للمواد الكيميائية .....
17 .....	2.4.1 التجربة الأولى .....
17 .....	مقدمة .....
20 .....	ب- تعين درجة الغليان للسوائل .....
20 .....	مقدمة .....

23 .....	2.4.2 التجربة الثانية
25 .....	2.4.3 التجربة الثالثة
27 .....	2.4.4 التجربة الرابعة
29 .....	2.4.5 التجربة الخامسة
31 .....	2.4.6 التجربة السادسة
12 .....	<b>الفصل الثالث</b>
12 .....	<b>التحليل الكمي الحجمي</b>
34 .....	3. التحليل الكمي الحجمي
34 .....	3.1 مقدمة
35 .....	3.2 طرق التعبير عن التركيز
38 .....	3.3 حساب الأوزان الجزئية والأوزان المكافئة للمواد الكيميائية
39 .....	3.4 مواصفات المادة القياسية الأولية
40 .....	3.4.1 أولاً: تحضير محلول تقريري التركيز من هيدروكسيد الصوديوم
40 .....	M0.1
40 M 0.1 .....	3.4.2 ثانياً: تحضير محلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك
41 .....	3.4.3 ثالثاً: تحضير محلول قياسي من حمض الخليك (الاستيك)
41 .....	M0.1
41 .....	3.5.1 3.5. المعاييرات الحجمية
43 .....	3.5.1. التجربة الأولى
45 .....	3.5.2 التجربة الثانية
48 .....	3.5.3 التجربة الثالثة

52 .....	3.5.4 التجربة الرابعة
55 .....	3.5.5 التجربة الخامسة
58 .....	3.5.6 التجربة السادسة
61 .....	3.5.7 التجربة السابعة
64 .....	3.5.8 التجربة الثامنة
67 .....	3.6.9 التجربة التاسعة
69 .....	3.6.10 التجربة العاشرة
71 .....	3.6.11 التجربة الحادي عشرة
75 .....	3.6.12 التجربة الثانية عشر
77 .....	3.6.13 التجربة الثالثة عشر
82 .....	3.6.14 التجربة الرابعة عشر
83 .....	3.6.15 التجربة الخامسة عشر
91 .....	3.6.16 التجربة السادسة عشر
93 .....	3.6.17 التجربة السابعة عشر
94 .....	3.6.18 التجربة الثامنة عشر
76 .....	<b>الفصل الرابع</b>
76 .....	<b>التحليل الكمي الوزني</b>
98 .....	4. التحليل الكمي الوزني
98 .....	4.1 مقدمة
99 .....	4.2 تجارب في التحليل الكمي الوزني

99 .....	4.2.1 التجربة الأولى
101 .....	4.2.2 التجربة الثانية
103 .....	4.2.3 التجربة الثالثة
105 .....	4.2.4 التجربة الرابعة
108 .....	4.2.5 التجربة الخامسة
111 .....	4.2.6 التجربة السادسة
<b>119 .....</b>	<b>الفصل الخامس</b>
<b>119 .....</b>	<b>التحليل الكيميائي الآلي</b>
129 .....	5.3.3 التجربة الثالثة
131 .....	5.3.4 التجربة الرابعة
<b>135 .....</b>	<b>الفصل السادس</b>
<b>135 .....</b>	<b>طرق الفصل والتنقية</b>
136 .....	6. طرق الفصل والتنقية
136 .....	6.1 التعريف بطرق الفصل والتنقية
139 .....	6.2 التجربة الأولى
140 .....	6.3 التجربة الثانية
142 .....	6.4 التجربة الثالثة
144 .....	6.5 التجربة الرابعة
146 .....	6.6 التجربة الخامسة
149 .....	6.7 التجربة السادسة

152 .....	6.8 التجربة السابعة
153 .....	6.9 التجربة الثامنة
155 .....	6.10 التجربة التاسعة
159 .....	6.12 التجربة الحادية عشر
162 .....	6.13 التجربة الثانية عشر
163 .....	6.14 التجربة الثالثة عشر
165 .....	<b>أسئلة على الفصل السادس</b>
167 .....	<b>الفصل السابع</b>
167 .....	عمليات تحضير الكواشف والأدلة المستخدمة في التجارب المعملية ..
168 .....	7. عمليات تحضير الكواشف والأدلة المستخدمة في التجارب المعملية ..
168 .....	7.1 الأدوات الشائعة المستخدمة في معمل التحاليل الكيميائية ..
191 .....	7.2 الأدلة (الدليل الكيميائي) ..
191 .....	7.3 طرق تحضير بعض الكواشف والأدلة الهامة المستخدمة في التجارب المعملية ..
197 .....	<b>الخاتمة</b>
199 .....	<b>الملاحق</b>
199 .....	<b>Appendices</b>

# مقدمة الكتاب

بسم الله الرحمن الرحيم والصلوة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه وسلم  
تسليماً كثيراً.

أما بعد ... فيسعدني ويشرفني أن أقدم هذا المجهود المتواضع إلى أبنائنا الطلاب  
الاعزاء في المرحلة التمهيدية الجامعية لطلبة أقسام العلوم الكيميائية والهندسة الكيميائية  
والأقسام الأخرى التي تهتم بتدريس مناهج معامل الكيمياء التحليلية لكي يزودهم بالتجارب  
المختلفة في التحليل الكمي بشكل مبسط كما أنها تجارب يمكن إجراؤها في المختبر  
بإمكانيات سهلة وبسيطة وتسير للطلاب فهم الكيمياء التحليلية المعملية بطرق بسيطة،  
وينقسم هذا الكتاب إلى سبعة فصول رئيسية علمية وهي كالتالي:

يشمل الفصل الأول مقدمة عن الكيمياء التحليلية وإحتياجات الامان والسلامة في  
المختبر عند إستعمال المواد الكيميائية وبعض الإرشادات العامة والشروط الواجب توفرها في  
مختبر الكيمياء التحليلية كما انه تم التطرق إلى المواصفات والتجهيزات الأساسية الواجب  
توفيرها داخل المعامل الكيميائية.

أما الفصل الثاني فهو يحتوي على شرح توضيحي على أساسيات التحليل  
الكيميائي والبدء في تصنيف أنواع التحاليل الكيميائية من حيث التحليل الكمي الحجمي  
والتحليل الكمي الوزني وانواع هذه التحاليل الشائعة والمستخدمة في المعامل الكيميائية  
الجامعية ومنها تم التطرق إلى تعين بعض الثوابت الفيزيائية للمواد الكيميائية مثل تعين  
درجة الإنصهار ودرجة التجمد ودرجة الانسكاب ودرجة الوميض وتعين درجة الغليان  
وغيرها.

أما الفصل الثالث فهو شرح للتحليل الكمي الحجمي وتعريف القارئ ببعض طرق  
التعبير عن التركيز وحساب الأوزان الجزئية والأوزان المكافئة لاي مادة كيميائية مذكورة،

كذلك تحضير المحاليل القياسية والغير قياسية ويحتوى هذا الفصل ايضا على عدد ثمانية عشرة تجربة متنوعة في مجال التحليل الحجمي.

أما الفصل الرابع فهو يشرح التحليل الكمي الوزني وبعض التجارب الوزنية الخاصة بفصل وترسيب العناصر والمركبات الكيميائية وتحويلها الى عناصر ومركبات نقية ويحتوى هذا الفصل على عدد ثمانية تجارب معملية رئيسية في مجال التحليلي الوزني.

أما الفصل الخامس يعبر عن ما يحتاجه التحليل الآلي من أجهزة يمكن استخدامها في مختبر الكيمياء التحليلية كما يحتوى هذا الفصل ايضا على بعض التجارب الهامة في هذا المجال.

أما الفصل السادس فهو يحتوى على طرق وعمليات الفصل والترسيب والتقطيف مثل الترشيح والبلورة والتسامي والتقطير والإستخلاص والكروماتغرافيا.

أما الفصل السابع والأخير يحتوى على تعريف لاغلب الأدوات الشائعة والضرورية في مختبر الكيمياء التحليلية، كما ويحتوى هذا الفصل على طرق تحضير بعض الكواشف والأدلة الهامة المستخدمة في التجارب المعملية بالإضافة الى استلة للمراجعة تعريفية نهاية كل فصل وفي نهاية الكتاب ملاحق جداول الصيغ والرموز الكيميائية الهامة.

وفي الختام نسأل الله العلي القدير ان يكون قد وفقنا الي ما نصبوا اليه في ابراز افضل مادة علمية ممكنة وأنمنى من الله ان يسدد خطانا ويرشدنا الي كل ما يحبه ويرضاه وهو العزيز الحكيم والعلم القدير.

واله ولی التوفيق

المؤلفان

طرابلس - ليبيا 2024 ميلادي

**الفصل الأول**  
**القواعد والارشادات الاساسية في المعامل**  
**الكيميائية**  
**Basic Rules and Instructions in**  
**Chemical Laboratories**

# الفصل الأول

## 1. القواعد والارشادات الاساسية في المعامل الكيميائية

### 1.1 المقدمة

ان من اهم المواضيع الاساسية المتنوعة في هذا الفصل هي قواعد السلامة والأمان للطالب والإحتياطات اللازم اتباعها داخل مختبرات الكيمياء، كما تم التطرق ايضا الى مواصفات المختبر الجيد والإرشادات الاساسية التي يجب على الجميع التقيد بها داخل المختبرات الكيميائية.

يجب على كل طالب عندما يدخل الى معمل الكيمياء ان يلتزم بقوانين السلامة لحمايته من مخاطر المواد الكيميائية وكذلك حمايته من التفاعلات الكيميائية التي يتم اجرؤها داخل المعمل. عندما يقوم الطالب بإجراء اي اختبار او تجربة يتعامل مع مواد كيميائية، ولكي يحصل الطالب على نتائج دقيقة لابد ان تكون المواد على درجة عالية من النقاوة لذلك تطرقنا في هذا الفصل الى بعض التجارب لتعيين الثوابت الفيزيائية التي تدل على درجة نقاوة هذه المواد ومعرفة خواصها مثل تعين درجة الانصهار للمواد الصلبة وتعيين درجة الغليان وقياس الكثافة والكتافة النسبية واللزوجة للسوائل.

### 1.2 قواعد السلامة والأمان في المعمل الكيميائي

أن من أهم قواعد السلامة والأمان في المعمل الكيميائي كالتالي:

1. معرفة خصائص المادة الكيميائية من خلال العلامات الإرشادية على العبوة.
2. اغلاق زجاجات الكيماويات عند الانتهاء منها وعدم فتح عدة زجاجات في وقت واحد.
3. عدم لمس الكيماويات باليد مباشرةً وعدم تذوقها أو استنشاقها .
4. لبس القفازات المناسبة عند التعامل مع المواد الكيميائية أو العينات.

5. لاترجع المحاليل او المواد الزائدة الى القناني حتى لاتتلوث.
6. تخزن المواد الخطيرة والقابلة للاشتعال فى أماكن بعيدة عن أيدي الأشخاص الذين ليس لديهم خبرة بهذه المواد.

### 1.3 الاحتياطات الواجب اتباعها فى المعمل الكيميائى

أن من أهم الاحتياطات والمواصفات الأساسية الواجب اتباعها في المعمل الكيميائي كالتالي:

1. يجب على الجميع الإقتصاد في الغاز والماء المقطر والكيمياويات
2. عند إستعمال مواد قابلة للاشتعال إحترس من وجود لهب قريب
3. عند تسخين أنابيب اختبار إمسك الأنبوبة بحيث لا تكون فتحتها موجهة إليك أو إلى زميلك في المعمل.
4. يجب الحذر عند التعامل مع الأحماض والقواعد المركزة وخاصة التي ينبعث منها بخرة و تستعمل عادة تحت دولاب الأبخرة.
5. لاتميل بوجهك على المحاليل عند تسخينها حتى لا تتعرض عينيك للرذاذ والأبخرة المتتصاعدة.
6. يجب استعمال النظارات الواقية والقفازات اذا لزم الأمر.
7. عدم لبس الأحذية ذات كعب عالي داخل المعمل.
8. في حالة سكب مواد كيمائية على الأرض أو كسرت الأدوات الزجاجية يجب الحرص جيداً وتنظيفها بوجود مشرف المعمل.
9. ترك الصنبور مفتوح قبل وبعد سكب المحاليل في الحوض.
10. يمنع تناول الأكل والشرب داخل المعمل.
11. عند تحضير محاليل مخففة من الأحماض يضاف الحمض إلى الماء وليس العكس حتى لا يتاثر الحمض ويسبب حروق.
12. عند سحب المحاليل بالماصة لا يتم سحبها بالفم إنما يستعمل شفاط مطاطي لذلك.
13. عند الإنتهاء من التجربة نغسل أيدينا بالماء والصابون جيداً.

#### **1.4 الموصفات والشروط الأساسية بمعامل التحاليل الكيميائية**

يجب أن تشمل الموصفات الأساسية عند إنشاء مختبرات الكيميائية على الآتي:

1. يجب أن يكون موقع المختبر في الدور الأرضي بعيداً عن أماكن إزدحام وتجمعات الطلاب.
2. يجب أن يكون المختبر بالقرب من مصادر المياه ومياه الصرف الصحي.
3. يجب أن تكون مساحة المختبر واسعة قدر الإمكان حتى يسهل حركة الطلاب لتنقادي الإزدحام.
4. أن تكون جدران وأسقف المختبر من مادة كيميائية خاملة ولا تكون من مواد قابلة للإشتعال والأفضل أن تكون الأرضية من مواد خشبية غير قابلة للإنزلاق.
5. يجب أن يوجد نوافذ وأبواب ملائمة ويسهل فتحها وأن يوجد باب للطواريء يقع عادة في آخر المختبر وأن يكون الطريق سالكاً بعيداً عن إزدحام الطلاب وعدم وجود طاولات وخزانات بالقرب منه.
6. أن يكون المختبر جيد التهوية ويحتوي على عدد كافي من شفاطات الهواء مصممة خصيصاً للمختبرات وتعمل طول فترة العمل في المختبر.
7. توفير خزانات ذات موصفات خاصة مع عدم وضع مواد كيميائية بكميات كبيرة في خزانات المختبر إلا بكمية يحتاجها الطلاب والتي تستوعبها حجرة المختبر لمنع خطورتها وتفاعلاتها مع بعضها البعض.
8. تترك منطقة عمل لا تقل عن متر حول كل جهاز أو طاولة عمل.
9. تترك ممرات فرعية لا يقل عرضها عن متر و ممر رئيس لا يقل عرضه عن مترو نصف داخل المختبر.
10. لا ترتفع خزانات الحفظ عن مستوى النظر.
11. تكون الطاولات مصنوعة من مادة مقاومة للمواد الكيميائية مثل الإيبوكسي.
12. يجهز المختبر بمخرج للطوارئ تفتح إلى الخارج وتكون مقاومة للحرارة والحرق.

13. تعلق طفایات و بطانیات الحريق قرب المخارج على ارتفاع متراً من سطح الأرض.
14. تكون أرضيات المختبرات من مواد لا تسبب الانزلاق، ومقاومة للمواد الكيميائية.
15. يكون النصف العلوي من المختبر من الزجاج المقاوم للكسر لإمكانية مراقبة ما يحدث داخل المختبر.
16. يكون لكل مختبر مفاتيح رئيسية للماء والكهرباء والغاز بحيث يمكن قطع الإمداد عنها إذا حصل عطب في أحد أنابيب أو أسلاك المختبر.
17. تكون أنابيب تصريف المياه مصنعة من مادة مقاومة لتفاعل الكيمياء.

### **1.5 الاجراءات الواجب اتباعها عند التعرض للحوادث المعملية**

من خلال العمل في المعامل الكيميائية يكون هناك دائماً إحتمال وقوع بعض الحوادث والإصابات كالحرائق والجروح والتسمم وهذه الحوادث أو الإصابات لا تقع غالباً من تلقاء نفسها وإنما نتيجة الإهمال أو التسipp أو الجهل بقواعد السلامة وقليلاً ما يكون السبب خطأً عفويًا وفيما يلي أهم الاجراءات التي يجب اتباعها أثناء التعرض لمثل هذه الحوادث المعملية :

#### **1.1.5 الحروق :**

1. حروق ناشئة عن الحرارة: يمكن أن تترجم هذه الحروق في المعامل من التعرض للماء الساخن أو مسک أدوات زجاجية ساخنة أو التعرض المباشر للحرارة المنتبعثة من المعادن الساخنة أو اللهب وقد تكون هذه الحروق بسيطة أو عميقة.
2. الحروق البسيطة: عالج الجزء المحروق بغسله بالكحول الإيثيلي أو بمحلول مخفف من برمجنات البوتاسيوم أو بغمريه في محلول بيكربونات الصوديوم 8% ثم ادهنه بمرهم اكسيد الزنك أو الاكرييفلافين واربط المنطقة المحروقة بشاش غير مشدود.

3. الحروق الجسيمة : وهي الحروق التي يتهيج ويحمر معها الجلد وقد يصاحبها ظهور فقاعات (Blister) في الجلد يجب في الحال وضع على المنطقة المحروقة مرهم الاكرييفلافين او حمض البكريك ثم غطتها بقطعة من القطن المبللة بالمرهم ثم انقل المصاب في الحال الى اقرب عيادة او مستشفى او استدعي الطبيب.

#### 2.1.5 الحروق الناتجة عن السوائل :

1. الماء الساخن: استخدم مرهم الاكرييفلافين او محلول حمض البكريك بدون تأخير على المنطقة المصابة من الجلد.
2. حروق مواد قلوية: إغسل المنطقة المصابة مباشرة بكمية كبيرة من الماء وبعدها بمحلول حمض الاستيك (حمض الخليك) 1% لمعادلة القلوي.
3. حروق الاحماض: إغسل المنطقة المصابة مباشرة بكمية كبيرة من الماء وبعدها بمحلول بيكربونات الصوديوم 8% لمعادلة الحمض.
4. حروق البروم: إغسل بواسطة الإيثر البترولي (100 م<sup>0</sup>\_80) ثم ادهن المنطقة المصابة بالفازلين او زيت الزيتون واذا لم يتوفّر الإيثر البترولي إغسل الجلد فورا بكميات كبيرة من الماء البارد ثم بمحلول بيكربونات الصوديوم.
5. كيماويات عضوية على الجلد: إغسل المنطقة المصابة حالا بمذيب عضوي مثل الكحول الايثيلي والايثر والكيروسين وغيرها واخيرا بالماء والصابون.

#### 3.1.5 حوادث العيون :

تذكر دائما ان الوقاية خير من العلاج ولذلك يجب العناية الكاملة بالعين والمحافظة عليها وذلك بلبس نظارات واقية اثناء العمل وعدم تعريضها للابخرة والغازات الضارة واذا حدث ذلك واصيبت العين فيجب إستدعاء الطبيب مع اتخاذ الاسعافات الاولية التالية:

1. تعرض العين للاحماض او البروم : في هذه الحالة اغسل العين عدة مرات بالماء النظيف ثم بمحلول مخفف من بيكربونات الصوديوم 1%.

2. تعرض العين للقلويات : يجب ايضا غسل العين بكميات وفيرة من الماء ثم بمحلول مخفف من حمض البوريك تركيزه 1% وفي كل حالات إصابات العين يفضل وضع قطرات قليلة من زيت الزيتون او الخروع في العين.

#### 4.1.5 الجروح:

وتنقسم الي عدة حالات منها:

1. الجروح البسيطة : عند حدوث الجروح بواسطة الزجاج او مسببات اخرى وكانت الإصابة بسيطة يجب اولا إخراج قطع الزجاج من الجرح بملقاط وتركه يدمي لبضع ثوان ثم تطهير الجرح بمادة مطهرة كالديتول او الكحول او بمحلول اليود الكحولي بنسبة 3% وبعد ذلك ربط الجرح بشاش معقم.

2. الجروح العميقه : اذا كان الجرح عميقا فيجب ان تستدعي الطبيب او تنقل المصاب فورا الى العيادة وخلال فترة انتظار الطبيب ظهر الجرح وتركه ليدمي باستخدام بعض الضغط فوق الجرح لوضع دقائق ثم اضغط على الجزء الاعلى من الجرح للتتأكد من عدم وجود نزيف.

#### 5.1.5 التسمم:

التسمم بالغازات ينقل المصاب وبدون تأخير الى الهواء الطلق وتفكك ازرار ملابسه من حول عنقه ويستدعي الاسعاف اذا توقف عن التنفس وانشاء فترة الانتظار يجرى للمصاب التنفس الصناعي واذا كان التسمم الغازي عائدا الى استنشاق الكلور او البروم او اكسيد النيتروجين او كلوريد الهيدروجين يجب أن يستنشق المصاب النشادر عن طريق قطعة من القطن مبللة بمحلول نشادر مخفف او اجعله يغرغر محلولا مخفف من بيكربونات الصوديوم 1% .

1. التسمم بالمواد السائلة او الصلبة : اذا دخلت المادة السامة الفم ولم يتم بلعها يجب بصفتها بسرعة وغسل الفم عدة مرات بالماء اما اذا تم ابتلاع المادة السامة فيجب

استدعاء الطبيب فورا واثناء انتظار الاسعاف يجب ان يعطى المصاب جرعة ضد المادة السامة وذلك تبعا لطبيعتها.

2. مادة سامة قاعدية : خفف المادة السامة في الجسم بشرب كميات كبيرة من الماء ثم كميات كبيرة من الخل او عصير الليمون او البرتقال وبعدها كمية وافرة من الحليب ولا تعط المصاب أي مادة تؤدي الى التقيؤ.

3. مادة سامة حمضية: خفف بشرب كميات وفيرة من الماء ثم مستحلب المغنيسيوم وبعدها كمية وفيرة من الحليب ولا تعط المصاب أي مادة تسبب التقيؤ.

#### 6.1.5 الحرائق:

إن اهالا بسيطا في المعمل قد يتسبب في اضرار جسمية جدا فتطاير شرارة او حدوث تماس كهربائي او إشعال لهب قرب سوائل متطايرة سريعة الالتهاب او غازات قابلة للإشتعال السريع او ما شابه قد يؤدي الى حدوث حريق داخل المعمل أو قد يمتد لخارجه فلا بد اذا من الحيطة والحذر للتلافي حدوث مثل هذه المخاطر. اما اذا كان الحريق صغيرا كإحتراق سائل في كأس او دورق او حمام زيتى فإنه يكتفى بوقف الغاز أو وسيلة التسخين المستعملة ثم تغطية فوهة الكأس أو الدورق بقطعة من القماش مبللة بالماء حيث تطفئ النار بسرعة لنقص الهواء. اما اذا امتد الى مناضد خشبية او رفوف فإنه من الضروري استخدام مطفئات الحريق التي تحتوي على الماء او ثاني اكسيد الكربون (اسطوانة الحريق الحمراء التي تحتوي على حمض الكبريتيك وكربونات صوديوم).

ويمكن ان يكون الحريق اكثر خطورة عند وجود بعض المواد الكيميائية التي يجب معرفتها سلفا فاذا وجد الصوديوم او البوتاسيوم فلا يجب استخدام رابع كلوريد الكربون او الماء لاطفائتها لان ذلك يتسبب في حدوث انفجار والمناسب في هذه الحالة يستخدم ثاني اكسيد الكربون. وعند حدوث حريق نتيجة لاشتعال مركبات عضوية وخاصة المذيبات فيجب ايضا عدم استخدام الماء لانه اتقل منها فتطفو على سطحه وينتشر الحريق الى مساحة اوسع لذا يجب استخدام ثاني اكسيد الكربون او الرمل او جهاز الإطفاء الرغوي في عملية الإطفاء.

## 1.6 التجهيزات الأساسية للسلامة الواجب توفيرها بالمعامل الكيميائي

أن من اهم التجهيزات الأساسية للسلامة العامة الواجب توفيرها بالمعامل كالآتي:

1. خزانة ساحبة للغازات والأبخرة السامة والضارة (خزانة غازات) (Fume Hood) تحتوى على مروحة شفط كهربائية وإضاءة جيدة ومفتاح تشغيل معزول مقاوم للحرق ونافدة متزلقة.
2. نافورة غسيل للعيون أو (غسالة العين) (Eye Wash).
3. رشاش ماء الطوارئ (Emergency Shower) لإستخدامه في حالة التعرض للمواد الكيميائية الحارقة.
4. موقد كهربائية لإستخدامها بدل موقد اللهب و ذلك لتفادي اشتعال السوائل القابلة للاشتعال.
5. طفایات الحريق بأنواعها : هالون، ثاني أكسيد الكربون، بودرة، رغوة.
6. جهاز كاشف دخان والغازات.
7. جهاز كشف تسرب غاز الوقود.
8. بطانيات مقاومة للحرائق.
9. أسطوانة أكسجين .
10. خزانة مقاومة للمواد الكيميائية.
11. خزانة مقاومة للحريق.
12. سلة مهملات معدنية ذات غطاء يغلق ذاتيا لمنع الحرائق.
13. سلة مهملات بلاستيكية ذات غطاء يغلق ذاتيا.
14. صندوق إسعافات أولية.

## 1.7 الارشادات الأساسية المعملية

أن من اهم الارشادات الأساسية المعملية بالمعامل الكيميائية كالآتي:

1. الإلتزام بالهدوء والرunganة والانضباط في عمل المعامل
2. النظافة والنظام أساسيان فالمكان المخصص لكل طبقة يجب أن يكون نظيفا
3. التواجد في المعامل بالزي المعملي (قميص أبيض طويل) ونظيف وسليم ومقفول

4. القاء الفضلات وقصاصات الورق في المكان المخصص لها ولا تلقى في الأحواض
5. يجب أن تكون الأدوات الزجاجية نظيفة حتى لا يسبب التلوث أخطاء في التحليل.
6. يتم تنظيف الأدوات بالماء العادي ثم بالماء المقطر ثم توضع مقلوبة على حامل التصفية أو دولاب التجفيف أو فرن التجفيف ولا تستعمل الفوطة في التجفيف مطلقا.
7. تذكر دائما عند غسيل الأدوات أو إستعمالها على أنها زجاجية ولا تتحمل الإستعمال السيء.
8. عند إستخدام ورق الترشيح يستخدم الحجم المناسب من الورق بحيث يكون أقل من ارتفاع القمع بحوالي 2 سم ويوضع بحيث لا توجد فراغات بينها وبين جدار القمع حتى لا تقلل من سرعة الترشيح ، وحجم ورقة الترشيح يجب أن يتاسب مع حجم الراسب وليس مع حجم الراشح المار خلاها.
9. الدوارق القياسية يجب ان لا تسخن بأي حال من الأحوال.
10. يجب قراءة خطوات التجربة جيدا قبل بدء التنفيذ ، كما يجب قراءة الأسماء المدونة على زجاجات المحاليل بدقة قبل إستخدامها.
11. استعمل كراسة خاصة لتدوين النتائج والحسابات .
12. لا يوضع في دوارق الغسيل غير الماء المقطر .
13. عند الإنتهاء من التجربة ترجع الفناني والادوات الى مكانها.
14. عند ترك المختبر يجب ان يكون مكانك نظيفا مع غسل جميع الأدوات التي استعملتها.
15. إطفاء المصابيح الكهربائية وصنابير الماء قبل الخروج من المعمل.

# أسئلة على الفصل الأول

السؤال الأول: علل لما يلي ( انكر السبب ) ؟

- 1- يجب على كل طالب داخل معمل الكيمياء ان يلتزم بقوانين السلامة
- 2- لبس القفازات عند التعامل مع المواد الكيميائية
- 3- لاترجع المحاليل الزائدة الى القناني
- 4- عند تسخين انبوبة الاختبار لاتكون فتحتها موجهة اليك أو الى زميلك فى معمل الكيمياء
- 5- أهمية وجود أسطوانة الحريق داخل معمل الكيمياء
- 6- عند حدوث حريق يجب عدم استخدام رابع كلوريد الكربون او الماء فى الإطفاء إذا كان المعمل به صوديوم أو بوتاسيوم
- 7- عند تحضير محليل مخففة من الأحماض يضاف الحمض الى الماء وليس العكس

السؤال الثاني:

معمل الكيمياء له شروط ومواصفات أنكر بعض منها ؟

السؤال الثالث:

وضح كيف يتم التعامل مع الإصابات التالية:-

- 1- تعرض العين للأحماض أو ماء البروم
- 2- تعرض الجلد لمواد كيميائية عضوية
- 3- حدوث حروق ناشئة من الحرارة
- 4- تعرض العين لمواد قلوية
- 5- حدوث حروق جسمية للجلد

السؤال الرابع:

ما أنواع التسمم الذي قد تحدث للكيميائي داخل معمل الكيمياء ؟

**السؤال الخامس:**

ما هي الغازات التي قد يتعرض لها الكيميائي في المعمل وتسبب له التسمم عند إستنشاقها؟

**السؤال السادس:**

ما هي المادة المناسبة لاستخدامها لإطفاء حريق ناتج من مركبات عضوية أو مذيبات داخل المعمل؟

**السؤال السابع:**

أذكر بعض الإرشادات الأساسية التي تتصح بها كل من يدخل إلى معمل الكيمياء؟

**الفصل الثاني**  
**أساسيات التحليل الكيميائي**  
**Principles of Analysis Chemistry**

## الفصل الثاني

### 2. أساسيات التحليل الكيميائي

#### 2.1 المقدمة

تهتم الكيمياء التحليلية العملية بإجراء التجارب التي تقوم بتنمية مهارات الطالب ليفهم مادرسه في الكيمياء التحليلية النظرية، وهذه التجارب مفيدة للحصول على الخبرات العملية والعلمية وتعزز ثقة الطالب بنفسه من خلال مشاهدته لنتائج هذه التجارب بعينه وبشكل عملي.

#### 2.2 التحليل الكيميائي : Chemical Analysis

تعتبر التحاليل الكيميائية أحدى فروع الكيمياء الهامة والتي تستعمل عند إجراء العديد من البحوث التطبيقية في مختلف مجالات العلوم الزراعية والطبية والتكنولوجية والبيولوجية. أن التحليل الكيميائي وسيلة فعالة تمكنا من التوصل إلى حل الكثير من المشاكل العلمية المتعلقة بالتعرف على أي مادة كيميائية سواء كان ذلك بالتحليل الوصفي أو التحليل الكمي، والخطوة الأولى للتعرف على مكونات أي المادة ومنها التعرف الدقيق على كمية العناصر والمواد الداخلة في تكوين تلك المواد والمعقدة منها أيضا هو ما يعرف بالتحليل الكمي.

وتنقسم التحاليل الكيميائية إلى قسمين مهمين هما التحليل الوصفي والتحليل الكمي. فالتحليل الوصفي يحدد العناصر والأيونات الداخلة في تركيب المادة المدروسة، أما التحليل الكمي فيحدد كمية ونسبة العناصر والأيونات الداخلة في تركيب المادة المدروسة. وينقسم التحليل الكمي بدوره إلى قسمين رئيسيين هما التحليل الوزني والتحليل الحجمي. التحليل الوزني هو عبارة عن قياس كتلة المركب المحدد أو كتلة أجزاء منه المنفصلة في حالة

نقية أو بشكل مركبات مرافقة. أما التحليل الحجمي فيعتمد على قياس حجم أي محلول بواسطة كاشف معلوم التركيز ، الذي يستهلك في التفاعل مع كمية محددة من المادة وسنقوم في هذا الفصل بدراسة طرق التحليل الكمي الحجمي.

وتنقسم أجزاء التحاليل الكيميائي إلى قسمين اساسيين:

### **2.2.1 التحليل الوصفي:**

يهدف هذا النوع إلى معرفة ما يحتويه مركب أو مخلوط من عناصر أو أيونات ويهتم بالكشف عن مكونات أساس أي مادة أو مخلوط من المواد سواء كانت هذه الأساس قاعدية أو حامضية.

### **2.2.2 التحليل الكمي:**

يهدف هذا النوع من التحليل إلى تقدير كمية ما تحتويه المادة من عناصر أو أيونات أي يتم فيه تقدير كميات العناصر الداخلة في تكوين المادة أو المخلوط. ويقصد بالتحليل الكمي هو تحديد كمية العناصر المختلفة أو الأيونات الداخلة في تركيب المادة المدروسة، ويعبر عادة عن نتائج التحليل بالنسبة المئوية، فمثلاً عند التحليل لحساب النسبة المئوية تحسب النسبة المئوية لكل من الكالسيوم والكربون والأكسجين في مركب  $\text{CaCO}_3$  ، وبما أن مركب كربونات الكالسيوم ناتج عن اتحاد كل من أكسيد الكالسيوم مع ثاني أكسيد الكربون إذاً يمكن التعبير عن تركيب هذا الملح بالنسبة المئوية للأكسيد المكون له  $\text{CaO}$  و  $\text{CO}_2$  . إذاً يمكن التعبير عن تركيب هذا الملح بالنسبة المئوية للأكسيد المكونة ، ويصنف التحليل الكمي إلى نوعين رئيسيين هما: التحليل الكمي الحجمي والتحليل الكمي الوزني والتي سيتم التطرق لهم بشرح مفصل في الفصول التالية. ويفيد التحليل الكمي في معرفة كمية العناصر الداخلة في تركيب المادة، وفي تعين صيغتها الكيميائية، وذلك بعد تحديد النسب المئوية للعناصر الداخلة في تركيبها.

بصورة عامة وقبل البدء بالتحليل الكمي، يجب معرفة التركيب الكيفي للمادة المدروسة، وبعد معرفة التركيب الكيفي للمادة المدروسة يمكن اختيار الطريقة المناسبة لتعيين كمية ومقدار العنصر الذي نرغب في استخدامه.

### 2.3 طرائق التحليل الكمي

تنقسم طرائق التحليل الكمي إلى قسمين أساسين هما:

#### 2.3.1. التحاليل الكيميائية التقليدية

يمكن أن نميز نوعين من طرائق التحليل الكيميائية الكلاسيكية أو التقليدية عن طريق طرائق التحليل الكمي الحجمي وتشمل المعايرة بالتعادل والمعايرة بالأكسدة والإحتزال والمعايرة بالترسيب والمعايرة عن طريق تشكيل المعقدات. أما طرائق التحليل الوزني فتتضمن التحليل بالترسيب أو بالتطاير أو بالتصعيد.

#### 2.3.2. التحاليل الكيميائية الفيزيائية

غالباً ما تسمى هذه الطرائق بالطرائق الآلية في التحليل الكيميائي، وهي تتطلب إستخدام أجهزة خاصة تعتمد على قياس إحدى الخصائص الفيزيائية للمركب المدروس. تمتاز هذه الطرائق بشكل عام بالحساسية العالية والدقة الكبيرة بالمقارنة مع طرائق التحليل التقليدية.

ومن أهم طرائق التحاليل الكيميائية الشائعة في مجالات أخرى:

##### 2.3.2.1. التحليل الطيفي أو الضوئي: Photometric Analysis

تستخدم فيه الطاقة الضوئية في تقدير التركيز المجهول للعناصر الكيميائية وهو تحليل للضوء المنبعث أو المنعكس عن أي مادة بواسطة جهاز خاص يطلق عليه اسم المطياف الضوئي وكل مادة كثافتها الضوئية المميزة الذي لا يطابق أية مادة أخرى، ويمكن التعرف عليها عن طريق خطوط سوداء تظهر في أماكن محددة من مقياس

الطيف، والطيف الضوئي نفسه ينشأ أساساً من مرور الضوء في منشور زجاجي والقوانين الأولية لتحليل الطيف المعروفة عموماً بقانون كيرشوف ويقسم تحليل الطيف الضوئي المنبعث على النحو التالي:

1. المواد الصلبة، أو الغازات عالية الكثافة أو الكثيفة وتنتج عند تسخينها طيفاً ضوئياً مستمراً.
2. الغازات منخفضة الكثافة وتنتج عند تسخينها طيفاً ضوئياً منبعثاً.
3. غازات الطيف المستمر وتنتج من خلال غاز بارد منخفض الكثافة ينبع خط من الطيف الممتص.

#### 2.3.2.2. التحليل الغازي: Gas Analysis

المقصود بهذا النوع من التحليل هو تقدير المادة على صورة غاز بإستخدام الوسائل الحجمية أو الوزنية مثل تقدير شوائب الكربون في فلز ما بحرق العينة فيتحول الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  ثم يمرر على أنبوبة تحتوي على حبر الصودا في يتم إمتصاص  $CO_2$  ثم يتم حساب الفرق في وزن هذه الانبوبة قبل وبعد الامرار فيمكن ايجاد وزن الغاز الممتص ومنه يمكن حساب وزن الكربون.

#### 2.3.2.3. التحاليل الكهربائية الوزنية: Electro-Gravimetric Analysis

هي الطريقة التي تجمع بين عمليات التحليل الكهربائي والوزن حيث تتفصل المادة إلى مكوناتها ويتحرك أحد العناصر أو أكسيداته على حسب طبيعة الشحنة التي يحملها إلى المهبط المناسب ليترسب عليه هذا العنصر وبعد تمام التحاليل يوزن المهبط لتعيين الزيادة في الوزن والتي تمثل التقدير المطلوب.

### **2.3.3. التحاليل الفيزيوكيميائية: Physicochemical Analysis**

هي الطريقة التي تجمع بين التفاعلات الكيميائية وقياس التغيير في الثابت الكهربائية للمحلول أثناء التقطيف بمادة قياسية على المادة مجهرولة التركيز ليتفاعل معها.

### **2.4 تجارب تعين بعض الثوابت الفيزيائية للمواد الكيميائية**

الخواص الفيزيائية للمواد الكيميائية من أهم الثوابت التي تميز فيها عن غيرها من العناصر والمركبات الكيميائية الأخرى ومن هذه الخواص حالات المادة الكيميائية (صلبة، سائلة، غازية) ولون المادة والكتافة ولزوجة المادة ودرجة الانصهار والغليان والتجمد والإلتسار وبعض الثوابت التي تعتبر مقياس لدرجة نقاوة المواد الكيميائية.

إن طبيعة الروابط الجزيئية في المادة الواحدة هي التي تحدد نوع هذه المادة بحيث تكون قوى الترابط للمواد الغازية في الظروف القياسية للضغط ودرجة الحرارة ضعيفة بحيث لا تستطيع ربط الجزيئات مع بعضها البعض للمحافظة على حركة هذه الجزيئات. أما قوى الترابط للمواد السائلة فيكون هناك انجذاب الجزيئات إلى بعضها البعض بقوى ترابط مختلفة على الشكل الفيزيائي لهذه المادة واما المواد الصلبة فترتبط جزيئاتها بقوى تجاذب قوية مكونة بنية بلورية صلبة ويمكن تحديدها عن طريق كميات قياسية أساسية ثابتة.

#### **2.4.1 التجربة الأولى**

##### **أ- تعين درجة الانصهار ودرجة التجمد**

##### **مقدمة**

درجة الانصهار يتم استخدامها غالباً لتأكيد نقاوة المواد الكيميائية، غالباً ما تكون درجة انصهار المادة النقية أعلى من درجة إنصهار المادة غير النقية. أما درجة التجمد هي الدرجة التي يتساوى فيها الضغط البخاري للسائل مع ضغط بخار الجليد، وعند نقطة الأتزان تكون درجة الحرارة التي تتصهر عندها مادة صلبة

نقية هي الدرجة التي تتجمد عندها تلك المادة عندما تكون في حالة إنصهار وهذا يعني أن تلك الدرجة الحرارية التي يكون فيها للدقائق ما يكفي من الطاقة للتغلب على القوة التي تمسكها معاً في البلوره.

عندما تمتصل اي مادة صلبة كمية من الحرارة تتحول الى مادة سائلة والعكس عندما يتم نزع كمية من الحرارة من مادة سائلة تتجمد وتحول الى مادة صلبة.  
إذا سخنا اي مادة صلبة نقية نلاحظ إرتفاع درجة الحرارة حتى تصل الى درجة ثابتة وعند هذه الدرجة يكون كلا الطورين السائل والصلب متواجدين وعندما يتم تحول المادة الصلبة الى سائلة أي نقول ان المادة قد انصهرت ، وإذا ابعدنا مصدر الحرارة نلاحظ درجة الحرارة تبدأ بالانخفاض حتى تصل الى درجة ثابتة عندها يبدأ السائل بالتحول الى مادة صلبة أي ان المادة قد تجمدت.

درجة الإنصهار هي الدرجة التي تتحول فيها المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة أما درجة التجمد هي الدرجة التي تتحول فيها المادة من الحالة السائلة الى الصلبة.  
ولقياس درجة الإنصهار يستخدم الحمام المائي للمواد التي درجات إنصهارها اقل من درجة غليان الماء، أما المواد الصلبة التي درجة إنصهارها اعلى من درجة غليان الماء يستخدم حمام زيتى.

#### **الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة**

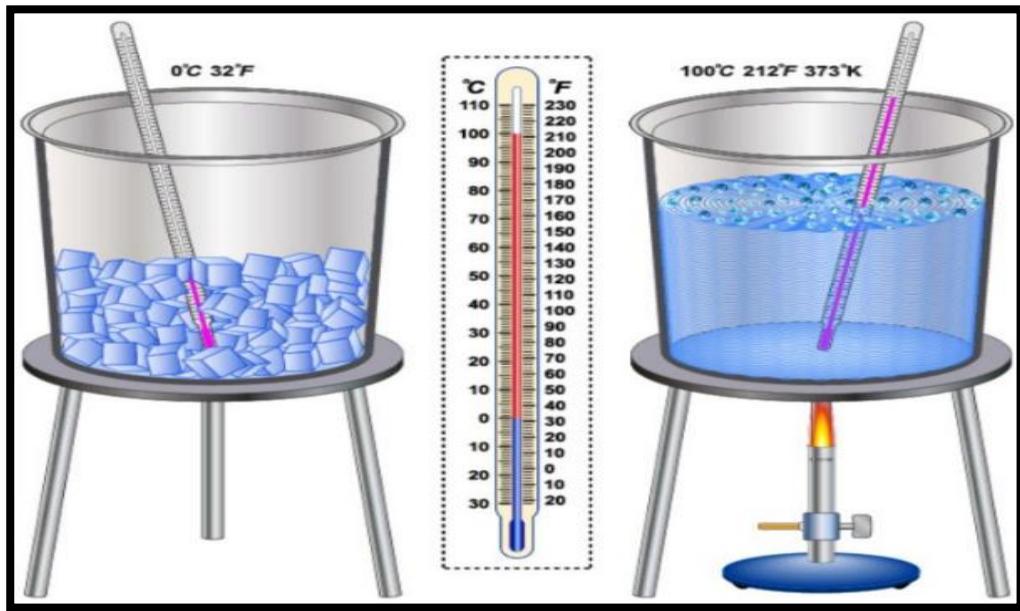
1. أنبوب شعري أحد طرفيه مغلق وقطره 1 ملم
2. مقياس حرارة (ثيرمومتر)
3. مصباح بنزن
4. حمام زيت (كأس به زيت برافين)
5. حلقات مطاطية
6. حامل معدني
7. شبكة معدنية

## المواد المطلوبة لإجراء التجربة

أي مادة صلبة متوفرة في المعمل (درجة انصهارها أقل من 100 درجة مئوية).

## خطوات التجربة

1. اطحن 1 جرام من المادة الصلبة بواسطة هاون.
2. إملا الانبوب الشعري بواسطة كمية قليلة من المادة الصلبة بحيث لايزيد طول المادة داخل الانبوب عن 2 ملم.
3. ثبت الانبوب الشعري والتيرومومتر بواسطة حلقة مطاطية بحيث يكون مستوى بصيلة التيرومومتر بمحاذاة مستوى المادة في الانبوب الشعري .
4. ثبت التيرومومتر مع الانبوب الشعري على حامل معدني.
5. ضع التيرومومتر المثبت مع الانبوب الشعري في حمام مائي (كأس به ماء) بحيث يغمس إلى منتصف الحمام المائي ومع مراعاة ان لا تغمس الحلقة المطاطية في الزيت.
6. ضع الحمام المائي الذي يحتوي على (التيرومومتر والانبوب الشعري ) على شبكة معدنية يوجد أسفلها لهب بنزن.
7. شغل لهب بنزن بهدوء ويبطئ مع مراقبة حالة المادة و قراءة التيرومومتر.
8. سجل درجة الحرارة عند تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة (درجة الانصهار).
9. بعد اللهب وابعد الحمام المائي ولاحظ ان درجة الحرارة ترتفع قليلا ثم تبدأ بالإنخفاض وتتحول المادة من حالة سائلة إلى صلبة (درجة التجمد) سجل درجة الحرارة التي يتم عندها التحول والتي تسمى درجة تجمد المادة السائلة كما في الشكل (1).



الشكل (1) تعين قياس درجة الانصهار والتجمد

### ب- تعين درجة الغليان للسوائل

#### مقدمة

درجة الغليان من الثوابت الفيزيائية التي من المهم قياسها للمواد الكيميائية حيث يستدل على نقاوة السائل بتعيين درجة غليانه.

عند تسخين سائل في كأس تكون فقاعات غازية ضمن السائل وترتفع إلى سطح السائل وتقوم هذه الفقاعات بدفع السائل لإعلى بإتجاه معاكس للضغط الجوي وبدأ السائل بالغليان عندما يصبح الضغط البخاري مساوى للضغط الجوى. ويمكن تعريف درجة الغليان بأنها الدرجة التي يتساوى عندها ضغط بخار السائل مع الضغط الجوى المطبق عليه.

درجات غليان السوائل محسوبة على أساس الضغط الجوي المقاس (760 ملم زئبق)، لذلك عند قياس درجة غليان أي سائل يجب مراعاة الضغط الجوي الذي تم قياس درجة الغليان عنده.

ولتحديد درجة غليان سائل يستخدم حمام مائي للسوائل التي درجات غليانها أقل من درجة غليان الماء، أما في حالة السوائل التي درجات غليانها أعلى من درجة غليان الماء يستخدم حمام زيتى بدلاً من ذلك.

#### **الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة**

1. حمام زيتى أو حمام مائي
2. أنبوبة اختبار صغيرة
3. أنبوبة شعرية
4. لهب بنزن
5. حامل معدني
6. شبكة معدنية
7. حلقات مطاطية
8. مقياس حرارة (ترمومتر)

#### **المواد المطلوبة لإجراء التجربة**

أي مادة سائلة تتراوح درجة غليانها من 70 إلى 90 درجة مئوية .

#### **خطوات التجربة**

1. توضع كمية من السائل 2 ملي ( المراد قياس درجة غليانه) في أنبوبة اختبار صغيرة قطرها 6 ملم وطولها 10 سم.

2. خذ أنبوبة شعرية مغلقة من احدى الطرفين ومفتوحة من الطرف الآخر وضعها فى أنبوبة الإختبار بحيث يكونها طرفها المفتوح لأسفل والمغلق لأعلى وغير مغمورة فى السائل.
3. اربط أنبوبة الإختبار (التي تحتوى على السائل والأنبوبة الشعرية) مع مقاييس الحرارة بواسطة حلقة مطاطية بحيث يكون مستوى أنبوبة الإختبار بمحاذة مستودع ميزان الحرارة كما فى الشكل (2).
4. إملأ الكأس حتى ثلثه بالماء (حمام مائي) ووضعه على شبكة معدنية موجودة على حامل كما يوجد أسفل الشبكة لهب بنزن.
5. ثبت ميزان الحرارة وأنبوبة الإختبار على الحامل المعدني.
6. ضع أنبوبة الإختبار وميزان الحرارة في الحمام المائي إلى منتصفه مع مراعاة عدم غمر الحلقة المطاطية في الماء وعدم ملامسة ميزان الحرارة قاع الكأس.
7. أبدأ التسخين بهدوء مع مراقبة إرتفاع درجة الحرارة، عندما تقترب درجة الحرارة من درجة غليان السائل نلاحظ ظهور فقاعات غير منتظمة من نهاية الأنبوبة الشعرية المغمورة في السائل.
8. عند إنتظام الفقاعات نسجل درجة الحرارة على إنها درجة غليان السائل.
9. نبعد اللهب ونلاحظ إنخفاض درجة الحرارة وتباطؤ خروج الفقاعات ونسجل درجة الحرارة على إنها درجة غليان السائل.
10. نحسب متوسط الدرجتين وهي درجة غليان مادة السائل.



الشكل (2) جهاز تجديد قياس درجة الغليان السوائل

#### 2.4.2. التجربة الثانية

##### تعين درجة الإنساب

##### مقدمة

تعرف درجة الإنساب بأنها أدنى درجة حرارة يمكن عندها صب عينة السائل في ظل ظروف اختبار محددة، ونقطة الصب هي إحدى الخصائص التي تحدد سيولة العناصر الكيميائية عند درجة الحرارة المنخفضة والتي هي أقل من 49 درجة مئوية، ومع انخفاض درجة الحرارة بشكل أكبر تترسب جزيئات الشمع الإضافية و تبدأ بلورات الشمع في النمو و تتشكل شبكة ثلاثة الأبعاد والتي عند درجة حرارة منخفضة معينة تمنع تدفق الزيت تماماً. تسمى درجة الحرارة هذه التي لا يمكن للزيت التدفق عندها بنقطة الصب (درجة الانساب). تعتبر نقطة صب الوقود على وجه التحديد مقياساً لميل الوقود ليصبح أكثر لزوجة و مقاومة للتدفق عند البرودة.

لذلك فإنه يمكن أيضا تعريف درجة الانسكاب على إنها معدل جريان أو نزول الماء من السحاحة من خلال فتحة ثابتة ومنظمة للصنبور وبوضع عمودي يتاسب مع حجم السائل بمرور الزمن.

ومن خلال العلاقة الرياضية لثابت إنسكاب السحاحة :

$$\ln V_T / V_t = Dt$$

حيث :

$D$  : ثابت إنسكاب السحاحة وحدته  $\text{sec}^{-1}$

$t$  : الزمن اللازم لنزول كمية معينة من السائل ( $\text{V}/\text{ml}$ )

$V_T$  : الحجم الكلي للسائل

$V_t$  : حجم السائل المتبقى

ملاحظة: عمر النصف هو الزمن اللازم لنزول نصف كمية السائل الموجود في السحاحة.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

سحاحة ، اسطوانة مدرجة ، بيكر ، ماء مقطر.

#### المواد المطلوبة لإجراء التجربة

مادة سائلة المطلوب قياس درجة الانسكاب لها على أن تكون درجة انصهارها أقل من درجة غليان الماء (100 درجة مئوية) .

#### خطوات التجربة

1. وضع السحاحة في وضع عمودي، إملأها بالماء المقطر ثم اضبط الصنبور بحيث تكون مدة جريانه (5 مل) من السائل خلال (20 ثانية).

2. سجل الفترة الزمنية التي يستغرقها السائل للنزول وعلى فتحته السابقة دون تغيير وسجل الزمن اللازم لنزول 5 ، 10 ، 15 ، 20 ، 25 ، 30 ، 35 ، 40 ، 45 ، 50 ملي لتر مسجلاً الوقت لكل حجم بصورة مستمرة.

3. يتم قياس حجم الجزء الغير مدرج للساحة وذلك بواسطة إسطوانة مدرجة ولتكن هذا الحجم ( $x$  مل) إذا فرضنا أن الحجم الكلي ( $V_T$ ) و ( $V_g$ ) يمثل حجم الجزء المدرج من الساحة .

#### الحسابات

من خلال العلاقة الرياضية لثابت إنسكاب الساحة نحسب :

$$V_T = V_g + x$$

#### 2.4.3 التجربة الثالثة

##### تعين درجة الوميض بطريقة بنكري مقدمة

تمثل أقل درجة حرارية يحترق عندها بخار المشتق النفطي عند تعرضه إلى لهب وتمثل هذه الخاصية من الخصائص المهمة جداً من ناحية اختيار أنساب الظروف من حيث السلامة لتخزين ونقل واستخدام المشتقات النفطية المختلفة. وتشير درجة الوميض في المشتقات الثقيلة مثل زيوت التزييت والزيت الوقود الثقيل إلى وجود المشتقات النفطية الخفيفة التي لم تتفصل جيداً أي يمكن معرفة محتوى المركبات المتطايرة في الوقود أو المواد الغير متطايرة، مثلاً انخفاض درجة الوميض للكيروسين دليل على تلوثه بكميات من المواد المتطايرة مثل الجازولين.

##### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. كأس ذو سبيكة نحاسية

2. حمام هوائي

3. سخان كهربائي

4. محرك ميكانيكي

5. ثيرمومتر

6. سداد منزلي

#### **المواد المطلوبة لإجراء التجربة**

مشتق نفطي ( المراد قياس درجة الوميض له ) .

#### **خطوات التجربة**

1. ينظف الكأس جيدا

2. يملأ الكأس بالعينة المراد قياس درجة الوميض لها ( مشتق نفطي ) عند المؤشر ، مع التأكد من عدم وجود أي مذيب استعمل في تنظيف الكأس.

3. يوضع الغطاء فوق الكأس.

4. يوضع الترمومتر ويتم التسخين بواسطة السخان الكهربائي مع التحريك.

5. عند وصول درجة الحرارة اقل من الدرجة المتوقعة للوميض يبدأ بتقريب لهب الإختبار لمدة ثانية واحدة لكل ارتفاع في درجة الحرارة درجة مئوية واحدة.

6. نسجل درجة الحرارة من الجهاز.



الشكل (3) جهاز قياس درجة الوميض

#### 2.4.4 التجربة الرابعة

##### تعيين درجة لزوجة السوائل

##### مقدمة

اللزوجة هي صفة فيزيائية مميزة للسوائل لمعرفة معدل تدفقها وانسيابها وهي جزء مهم في البحث والتطوير والصناعات الكيميائية والبتروكيميائة، حيث أن قياس اللزوجة غالباً ما تكون الطريقة الأسرع والأكثر دقة والأكثر موثوقية لتحليل بعض أهم العوامل التي تؤثر على أداء أي منتج لمراقبة جودته أثناء التصنيع. وللزوجة هي مقاومة السائل للجريان أو الانسياب عند حركته وعلاقة هذه المقاومة بدرجة حرارة السائل. فكلما زادت الحرارة، نقل الزوجة الحركية ويصبح السائل أكثر ميوعة ويعود السبب في ذلك إلى قوى التماسك بين الجزيئات، حيث تختلف لزوجة السوائل عن بعضها البعض، ولتبسيط ذلك فالماء هو أسرع سريان وإنسكاب من الجلسرين وبالتالي فهو أقل لزوجة من الجلسرين عند نفس درجة الحرارة،

ويمكن قياس لزوجة السائل باستخدام جهاز الفيسكوميتر وهو انبوبة زجاجية على شكل حرف (U) يستخدم لقياس لزوجة السائل بالإعتماد على الزمن الذي يستغرقه للانتقال من نقطة في انبوب رفيع إلى آخر كما موضح في الشكل (4).

#### خطوات التجربة

1. نضع السائل المراد قياس لزوجته في جهاز الفيسكوميتر.
2. نسجل الزمن الذي يستغرقه السائل في الانسياب.
3. نقارنه مع سائل لزوجته معروفة وزمن الانسياب معروف مثل الماء المقطر.
4. نسجل القراءة النهائية من الجهاز.

#### الحسابات

تحسب لزوجة السائل من العلاقة الرياضية:-

$$\mu_1 = (d_1 \times t_1 \times \mu_2) / (d_2 \times t_2)$$

هي لزوجة السائل المجهول عند درجة حرارة الغرفة  $t_1$

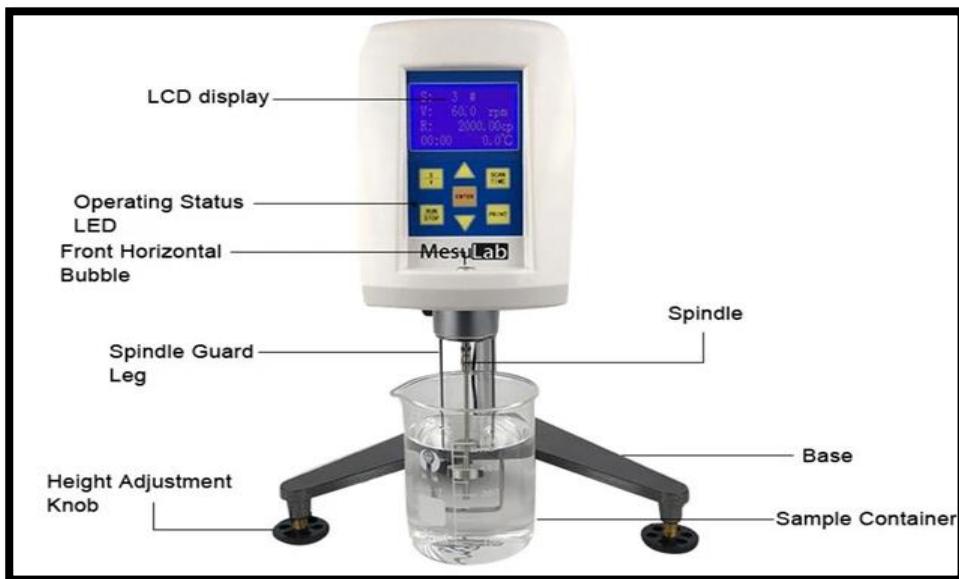
زمن الانسياب للسائل المجهول  $t_1$

هي لزوجة الماء المقطر عند درجة حرارة الغرفة  $t_2$

زمن الانسياب للماء  $t_2$

كثافة السائل المجهول  $d_1$

كثافة الماء المقطر  $d_2$



الشكل (4) جهاز الفيسكوميتر لقياس اللزوجة

#### 2.4.5 التجربة الخامسة

##### تعيين الكثافة والكثافة النسبية

###### مقدمة

تعتبر الكثافة هي إحدى الخواص الفيزيائية للمادة وتسخدم لوصف وتحليل المواد السائلة في مختلف المجالات العلمية والصناعية وهي تلعب دورا هاما في العديد من التطبيقات مثل تصنيع المنتجات والبحوث العلمية الخاصة بها لضمان جودة هذه المنتجات، كذلك في مجال التحليل البيئي والتحاليل البيولوجية، وتعرف الكثافة بإ أنها كتلة وحدة الحجم من المادة وتقاس بالوحدة الدولية (كيلو جرام/متر<sup>3</sup>) ، أما الكثافة النسبية فهي كثافة السائل نسبة إلى كثافة مادة قياسية مثل الماء ، يمكن قياس كثافة السائل بواسطة أداة زجاجية تسمى (قينة الكثافة) وهي عبارة عن إناء زجاجي ذات عنق صغير به أنبوبة شعرية كما موضح في الشكل (5).

## الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. قنية الكثافة
2. قنية بلاستيك تحتوي ماء مقطر
3. ميزان إلكتروني دقيق

## المواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. السائل المراد تعين كثافته مثل الماء او الاسيتون او اي سائل متوفّر.
2. ماء مقطر

## خطوات التجربة

1. أغسل قنية الكثافة بالماء المقطر وغفّفها جيدا
2. أوزن القنية مع غطاؤها فارغة وليكن  $m_1$
3. إملاء القنية بالسائل المراد تعين كثافته حتى يمر بالأنبوبة الشعرية
4. أوزن قنية قياس الكثافة وهي مملوءة بالسائل وليكن الوزن  $m_2$

## الحسابات

تحسب كثافة السائل من العلاقة الرياضية التالية :-

$$D = \frac{(m_2 - m_1)}{V_{(\text{سائل})}} \quad (\text{الكثافة})$$

تحسب الكثافة النسبية بقسمة كثافة السائل على كثافة الماء وتنتج الكثافة النسبية

النهائية للسائل.



الشكل (5) قنية قياس الكثافة

#### 2.4.6 التجربة السادسة

##### تعين الوزن الجزيئي للسوائل المتطابقة بطريقة دوماس

###### مقدمة

إن تعين الوزن الجزيئي للسوائل هو طريقة لقياس الأوزان الجزيئية التقريرية للمواد المتطابقة، وهذه التجربة إحدى التطبيقات الأساسية للقانون العام للغازات. وتعتمد طرق ايجاد الوزن الجزيئي للمواد المتطابقة في حالتها البارية على فرضية افوكادرو التي تنص على أن الحجوم المتساوية من الغازات تحتوي على نفس العدد من الجزيئات فيما لو قيست في الظروف القياسية أو بمعنى آخر إن الحجم الذي يملكه المول الواحد من أي غاز مثالي عند الظروف القياسية يساوي 22.40 لتر ويسمى (الحجم المولي) ومن المعادلة العامة للغازات

المثالية :

$$P \cdot V = nRT$$

$$n = w / M$$

حيث أن:  $n$  = عدد المولات

إذ أن المول الواحد من الغاز يشغل عند الضغط الجوي ودرجة حرارة الصفر المئوي بحجم قدره 22.40 لتر فإذا كانت المادة سائلة توضع في إناء وتبخر بالتسخين في الحمام المائي ثم يعين وزن البخار الذي احتجز داخل الوعاء أما حجم البخار فيمثل حجم الإناء ويحول هذا الحجم إلى الظروف القياسية ثم يحسب الوزن الجزيئي للمادة باستخدام فرضية أفوکادور (حيث ان الوزن الجزيئي للمادة عند الظروف القياسية STP يشغل حجم مقداره 22.400 سم<sup>3</sup>).

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. حمام مائي

2. ميزان حساس

3. شريحة الالمنيوم

4. دورق دائري

#### المواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. مادة متطايرة وهي السائل المراد تعين وزنه الجزيئي.

2. ماء مقطر .

#### خطوات التجربة

1. أوزن الدورق الدائري وهو فارغ مع شريحة الالمنيوم =  $W_1$  .

2. نضع 3 ملتر من السائل المتطاير في هذا الدورق وتعطى الفوهة بشريحة الالمنيوم .

3. نضع الدورق في حمام مائي بدرجة الغليان ويمسك بواسطة ماسك حديدي.

4. نسخن حتى يتbxر السائل في الدورق بما في ذلك القطرات المتراكفة على عنق الدورق.

5. يبرد الدورق لتكثيف بخار السائل المتبقى ونوزنه مع شريحة الالمنيوم =  $W_2$  .

6. نملأ الدورق تماما بالماء ثم يقاس حجم الماء بوضعه في اسطوانة مدرجة وهو حجم ما يشغل بخار المادة المتطايرة =  $V_1$  وكما موضح في الشكل (6).

## الحسابات

وزن الدورق وهو فارغ + شريحة الالمنيوم  $w_1$  =

وزن الدورق + شريحة الالمنيوم + وزن بخار السائل  $w_2$  =

وزن بخار السائل المتبقى في الدورق بعد التكافف  $w = w_2 - w_1$

نحسب الوزن الجزيئي للسائل من العلاقة الرياضية التالية :

$$M = w \times 22.400 / V_2$$

حيث ان :

$w$  = وزن البخار بوحدة الجرام

$V_2$  = حجم البخار في الظروف القياسية STP بالمليتر

$M$  = الوزن الجزيئي بوحدة جرام/مول

ونحوال ظروف التجربة إلى الظروف القياسية باستخدام القانون :

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

حيث أن :

$P_1$  : الضغط الجوي الاعتيادي بوحدة (مللتر زئبق)

$T_1$  : درجة الحرارة المطلقة وتساوي درجة حرارة الحمام المائي + 273 كلفن ( $K^0$ ).

$P_2$  : الضغط في الظروف القياسية ويساوي (760 مللتر زئبق)

$T_2$  : درجة الحرارة في ظروف القياسية (273 كلفن  $K^0$ ).

$V_2$  : حجم بخار السائل في الظروف القياسية (مللتر).

$V_1$  : حجم البخار ويساوي حجم الدورق (مللتر).



الشكل (6) جهاز تعين الوزن الجزيئي للسوائل المتباينة

## أسئلة على الفصل الثاني

السؤال الأول: علل لما يلي ( انكر السبب؟)

- 1- إغلاق الزجاجيات التي تحتوي مواد كيميائية وعدم فتح عدة زجاجيات في آن واحد؟
- 2- لاتميل وجهك للمحاليل عند تسخينها؟
- 3- عند تحضير المحاليل المخففة يضاف الحمض إلى الماء وليس العكس؟
- 4- لاترجع المحاليل الزائدة إلى القناني؟
- 5- قراءة العلامات الارشادية على العبوة قبل إستعمالها؟
- 6- ضرورة المحافظة على نظافة الأدوات الزجاجية في المختبر؟
- 7- عند قياس درجة غليان سائل لابد ان تكون أنبوبة الاختبار التي تحتوي على السائل بمحاذاة مستودع الترمومتر؟

السؤال الثاني: عرف كلا من :

درجة الانصهار - درجة التجمد - درجة الغليان - الزوجة - الكثافة - الكثافة النسبية؟

السؤال الثالث:

لديك سائل المطلوب حساب كثافته وكثافته النسبية، حيث سكب في قنينة الكثافة وكان وزن القنينة مع السائل 10.5 جرام أما وزن القنينة فارغة 8 جرام وحجم السائل 20 ملتر؟

السؤال الرابع:

ما الفائدة من قياس درجة الانصهار ودرجة التجمد للمواد الكيميائية؟

السؤال الخامس:

اذا كان لديك عينة من الماء اشرح كيف يمكن تحديد درجة غليانه عمليا؟ وكيف نحدد ما إذا كان نقيا او ملوثا؟

**الفصل الثالث**  
**التحليل الكمي الحجمي**

**Quantitative Volumetric Analysis**

## الفصل الثالث

### 3. التحليل الكمي الحجمي

#### 3.1. مقدمة

هو أحد فروع التحاليل الكيميائية ومن الطرق الدقيقة في التحليل وتسمى طرق التحليل الكمي أو الحجمي بالمعاييرات ، لأنه يتم عن طريقها تحديد حجم مادة معينة من خلال تفاعلها مع مادة معلومة الحجم والتركيز ، ويستخدم التحليل الكمي الحجمي في عدة تطبيقات منها تقدير تركيز المركبات تقديرًا كميًا أو حساب نسبتها المئوية ، كذلك يمكن تحديد درجة الحموضة ومعرفة صلاحية بعض المواد وغيرها. تعتمد هذه الطريقة على قياس حجم مادة مجهولة بحجم آخر من مادة قياسية معلومة التركيز بالضبط وذلك مع استخدام دليل كيميائي مناسب لهذه العملية.

التحليل الكمي الحجمي يعمل على تحديد كمية كل عنصر من العناصر أو الأيونات الدالة في تركيب المادة المدروسة وهو تحديد الوفرة المطلقة أو النسبية معبرا غالبا عنها بالتركيز لمادة واحدة، أو عدة مواد أو عدة خصائص عن المادة الكيميائية.

التحليل الكمي الحجمي يتم بإضافة محلول قياسي في الساحة ويوضع محلول المراد قياس تركيزه في الدورق المخروطي (دورق المعايرة) وبإضافة محلول القياسي إلى دورق المعايرة يتم الوصول إلى نقطة التكافؤ ومنها يتم حساب تركيز محلول المجهول بمعلومية حجم وتركيز محلول القياسي، ويشترط في المعايرات الحجمية إضافة دليل إلى محلول المجهول في دورق المعايرة لملحوظة تغيير اللون عند الوصول إلى نقطة التكافؤ أو قريب منها.

تميز طرق التحليل الحجمي بالسهولة والدقة والسرعة، وتنقسم طرق التحليل الحجمي الكمي إلى معايير التعادل (معايير الأحماس والقواعد) ومعايير الأكسدة والإخترال ومعايير الترسيب والتحليل بالمعقدات.

يتطرق هذا الفصل إلى تحضير بعض المحاليل القياسية للمواد الصلبة والسائلة التي يستخدمها الطالب في تجارب المعملية حيث تم التطرق إلى القوانين اللازمة لكي يمكن إجراء الحسابات المهمة لتحضيرها بتراكيز مختلفة حسب التجربة المطلوبة لذلك كان من المهم أن يعرف الطالب طرق التعبير عن تركيز هذه المحاليل، أما التجارب الموجودة في هذا الفصل فهي في التحليل الحجمي (معايير التعادل) وهي بعض التجارب التي أرى أنها الأكثر فائدة وسهولة للطالب والأكثر إستعمالاً في مجال الأبحاث العلمية لكي يستفيد الطالب والباحث معاً، بالإضافة إلى أن الأدوات والمواد والأجهزة التي استعملت في هذه التجارب متوفرة وسهلة الإستعمال وأقل تكلفة.

### 3.2. طرق التعبير عن التركيز

المحلول هو مزيج متجانس يتكون من مادتين أو أكثر بنسب محددة تختلف من محلول لآخر. وتسمى المادة التي نسبتها أكبر في محلول بالمذيب، أما المادة التي تكون نسبتها في تركيب محلول أقل تسمى بالماد المذابة.

#### تركيز محلول:

هو قيمة تدل على كمية العناصر أو المركبات الموجودة في حجم أو وزن محدد من العينة المطلوب تحديد تركيز مكوناتها.

ويعبر عن التركيز بوحدات مختلفة وهي :

#### 1. العيارية (التركيز العياري) :

ويرمز لها بالرمز  $N$  ووحدتها (مكافيء/لتر أو مللي مكافيء/مليلتر) وهي عدد المكافئات الجرامية من المادة المذابة في وحدة اللتر من محلول وتنستخدم المعادلة التالية لحساب العيارية:-

$$\text{العياربة} = \frac{\text{عدد المكافئات}}{\text{حجم محلول باللتر}}$$

$$\frac{\text{وزن العينة بالجرام}}{\text{عدد المكافئات}} = \frac{\text{الوزن المكافيء}}{\text{وزن العينة بالجرام}}$$

$$\text{العياربة} = \frac{1000 \times \text{وزن العينة بالجرام}}{\text{الوزن المكافيء} \times \text{حجم محلول باللتر}}$$

الوزن بالجرام = العياربة  $\times$  الوزن المكافيء  $\times$  حجم محلول باللتر.

## 2. المولارية (التركيز المولاري): (Molarity)

ويرمز لها بالرمز  $M$  ووحدتها (مول/لتر أو مللى مول /لتر) وهي عدد مولات المادة المذابة في وحدة اللتر من محلول ويستخدم لحساب المولارية المعادلة التالية:-

$$\text{المولارية} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{حجم محلول باللتر}}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{وزن العينة بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئي}}$$

الوزن بالجرام = المولاربة  $\times$  الوزن الجزيئي  $\times$  حجم محلول باللتر

## 3. النسبة المئوية الجرامية (%)

تستخدم النسبة المئوية للتعبير عن التركيز في التحليل الكمي الحجمي والتحليل الكمي الوزني وتنقسم إلى:-

أ- نسبة مؤوية وزنية وزنية ( $w/w$ ) : وهي النسبة بين وزن المادة المذابة بالجرام الى وزن محلول بالجرام.

$$\text{وزن / وزن } \left( \frac{W}{W} \right) = \text{وزن المذاب بالجرام / وزن محلول بالجرام} \times 100$$

$$\text{حيث : وزن محلول} = \text{وزن المذاب} + \text{وزن المذيب}$$

ب- نسبة مؤوية وزنية حجمية : وهي النسبة بين وزن المادة بالجرام الى حجم محلول بالمليتر.

$$\text{وزن / حجم } \left( \frac{W}{V} \right) = \text{وزن المذاب بالجرام / حجم محلول بالمليتر} \times 100$$

$$\text{حيث : حجم محلول} = \text{حجم المذاب} + \text{حجم المذيب}$$

ج- نسبة مؤوية حجمية حجمية : هي النسبة بين حجم المذاب بالمليتر الى حجم محلول بالمليتر.

$$\text{حجم / حجم } \left( \frac{V}{V} \right) = \text{حجم المذاب بالمليتر / حجم محلول بالمليتر} \times 100$$

$$\text{حيث : حجم محلول} = \text{حجم المذاب} + \text{حجم المذيب}$$

4. وحدة الجزء من المليون (ppm)

ويرمز لها بالرمز ppm ووحدتها (ملجم/لتر او ميكروجرام / لتر)

حيث أن :

$$\text{ ملي جرام} = 10^3 \text{ جرام}$$

$$\text{ ميكروجرام} = 10^6 \text{ جرام}$$

وحدة الجزء من المليون (ppm) = وزن المذاب بالملجرام / حجم محلول باللتر

وحدة الجزء من المليون (ppm) = وزن المذاب بالميكروجرام / حجم محلول باللتر

### 3.3 حساب الأوزان الجزئية والأوزان المكافئة للمواد الكيميائية

حساب الأوزان الجزئية والأوزان المكافئة لاي مادة كيميائية مهم عند حساب التركيز المولاري والتركيز العياري، الملحق (13) يوضح جدول الأوزان الجزئية لبعض المواد الكيميائية الشائعة.

الوزن الجزيئي هو مجموع الأوزان الذرية للعناصر المكونة للمادة الكيميائية، أما حساب الوزن المكافئ فهو يعتمد على حساب الوزن الجزيئي، ويحسب الوزن المكافئ وفق القوانين التالية:

$$\text{الوزن المكافئ للحمض} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد ايونات الهيدروجين البديل}}$$

$$\text{الوزن المكافئ للقاعدة} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد ايونات الهيدروكسيل البديل}}$$

$$\text{الوزن المكافئ للملح} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{تكافؤ احد الشقين} \times \text{عدده}}$$

$$\text{الوزن المكافئ المؤكسدة للمادة او المخترلة} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة}}$$

مثال: إحسب الوزن الجزيئي والوزن المكافئ لكلا من المواد الكيميائية التالية:



الأوزان الذرية هي:

$\text{H}=1.01, \text{O}=16, \text{Na}=23, \text{Ca}=20, \text{P}=31, \text{S}=32, \text{Cl}=35.50, \text{Fe}=57,$

$\text{Mn}=54.90, \text{K}=39.$

الإجابة: يعرف الوزن الجزيئي بأنه مجموع الأوزان الذرية للعناصر المكونة للمادة إذن :

الوزن الجزيئي لحمض الهيدروكلوريك  $(\text{HCl}) = 35.5 + 1 = 36.5$  جم/مول.

الوزن المكافئ لحمض الهيدروكلوريك (HCl) =  $\frac{1}{36.5}$   
 $36.5 \text{ جم / مكافئ} =$   
 الوزن الجزيئي لحمض الكبريتิก (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) =  $1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98 \text{ جم/مول}$   
 الوزن المكافئ لحمض الكبريتิก (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) =  $\frac{2}{98} =$   
 $49 \text{ جم / مكافئ} =$   
 الوزن الجزيئي لحمض الفوسفوريك (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) =  $1 \times 3 + 31 + 16 \times 4 = 98 \text{ جم/مول}$   
 الوزن المكافئ لحمض الفوسفوريك (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) =  $\frac{3}{98} =$   
 $32.60 \text{ جم / مكافئ} =$   
 الوزن الجزيئي لهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) =  $1 + 16 + 23 = 40 \text{ جم/مول}$   
 الوزن المكافئ لهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) =  $\frac{1}{40} = 1 \text{ جم/مكافئ}$   
 الوزن الجزيئي لهيدروكسيد الكالسيوم (Ca(OH)<sub>2</sub>) =  $40 + 16 \times 2 = 74 \text{ جم/مول}$   
 الوزن المكافئ لهيدروكسيد الكالسيوم (Ca(OH)<sub>2</sub>) =  $\frac{2}{74} = 37 \text{ جم / مكافئ}$   
 الوزن الجزيئي لبرمنجاتات البوتاسيوم (KmNO<sub>4</sub>) =  $39 + 54.9 + 16 \times 4 = 157.90 \text{ جم/مول}$



الوزن المكافئ لبرمنجاتات البوتاسيوم (KmNO<sub>4</sub>) =  $\frac{5}{157.90} = 31.50 \text{ جم/مكافئ}$   
 حيث ان: الرقم 5 هو عدد الالكترونات المكتسبة.

الوزن الجزيئي لكلوريد الحديديك (FeCl<sub>3</sub>) =  $57 + 35.5 \times 3 = 163.5 \text{ جم/مول}$   
 $\text{Fe}^{3+} + \text{e} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$

الوزن المكافئ لكلوريد الحديديك (FeCl<sub>3</sub>) =  $\frac{1}{163.5} = 163.5 \text{ جم / مكافئ}$   
 حيث ان: الرقم 1 هو عدد الالكترونات المكتسبة.

### 3.4. مواصفات المادة القياسية الأولية

1. ذات نقاوة عالية تصل الى 100% نقاوة.

2. يجب أن تكون المادة مستقرة وثابتة في درجة حرارة الغرفة
3. يجب أن تكون ذات وزن جزيئي عالي لكي تقلل نسبة الخطأ أثناء الوزن
4. أن تكون قادرة على التفاعل كميا مع المادة المراد معايرتها
5. قابلة للذوبان مع المذيبات المختلفة.

#### 3.4.1. أولاً: - تحضير محلول تقربي التركيز من هيدروكسيد الصوديوم $M\ 0.1$

1. أوزن 0.4 جرام من هيدروكسيد الصوديوم الصلبة
2. أذب هذا الوزن في كمية قليلة من الماء المقطر في كأس
3. أنقل هذه الكمية في دورق قياسي سعة 100 ملتر وأكمل الحجم بالماء المقطر إلى العلامة.

يتم حساب وزن هيدروكسيد الصوديوم من المعادلة :-

$$\text{الوزن بالجرام} = \text{التركيز المولاري (M)} \times \text{الوزن الجزيئي} \times \text{الحجم بالملتر}$$

#### 3.4.2. ثانياً: - تحضير محلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك $M\ 0.1$

1. نحسب تركيز الحمض الموجود في القنينة الأصلية (الحمض المركز) من المعلومات الموجودة من الورقة الملصقة على القنينة وهي:-

$$\text{النسبة المئوية للحمض} = 37\%$$

$$\text{كثافة الحمض} = 1.19 \text{ جرام/ملتر}$$

$$\text{الوزن الجزيئي} = 36.46 \text{ جم/مول}$$

2. نحسب تركيز الحمض من القانون التالي:-

$$\frac{\text{المئوية النسبة} \times \text{كثافة الحمض} \times 1000}{100 \times \text{الوزن الجزيئي}} = M$$

3. نطبق قانون التخفيف لحساب حجم الحمض

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

4. ننقل هذا الحجم بواسطة ماصة الى دورق قياسي سعته 100 ملتر ويكملا بالماء المقطر الى العلامة.

### 3.4.3. ثالثا:- تحضير محلول قياسي من حمض الخليك (الاستيك) M0.1

بإتباع نفس الخطوات السابقة في تحضير حمض الهيدروكلوريك ولكن نحسب حجم الحمض من المعلومات الموجودة على الفينة الأصلية وهي:-

$$\text{النسبة المئوية للحمض} = 100\%$$

$$\text{كثافة الحمض} = 1.05 \text{ جرام/ملتر}$$

$$\text{الوزن الجزيئي للحمض} = 60.05 \text{ جم/مول.}$$

1. نحسب تركيز الحمض من القانون التالي:-

$$\frac{\text{المئوية النسبية} \times \text{كثافة الحمض} \times 1000}{\text{الوزن الجزيئي} \times 100} = M$$

2. نطبق قانون التخفيف لحساب حجم الحمض

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

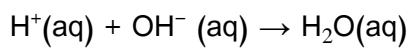
3. ننقل هذا الحجم بواسطة ماصة الى دورق قياسي سعته 100 ملتر ويكملا بالماء المقطر الى العلامة.

### 3.5. المعايرات الحجمية

يتم اختيار نوع المعايرة بناء على طبيعة المادة المراد قياسها. فتستخدم معايرات التعادل لتحديد كمية الأحماض أو القواعد، بينما تحدد كمية المواد التي خضعت لتفاعلات أكسدة واحتزال عن طريق معايرة الأكسدة والاحتزال، أمّا المواد التي تكون أملاحاً شحيبة

الذوبان، فيُمكن قياسها باستخدام معايرات الترسيب أما الفلزات التي تميل لتشكيل معقدات ثابتة مع مركب معين (المتصلة) يتم تقديره بمعاييرات تكوين التعقيد، وبناء على هذا التصنيف تم ترتيب المعايرات الحجمية في هذا الفصل، حيث بدأنا بمعاييرات التعادل وتلتها معايرات الأكسدة والاختزال ثم معايرات الترسيب ومعاييرات التعقيد.

تعتمد هذه الطريقة على تفاعلات الحموضة مع المواد القاعدية، أي أن التفاعل الحاصل في إثناء المعايرة هو تفاعل بين أيونات الهيدروجين الحمضية ( $H^+$ ) مع أيونات الهيدروكسيل القلوية ( $OH^-$ ) لتشكيل جزيئة الماء.



وفي هذه الحالة تعاير القواعد بمحاليل حموضة عيارية وتعابر الحموضة بمحاليل قاعدية عيارية. وتتحدد نقطة التكافؤ بواسطة كواشف معينة، فمثلاً تحدد كمية هيدروكسيد الصوديوم بمعاييرتها بمحلول عياري من حمض الهيدروكلوريك بوجود دليل الفينول فثالين.

### 3.5.1 التجربة الأولى

#### معاييرات التعادل

معايير محلول هيدروكسيد الصوديوم بإستخدام محلول من حمض الهيدروكلوريك معلوم

التركيز

مقدمة

تعتبر مادة هيدروكسيد الصوديوم ( $\text{NaOH}$ ) مادة غير قياسية حيث أنها تتميّع عند تعرّضها للهواء الجوي ولذلك يلزم معاييرتها بمحلول معلوم التركيز لتحديد تركيزها بالضبط والدقة. لتحضير محلول قياسي لهذه المادة يلزم معاييرتها بإستخدام حمض قوي حيث أن هيدروكسيد الصوديوم قاعدة قوية وعليه فإنّ نقطة النهاية سوف تكون في مدى درجة حموضة ما بين  $\text{pH}=2$  :  $\text{pH}=10$  : وهذا المدى يفاعل عمل دليل الفينول فثالين ودليل الميثيل البرنقاى.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. سحاحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100-400 ملتر

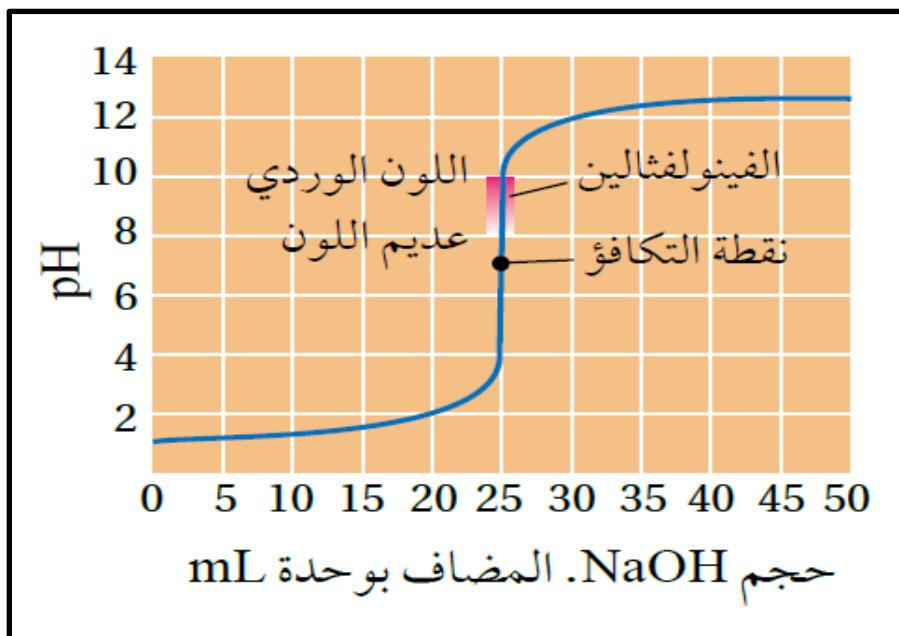
7. دوارق قياسية سعة 100-250 ملتر

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول هيدروكسيد الصوديوم

2. محلول حمض الهيدروكلوريك ( $\text{N}0.1$ )

3. دليل الفينول فثالين او الميثيل البرتقالى.



الشكل (7) منحنى معايرة حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم

#### خطوات التجربة

1. قبل ملء السحاحة بمحلول HCl تغسل عدة مرات بالماء المقطر ثم تغسل بكميات صغيرة من الحمض المستخدم في المعايرة ثم تملأ بكمية زائدة من حمض الهيدروكلوريك ثم تضبط القراءة على الصفر مع ملاحظة عدم وجود فقاعات هوائية بالسحاحة.

2. يؤخذ حجم قدرة 10 ملتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم بواسطة ماصة (يجب تنظيفها أولاً بالماء المقطر ثم بكمية قليلة من هيدروكسيد الصوديوم وتوضع في دورق مخروطي نظيف).

3. تضاف عدد 1-2 قطرة الفينولفثالين (المحلول وردي).

4. أضف من الساحة وبالتدريج كميات من حمض الهيدروكلوريك مع رج الدورق بعد كل إضافة وعند الإقتراب من نقطة النهاية يتم إضافة الحمض قطرة قطرة حتى يختفي اللون الوردي.

5. إحسب حجم الحمض الفعلي المستهلك

6. أعد الخطوات السابقة 3 مرات وسجل النتائج

7. بإستخدام المعادلات التالية إحسب تركيز قوة محلول هيدروكسيد الصوديوم.

الحسابات

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

قوة محلول  $NaOH =$  التركيز العياري  $\times$  الوزن المكافئ

$=$  التركيز العياري  $\times 40$

ملاحظة:

يمكن إجراء هذه المعايرة باستخدام دليل الفينول فيثالين أو دليل الميثيل البرتقالي مع ملاحظة التغير في اللون الأصفر إلى الأحمر عند نقطة التكافؤ وحتى نقطة النهاية وكما هو موضح في الشكل (7).

### 3.5.2 التجربة الثانية

معاييرات التعادل

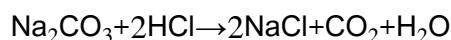
معاييرة محلول حمض الهيدروكلوريك مجهول التركيز بواسطة محلول كربونات الصوديوم اللامائية معلومة التركيز

يعتبر حمض الهيدروكلوريك من الأحماض القوية ولكنه غير قياسي أي عند تحضير محلول منه لا يبقى تركيزه ثابتاً ومن شروط محلول القياسي أن يبقى تركيزه ثابت لذلك يتم تحديد تركيزه بمعاييرته بمحلول كربونات الصوديوم وهي مادة قياسية أولية يعتمد

عليها في المعايرات لثبات تركيزها في الأحوال العادية، ولكنها ندية ويسهل التعامل معها وقابلة للذوبان مع الحمض.

تفاعل كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك (حمض قوي) طبقاً للمعادلة

التالية :-

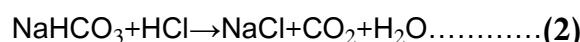


ويتضح من المعادلة أن 1 مول من كربونات الصوديوم يتفاعل مع 2 مول أو 2 مكافئ من حمض الهيدروكلوريك.

$$\text{الوزن المكافئ لكربونات الصوديوم} = \frac{1}{2} \times \text{الوزن الجزيئي}$$

$$\text{ذرة جزيئية} \times 106 = 53 \times 2 =$$

الفاعل أعلاه نستخدم دليل الميثيل البرتقالى لضبط نقطة نهاية التفاعل. وإذا اجري هذا التفاعل على خطوتين كما هو موضح بالمعادلتين التاليتين فإنه نستخدم دليلين هما فينول فثالين والميثيل البرتقالى.



التفاعل (1) نلاحظ أن 1 مول من كربونات الصوديوم تتفاعل مع 1 مول من حمض الهيدروكلوريك فتحول الكربونات إلى بيكربونات ولهذا التفاعل يستخدم دليل الفينول فثالين لضبط نقطة نهاية التفاعل، والتفاعل يوضح أن نصف الكربونات قد تحول إلى بيكربونات فقط. والتفاعل (2) يوضح أن البيكربونات المكونة من التفاعل (1) تتفاعل مع 1 مول أخرى من الحمض ويستخدم دليل الميثيل البرتالي لتحديد نقطة نهاية التفاعل.

## الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

## 1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. سحاحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100 - 400 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 100 - 200 - 250 ملتر

**المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة**

1. محلول حمض الهيدروكلوريك

2. محلول كربونات الصوديوم اللامائية معلومة التركيز

3. دليل الميثيل البرتقالي والفينول فثالين

**أولاً:- استخدام دليل الميثيل البرتقالي**

**خطوات التجربة**

1. خذ السحاحة ونظفها بحجم قليل من الحمض المجهول التركيز بعد غسلها بالماء المقطر ثم تعبأ السحاحة بالحامض حتى العلامة.

2. بواسطة ماصة خذ 10 ملتر من محلول كربونات الصوديوم اللامائية في دورق مخروطي نظيف وأضف إليها قطرات من دليل الميثيل البرتقالي.

3. أضف الحمض من السحاحة قطرة قطرة حتى يتغير لون الدليل إلى الأصفر الباهت.

4. تعداد الخطوات السابقة 3 مرات ويؤخذ متوسط القراءات.

5. تطبق المعادلة التالية لحساب تركيز وقوة حمض الهيدروكلوريك.

$$N_{HCl} \times V_{HCl} = N_{Na_2CO_3} \times V_{Na_2CO_3}$$

قوه حمض الهيدروكلوريك (HCl) = التركيز العياري  $\times$  الوزن المكافئ مقدرة بوحدة جرام/لتر.

## ثانياً: - طريقة إستخدام دليلين (الميثيل البرتقالى والفينول فثالين)

### خطوات التجربة

1. خذ بواسطة الماصة 10 ملتر من محلول كربونات الصوديوم القياسية الى دورق مخروطي نظيف وأضف اليه قطرتين من دليل الفينول فثالين (أحمر وردي باهت).
2. أضف حمض الهيدروكلوريك من السحاحة ببطيء مع التحريك وذلك برج محتويات الدورق حتى الوصول على نقطة النهاية وذلك بإختفاء اللونوليكن  $V_1$ .
3. لنفس محلول في الدورق المخروطي ضع قطرتين من دليل الميثيل البرتقالى ويصبح لون محلول أصفر مع الإستمرار في إضافة حمض الهيدروكلوريك من السحاحة حتى نقطة النهاية (بظهور اللون الأحمر أو البرتقالى الباهت) سجل حجم الحمض المستخدم مع دليل المستخدم مع دليل الميثيل البرتقالىوليكن  $V_2$ .

### 3.5.3 التجربة الثالثة

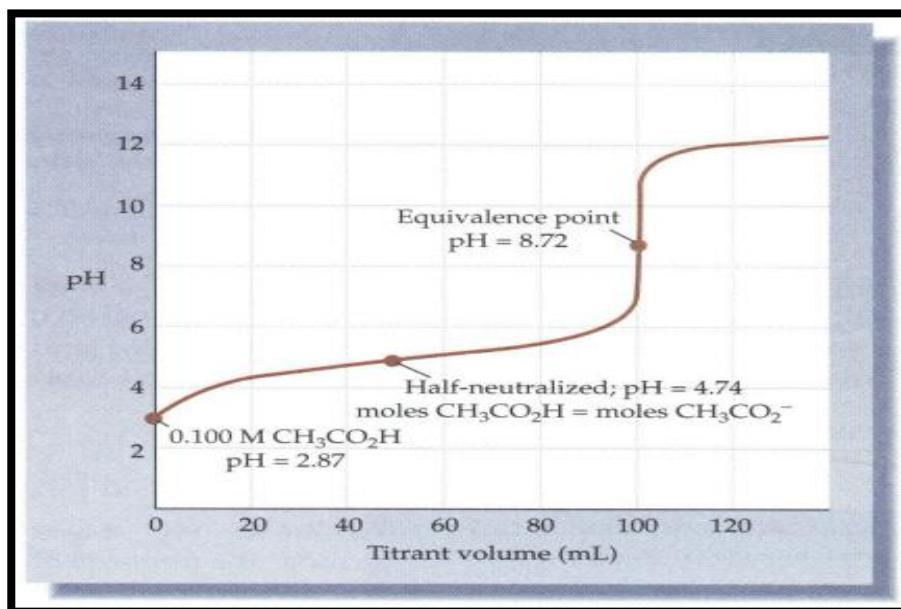
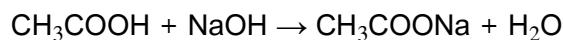
#### معاييرات التعادل

##### أ- معايرة محلول حمض الخليك بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $M\ 0.1$

#### مقدمة

يعتبر حمض الخليك من الأحماض الضعيفة التي تتأين جزئياً في الماء وهو سائل لا لون له وله رائحة نفاذة ويستخدم في تحضير الأطعمة ويعمل كمطهر طبيعي وكمادة حافظة طبيعية كما يستخدم في علاج الالتهابات والفطريات وعلاج التهابات الأنف، ورغم أهميته في مختلف المجالات فإن لحمض الخليك أضرار يسببها عند إستنشاق ابخرته المركزة حيث تسبب تهيج في العين والرئة كما أن تناوله بتركيز عالي يسبب حروق في الفم والحلق ومشاكل صحية في المعدة ولذلك من الضروري تعيين تركيزه ، فعند معايرة هذا الحمض بواسطة قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم فإن نقطة التكافؤ تقع ضمن مدى تغير لون دليل الفينول فثالين.

معادلة التفاعل كالتالي:-



الشكل (8) منحنى معايرة حمض الخليك مع هيدروكسيد الصوديوم

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر
2. ماصة 10 ملتر
3. سحاحة 50 ملتر
4. قمع زجاجي
5. ساق زجاجية
6. كأس زجاجي سعة 100 - 400 ملتر
7. دوارق قياسية سعة 100 - 250 ملتر

### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول حمض الخليك (مجهول التركيز)

2. محلول هيدروكسيد الصوديوم  $M_{NaOH} = 0.1$

3. دليل الفينول فثالين

### خطوات التجربة

1. ضع 10 ملتر من محلول حمض الخليك في دورق المعايرة وأضف إليه قطرات من دليل الفينول فثالين (عديم اللون).

2. أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم  $0.1 M$  من السحاحة قطرة قطرة مع الرج المستمر حتى يتلون محلول باللون الأحمر الوردي وخذ قراءة الحجم من السحاحة.

3. كرر الخطوات السابقة مرتين واحسب متوسط الحجوم.

### الحسابات

إحسب تركيز الحامض كالتالي:-

$$M_{CH_3COOH} \times V_{CH_3COOH} = M_{NaOH} \times V_{NaOH}$$

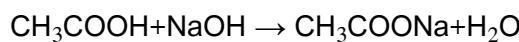
وتحسب قوة محلول كالتالي:-

التركيز المولاري  $\times$  الوزن الجزيئي مقدرة بوحدة (جرام/لتر).

## تعين تركيز حمض الخليك في الخل التجاري

### مقدمة

يعتبر حمض الخليك حمض ضعيف حيث ثابت التفكك  $K_a = 1.76 \times 10^{-5}$  ويستعمل بشكل واسع في الكيمياء الصناعية كحمض الاستيك الثاجي (الوزن النوعي له 0.53، النسبة المئوية 99.80%) أو في محليل ذات تركيز مختلفة ويستعمل كخل في صناعة الغذاء وهو محلول مخفف لحمض الخليك الثاجي لذلك يلزم تعين تركيزه وتمثل المعادلة التالية عملية معالجة الحمض مع محلول هيدروكسيد الصوديوم.



### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر
2. ماصة 10 ملتر
3. سحاحة 50 ملتر
4. قمع زجاجي
5. ساق زجاجية
6. كأس زجاجي سعة 100 - 400 ملتر
7. دوارق قياسية سعة 100 - 250 ملتر

### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول هيدروكسيد الصوديوم M 0.1
2. عينة من الخل التجاري
3. دليل الفينول فثالين

### خطوات التجربة

1. خذ 10 ملتر من محلول الخل التجاري بواسطة ماصة في دورق قياسي سعته 100 ملتر ويخفف بالماء المقطرالى العلامة المحددة.
2. خذ 20 ملتر من محلول الذى حضر في الخطوة (1) بواسطة ماصة وأنقلها إلى دورق مخروطي ويضاف 40 ملتر من الماء المقطر وقطرات من دليل الفينول فثالين.
3. يعاير الخليط بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم  $M_{NaOH} = 0.1$  حتى الحصول على لون وردي ثابت.
4. إحسب تركيز الخل وعدد الجرامات الموجودة في 100 ملتر.

### الحسابات

$$M_{CH_3COOH} \times V_{CH_3COOH} = M_{NaOH} \times V_{NaOH}$$

عدد الجرامات = التركيز المولاري  $\times$  الحجم باللتر

### 3.5.4 التجربة الرابعة

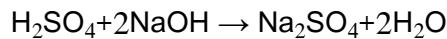
#### معاييرات التعادل

#### معايرة خليط من حمض الكبريتيك وحمض الخليك

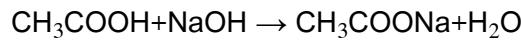
#### مقدمة

حمض الكبريتيك وحمض الخليك من الأحماض الهامة و خاصة في الأغراض الصناعية ويعتبر حمض الكبريتيك من الأحماض القوية وهو يدخل في الصناعات الكيماوية مثل صناعة الصابون والمطاط وصناعة البطاريات ويستخدم في بعض التجارب كعامل مؤكسد ومذيب أما حمض الخليك فهو من الأحماض الضعيفة، وهذه التجربة هي مثال لمعايرة خليط من حمض قوي وحمض ضعيف.

حمض الكبريتيك حمض قوي يتفاعل مع قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم مكوناً كبريتات الصوديوم وماء ويكون مدى التغير في نقطة التكافؤ يقع في مدى كلاً من دليلي الميثيل البرتقالي والفينول فثالين ومعادلة التفاعل هي:-



أما حمض الخليك فهو حمض ضعيف يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم مكوناً خلات الصوديوم وماء ومدى التغير في نقطة التكافؤ تقع في مدى تغير دليل الفينول فثالين ومعادلة التفاعل هي:-



وعليه عند معايرة مخلوط يحتوي حمض الكبريتيك والخليل بمحلول عياري من هيدروكسيد الصوديوم في وجود دليل الفينول فثالين يكون الحجم المستهلك من هيدروكسيد الصوديوم يكافئ حجم كلاً من حمض الكبريتيك وحمض الخليك ، أما عند استخدام دليل الميثيل البرتقالي فإن الحجم المستهلك من هيدروكسيد الصوديوم يكافئ حجم حمض الكبريتيك فقط وبطريق الحجمين نحصل على الحجم الذي يكافئ حجم حمض الخليك فقط.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. ساحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100-400 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 100-250 ملتر

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول خليط من ( حمض الكبريتيك و حمض الخليك) مجهول التركيز

2. محلول هيدروكسيد الصوديوم  $N0.1$

3. دليل الميثيل البرتقالى ودليل الفينول فثالين

### خطوات التجربة

1. خذ 10 ملتر من المخلوط فى دورق مخروطي وأضف اليه 2-3 قطرات من دليل الميثيل البرتقالى (لونه أحمر وردي).

2. عاير بإستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم ( $N0.1$ ) من الساحة حتى الحصول على اللون البرتقالى وسجل الحجم المستهلك.

3. كرر الخطوتين السابقتين مرة أخرى واحسب متوسط الحجم وليكن  $V_1$  ملتر.

$$\text{حجم حمض الكبريتيك} \equiv V_1$$

4. خذ 10 ملتر من الخليط فى دورق مخروطي وأضف اليه 2-3 قطرات من دليل الفينول فثالين (عديم اللون).

5. عاير بإستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم  $N0.1$  حتى الحصول على اللون الاحمر الوردي وسجل الحجم المستهلك.

6. كرر الخطوتين السابقتين 4 و 5 مرة واحدة واحسب متوسط الحجم وليكن  $V_2$  ملتر.

### الحسابات

نحسب تركيز حمض الخليك والكبريتيك كالتالي:-

$$\text{حجم (حمض الخليك} + \text{حمض الكبريتيك}) \equiv V_2$$

نحسب تركيز حمض الخليك والكبريتيك كالتالي:-

$$A - \text{حجم حمض الكبريتيك} \equiv V_1$$

$$\text{حجم (حمض الخليك} + \text{حمض الكبريتيك}) \equiv V_2$$

$$V_1 \times 0.1 = 10 \times N_{H_2SO_4}$$

قوة حمض الكبريتيك = العيارية  $\times$  الوزن المكافئ مقدرة بوحدة جرام/لتر

الوزن المكافئ لحمض الكبريتيك = 49 جرام/لتر.

ب - حجم حمض الخليك  $V_3 = V_2 - V_1 \equiv$

$$V_3 \times 0.1 = 10 \times N_{\text{CH}_3\text{COOH}}$$

قوة حمض الخليك = العيارية  $\times$  الوزن المكافئ مقدرة بوحدة جرام/لتر

الوزن المكافئ لحمض الخليك = 60 جرام/لتر

\*الرمز (≡) يعني يكافئ

### 3.5.5 التجربة الخامسة

معاييرات التعادل

تقدير عيارية وتركيز حمض الفوسفوريك

مقدمة

حمض الفوسفوريك من الأحماض الضعيفة وله استخدامات عديدة في الصناعة

مثل صناعة الأسمدة الفوسفاتية والمبيدات كما يستخدم في الصناعات الغذائية لتنظيم

حموضة المنتجات الغذائية أي كمادة حافظة كما يستخدم في مجال الطب في صناعة

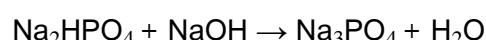
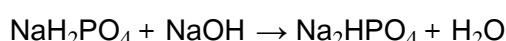
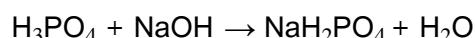
بعض الأدوية كما يستعمل في المعمل ككافر في بعض التجارب ونظراً لأهميةه يلزم

معاييرته وتحديد تركيزه .

حمض الفوسفوريك من الأحماض الغير عضوية الهامة وهو حمض ثلاثي

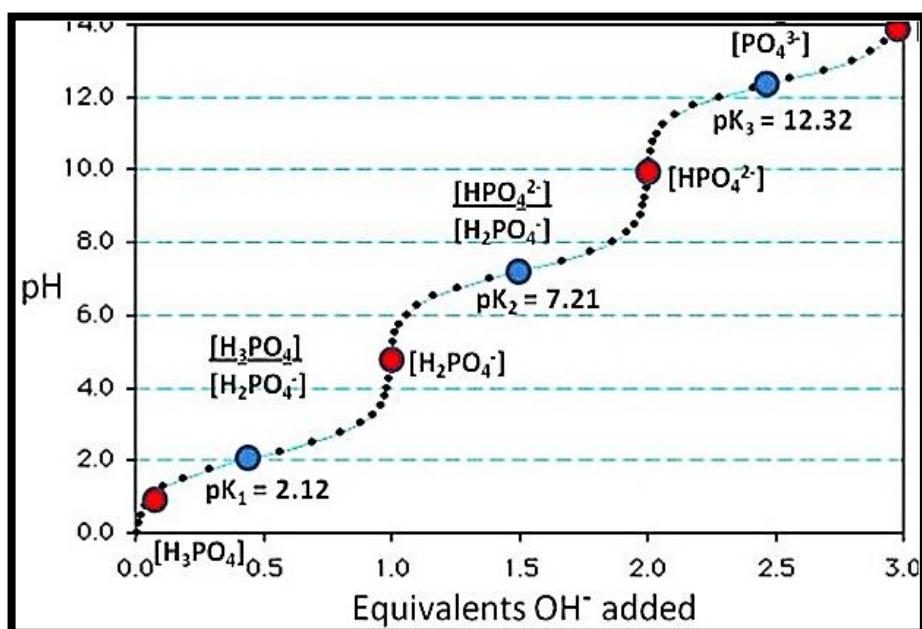
القاعدية  $\text{H}_3\text{PO}_4$  يتآين على ثلاث مراحل ويتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم على ثلاث

مراحل مكوناً فوسفات آحادي وثنائي وثلاثي الصوديوم حسب المعادلات التالية:-



كل خطوة تمثل ثلاث التفاعل كما موضح في الشكل (9).

تقع نقطة التكافؤ الأولى لهذا الحامض في مدى دليل الميثيل البرتقالى وتقع نقطة التكافؤ الثانية في مدى دليل الفينول فثالين أما نقطة التكافؤ الثالثة عند رقم هيدروجيني مرتفع جداً خارج مدى هاذنين الدليلين ، وعليه عند معايرة هذا الحامض بواسطة هيدروكسيد الصوديوم وفي جود دليل الميثيل البرتقالى يكون حجم القاعدة المستهلك يكافىء ثلث حمض الفوسفوريك وعند معايرة هذا الحامض في وجود دليل الفينول فثالين يكون حجم القاعدة المستهلك يكافىء  $\frac{3}{2}$  حمض الفوسفوريك.



الشكل (9) منحنى معايرة حمض الفوسفوريك مع هيدروكسيد الصوديوم

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر
2. ماصة 10 ملتر
3. سحاحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي
5. ساق زجاجية
6. كأس زجاجي سعة 100 و 400 ملتر
7. دوارق قياسية سعة 100 و 250 ملتر

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول حمض الفوسفوريك مجهول التركيز
2. محلول هيدروكسيد الصوديوم  $\text{NaOH}$
3. دليل الميثيل البرتقالي ودليل الفينول فثالين

#### خطوات التجربة

##### أولاً:- إستخدام دليل الميثيل البرتقالي

1. خذ 10 ملتر من محلول حمض الفوسفوريك وأضف قطرتين من دليل الميثيل البرتقالي (لونه أحمر) ونعاير بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى تحصل على لون برتقالي وسجل الحجم.

2. كرر الخطوة السابقة مرتين وإحسب متوسط الحجوم وليكن  $V_1$ .

الحسابات

$$3/1 \equiv V_1^*$$

$$V_{\text{NaOH}} \times 0.1 \times 3 = N_{\text{H}_3\text{PO}_4} \times 10$$

$$\text{قوه حمض الفوسفوريك} = \text{التركيز العياري} \times 32.7 \text{ مقدرة بграмм/لتر}$$

\*الرمز ( $\equiv$ ) يعني يكافيء

##### ثانياً:- إستخدام دليل الفينول فثالين

1. نأخذ 10 ملتر من محلول حمض الفوسفوريك ونضف اليها قطرات من دليل الفينول فثالين (عديم اللون) في دورق مخروطي.

2. نعایر المحلول الحمضي بواسطة هیدروکسید الصوديوم  $NaOH$  حتى نحصل على اللون الوردي الباهت ونسجل الحجم المستهلك.

3. نكرر الخطوات السابقة مرتين ونحسب متوسط الحجوم وليكن  $V_2$ .  
الحسابات

$$3/2 \equiv V_2$$

$$V_{NaOH} \times 0.1 \times (2/3) = N_{H_3PO_4} \times 10$$

قوة حمض الفوسفوريك = التركيز العياري  $\times$  الوزن المكافئ مقدرة بграмм/لتر  
الوزن المكافئ لحمض الفوسفوريك = الوزن الجزيئي / 3 .

### 3.5.6 التجربة السادسة

#### معاييرات الأكسدة والإختزال

معاييرة برمجات البوتاسيوم بواسطة حمض الأوكساليك

مقدمة

برمنجات البوتاسيوم لها إستعمالات عديدة منها في مجال الطب حيث تستعمل كمادة مطهرة للجراشيم وتنقية مياه الشرب ، وتعتبر من المواد المهمة في معمل الكيمياء حيث تعتبر من المذيبات والكواشف المهمة، فهي دليل ذاتي في معايرات الأكسدة والإختزال ونظرا لعدم ثبات محاليلها لأنها تتأثر بالضوء والحرارة لذلك يتم معايرتها بمحلول قياسي من حمض الأوكساليك .

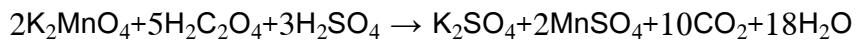
معاييرات الأكسدة والإختزال يجب أن تتوافر فيها الشروط العامة التي تطبق على المعايرات الناجحة الأخرى ، فيجب أن يكون التفاعل سريع ومتوفرا طريقة للكشف عن نقطة نهاية التفاعل أما بإستعمال الأدلة اللونية أو بقياس الجهد ، هناك العديد من المركبات تتأكسد وتخترل بفقدان أو إكتساب الكترونات من مادة ما أثناء التفاعل يمكن تحليلها بطريقة معايرات الأكسدة والإختزال .

هذه التجربة هي مثال لتفاعلات الأكسدة والإختزال حيث أن برمجات البوتاسيوم عاملًا مؤكسدا قوياً وتم المعايرة بوجود كمية زائدة من حمض الكبريتيك والإكسدة سوف يتشكل لدينا أكسيد المنجنيز  $MnO_2$  (بني اللون) الذي يقلل من وضوح نقطة التكافؤ ولا يمكن استخدام حمض النتريك أو الهيدروكلوريك بدلاً من حمض الكبريتيك لأن حمض الهيدروكلوريك سوف يتفاعل مع برمجات البوتاسيوم وتوكسد أيون الكلوريد وبطلق غاز الكلور حسب المعادلة التالية:-



أما حمض النتريك سوف يتفاعل مع المادة المختزلة (حمض الأوكساليك) وهذا ما يتعارض مع مفعول برمجات البوتاسيوم.

يتفاعل حمض الأوكساليك مع برمجات البوتاسيوم حسب المعادلة التالية:-



اذن (الوزن الجزيئي للبرمنجات = 158 جرام/مول).

**ملاحظة:-** برمجات البوتاسيوم مادة غير قياسية يصعب الحصول عليها نقية لذلك يتم تقطيئها ومعاييرتها بمادة قياسية أولية مثل حمض الأوكساليك.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. ساحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100 - 400 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 100 - 250 ملتر

8. حمام مائي

9. ورق ترشيح

10. سخان كهربائي

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول برمجاتنات البوتاسيوم  $M0.1$

2. محلول حمض الأوكساليك (معلوم التركيز)

3. حمض الكبريتيك المركز.

تحضير محلول برمجاتنات البوتاسيوم  $M 0.1$

يذاب وزن 15.8 جم من برمجاتنات البوتاسيوم في لتر من محلول ثم يغلى محلول ويحفظ ساخناً لمدة ساعة واحدة ثم يبرد ويرشح بعد ذلك لإزالة ماتبقى من  $MnO_2$  ثم يخزن في قنينة زجاجية في مكان معتم.

#### خطوات التجربة

1. نأخذ 10 ملتر من حمض الأوكساليك (معلوم التركيز) وأضف إليها 5 ملتر من حمض الكبريتيك في دورق مخروطي.

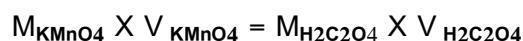
2. نسخن الخليط السابق في حمام مائي عند درجة (50-60 درجة مئوية) لزيادة سرعة التفاعل.

3. نعاير محلول السابق بواسطة محلول برمجاتنات البوتاسيوم حتى يتلون بلون البرمجاتنات (بنفسجي).

4. كرر الخطوات من 1-3 ونأخذ متوسط الحجوم.

#### الحسابات

نحسب تركيز محلول برمجاتنات البوتاسيوم كالتالي:-



قوة محلول برمجات البوتاسيوم = التركيز المولاري  $\times$  الوزن الجزيئي مقدمة  
جرام/لتر.

### 3.5.7 التجربة السابعة

#### معاييرات الأكسدة والإختزال

#### تحضير وتقديم وحفظ محلول اليود

#### مقدمة

اليود من الالوجينات وهو شحيق الذوبان في الماء ولكنه يذوب في يوديد البوتاسيوم ورابع كلوريد الكربون والكلورفورم وهو مادة حساسة للضوء، ويوجد اليود في ماء البحر كما تحتوي الحيوانات والنباتات البحرية على نسبة عالية من اليود و يوجد ايضا في الصخور والتربة.

ان للإيد استخدامات عديدة حيث يستخدم كملح للطعام وفي تنقية المياه وتعقيمها ويدخل في صناعة مطهرات الجروح، لايمكن تحضير محلول قياسي من اليود لأنه من المواد التي لها خاصية التسامي عند التسخين حيث يتحول من الحالة الصلبة إلى الغازية مكونا (ابخرة بنفسجية) دون المرور بالحالة السائلة ومن ثم وجب تقدير عياريه محاليله قبل استخدامه بواسطة محلول قياسي من ثيوکبريتات الصوديوم.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. ساحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100-400 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 100-250 ملتر

## 8. زجاجة ساعة

### الحالات المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول ثيوكبريتات الصوديوم N0.01

2. محلول اليود

3. محلول يوديد البوتاسيوم

4. محلول ثائي كرومات البوتاسيوم N 0.1

أولاً:- تحضير محلول اليود 0.1 عياري في 100 ملتر

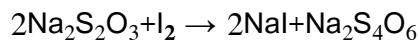
حساب وزن اليود اللازم لتحضير محلول 0.1 عياري :-

$$\text{وزن اليود} = 0.1 \times 0.1 \times 127 = 1.27 \text{ جم}$$

اووزن 1.27 جم من اليود في زجاجة ساعة وأذبها مستخدماً محلول مركز من يوديد البوتاسيوم وأنقلها نقلًا كمياً إلى دورق قياسي سعته 100 ملتر وأكمل حتى العالمة بالماء المقطر.

ثانياً :- تحضير محلول ثيوكبريتات الصوديوم 0.01 عياري محلول في 250 ملتر

ثيوكبريتات الصوديوم مادة نقيّة ولكن لا تستخدم كمادة قياسية أولية لذلك يجب تقييمها هي الأخرى باستخدام محلول من ثائي كرومات البوتاسيوم، وثيوكبريتات الصوديوم تحتوي على خمس جزيئات ماء  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  وتتفاعل مع اليود وفق المعادلة التالية:-



الوزن المكافئ للثيوكبريتات الصوديوم = الوزن الجزيئي = 248.18 جرام/مول

لتحضير محلول 0.1 عياري من ثيوكبريتات الصوديوم في 250 ملتر نتبع الخطوات التالية:-

1. ححسب الوزن اللازم للثيوكبريتات الصوديوم =  $0.25 \times 0.1 \times 248.18 = 6.205 \text{ جم.}$

2. نوزن 6.205 جم من ثيوكبريتات الصوديوم وأنقلها نفلا كميا باستخدام الماء المقطر الى دورق قياسي سعة 250 ملتر وأكمل بالماء المقطر الى العلامة.

3. رج المحلول جيدا واستخدمه فى تقييم عياريه اليود بعد تقييم عياريته باستخدام محلول شائي كرومات البوتاسيوم 0.1 عياري.

### ثالثا:- تقدير عيارية محلول ثيوكبريتات الصوديوم المحضر

1. خذ 10 ملتر من محلول شائي كرومات البوتاسيوم 0.1 عياري (مادة قياسية أولية) واضف اليها 20 ملتر محلول يوديد البوتاسيوم 0.1 (KI) عياري و0.5 جرام من بيكربيونات الصوديوم و20 ملتر من الماء المقطر مع 3 ملتر من حمض الهيدروكلوريك ونعايراليود المتربيمحلول ثيوكبريتات الصوديوم من السحاحة حتى نحصل على اللون الاصفر الباهت ثم نضيف 2 ملتر من دليل النشا (اللون ازرق) ونستمر فى المعايرة حتى يختفى اللون الأزرق ونسجل حجم الثيوكبريتات المستهلك.

2. نكرر الخطوة السابقة ثالث مرات ونحسب متوسط الحجوم ول يكن  $V_1$ .

3. نحسب تركيز محلول الصوديوم.

$$10 \times 0.1 = V_{Na_2S_2O_3} \times N_{Na_2S_2O_3}$$

### رابعا :- تقدير عيارية اليود ( محلول اليود فى السحاحة )

1- خذ 10 ملتر من محلول ثيوكبريتات الصوديوم واضف اليه 1ملتر من محلول النشا كدليل(عديم اللون) نعاير باستخدام محلول اليود من السحاحة حتى ظهور اللون الأزرق.

2- كرر الخطوات السابقة ثالث مرات وإحسب متوسط الحجوم ول يكن  $V_2$ .

3- نحسب تركيز محلول اليود:

$$10 \times N_{Na_2S_2O_3} = V_2 \times N_2$$

### 3.5.8 التجربة الثامنة

#### معاييرات الأكسدة والإختزال

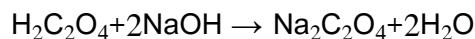
#### تحليل مخلوط من حمض الأوكساليك وأوكسالات البوتاسيوم

#### مقدمة

يستعمل حمض الأوكساليك في التنظيف أو التبييض ، وخصوصا لإزالة الصدأ لأنه يكون مركبات معقدة مع بعض الفلزات ومنها الحديد ويعتبر خطير عند ملامسته للفم أو الجلد، يستخدم حمض الأوكساليك ككافش ، أما أوكسالات البوتاسيوم توجد في العديد من الخضروات والفواكه ويتم انتاجها في جسم الإنسان وهي قابلة للذوبان في الماء ولها استعمالات عديدة فهي تستخدم كمادة مختزلة في معمل الكيمياء لذلك تستخدم كمزيلة للبقع وفي التصوير الفوتوغرافي ، وعند تواجدها بتركيز عاليه فإنها سامة.

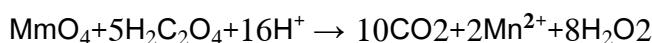
حمض الأوكساليك  $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$  حمض ثانوي القاعدية يتفاعل مع القلوي

القوي مثلاً يتفاعل مع  $NaOH$  كما يلي:-



الوزن المكافئ لحمض الأوكساليك =  $2/1$  الوزن الجزيئي

كما أن هذا الحمض يحتوي على شق الأوكسالات  $C_2O_4^{2-}$  وهذا الشق موجود في أوكسالات الصوديوم ، فنجد أن شق الأوكسالات الموجود في الحمض والموجود في أوكسالات الصوديوم تتفاعل مع برومنجانات الصوديوم في الوسط الحمضي طبقاً للمعادلة التالية:-



نلاحظ أن الوزن المكافئ لحمض الأوكساليك أو أوكسالات الصوديوم =  $2/1$  الوزن الجزيئي.

هذه التجربة هي مثال آخر لتفاعلات الأكسدة والإختزال حيث يمكن تعين تركيز وقوه كلا من حمض الأوكساليك وأوكسالات الصوديوم بواسطة محلول  $0.1$  عياري من

محلول هيدروكسيد الصوديوم، عند إجراء معايرة المخلوط بوجود دليل الفينول فثالين فإن الحجم الناتج في هذه الحالة يكافيء حجم حمض الأوكساليك فقط ، أما عند إجراء معايرة المخلوط بواسطة برمجات البوتاسيوم  $KMnO_4$  في وجود وسط حمضي يكون الحجم الناتج يكافيء حجم حمض الأوكساليك وأوكسالات البوتاسيوم معاً ومن النتيجتين نستطيع حساب تركيز وقوه كلا من حمض الأوكساليك وأوكسالات البوتاسيوم في المخلوط.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. سحاحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100-400 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 100-250 ملتر

8. زجاجة ساعة

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. مخلوط من حمض الأوكساليك وأوكسالات البوتاسيوم

2. محلول هيدروكسيد الصوديوم N0.1

3. حمض كبريتيك مخفف N2

4. محلول برمجات البوتاسيوم N0.1

5. دليل الفينول فثالين.

## خطوات التجربة

- 1- نأخذ 10 ملتر من المخلوط وأضف اليه دليل الفينول فثالين (عديم اللون) ثم نعاير بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 عياري من الساحة حتى نحصل على اللون الوردي الباهت ونسجل الحجم.
- 2- كرر الخطوة السابقة ثلاثة مرات وإحسب متوسط الحجم ولتكن  $V_1$ .
- 3- نأخذ 10 ملتر من المخلوط وأضف اليه 20 ملتر من حمض الكبريتيك المخفف (2عياري) وسخن إلى درجة 80 درجة مئوية ثم عاير وهو ساخن بمحلول برمجات البوتاسيوم 0.1 عياري من الساحة حتى نحصل على اللون الوردي وسجل الحجم.
- 4- كرر الخطوة (3) ثلاثة مرات وإحسب متوسط الحجم ولتكن  $V_2$ .

## الحسابات

أولاً:- نحسب تركيز وقوه حمض الأوكساليك

$$\text{حجم حمض الأوكساليك} \equiv V_1$$

$$V_1 \times 0.1 = 10 \times N_{H_2C_2O_4}$$

قوه تركيز حمض الأوكساليك = التركيز العياري  $\times 63$  مقدرة بجم/لتر  
حيث أن : (63 جرام/مكافيء) هو الوزن المكافيء لحمض الأوكساليك.

ثانياً:- نحسب تركيز وقوه أوكسالات الصوديوم

$$\text{حجم (حمض الأوكساليك + أوكسالات الصوديوم)} \equiv V_2$$

$$(\text{حجم أوكسالات الصوديوم})^* = V_3 \equiv V_2 - V_1$$

$$V_3 \times 0.1 = 10 \times N_{Na_2C_2O_4}$$

\*الرمز ( $\equiv$ ) يعني يكافيء

قوه تركيز أوكسالات الصوديوم = التركيز العياري  $\times 67$  مقدرة بграмм/لتر  
حيث أن: (67 جرام/مكافيء) هو الوزن المكافيء لأوكسالات الصوديوم.

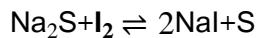
### 3.6.9 . التجربة التاسعة

#### معاييرات الأكسدة والإختزال

#### تحليل عينة من كبريتيد الصوديوم

#### مقدمة

كبريتيد الصوديوم هو ملح يذوب بسهولة في الماء ومحاليله ذات صفة قلوية قوية، كما يتميز بخواصه الاختزالية القوية، حيث يدخل في الصناعات مثل صناعة الاصباغ الكبريتية والمركبات الامينية ، والصناعات المعدنية كما يدخل في الصناعات الغذائية المختلفة ويستخدم ككافش عن بعض العناصر في التحليل النوعي. وينتقل كبريتيد الصوديوم مع اليود في الوسط الحامضي طبقاً للمعادلة:-



وتعتمد طريقة التحليل هذه على تفاعل كبريتيد الصوديوم مع زيادة من اليود القياسي معلوم الحجم ، وتم معايرة الحجم الزائد من اليود مع محلول قياسي من ثيوكبريتات الصوديوم له نفس تركيز اليود ومن المعادلة السابقة يتضح أن الوزن المكافئ لكبريتيد الصوديوم يساوي نصف الوزن الجزيئي =  $(2/78) = 39$  جرام/مكافيء.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. سحاحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100-400 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 100-250 ملتر

8. زجاجة ساعة

### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول كبريتيد الصوديوم N0.1

2. حمض الهيدروكلوريك المخفف

3. محلول اليود N0.1

4. محلول ثيوکبريتات الصوديوم N0.1

5. محلول النشا (دليل).

تحضير محلول كبريتيد الصوديوم تقريبا 0.1 عياري في 100 ملتر

أوزن 0.4 جم من عينة كبريتيد الصوديوم على زجاجة ساعة وأنقلها نفلا كميا

بالماء المقطر إلى دورق قياسي سعته 100 ملتر إلى العلامة.

تقدير تركيز كبريتيد الصوديوم في العينة المحضررة

### خطوات التجربة

1. نأخذ 10 ملتر من كبريتيد الصوديوم وأضف إليه 10 ملتر من حمض الهيدروكلوريك المخفف و20 ملتر من محلول اليود 0.1 عياري، ثم نقدر الزيادة من اليود بمعاييرته بمحلول ثيوکبريتات الصوديوم 0.1 عياري من الساحة حتى نحصل على اللون الأصفر الباهت ثم أضف 1 ملتر من محلول النشا (لون أزرق) ونكمي المعايرة بمحلول ثيوکبريتات الصوديوم حتى يختفي اللون الأزرق ونسجل الحجم المستهلك.

2. نكرر الخطوة (1) ثلاثة مرات ونحسب متوسط الحجوم المستهلكة وليكن  $V$ .

### الحسابات

الليود الزائد الغير متفاعل  $\equiv V$

حجم كبريتيد الصوديوم المتفاعل  $\equiv V_1$

إذن نحسب تركيز كبريتيد الصوديوم

$$V_1 \times 0.1 = 10 \times N_{Na2S}$$

الوزن بالجرام لكبريتيد الصوديوم في 100 ملتر = التركيز العياري  $\times 39 \times 100$

النسبة المئوية لكبريتيد الصوديوم في العينة (%) = (الوزن بالجرام/0.4) × 100

### 3.6.10 التجربة العاشرة

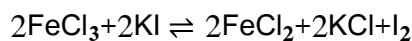
#### معاييرات الأكسدة والاختزال

#### تقدير الحديد في مركبات الحديديك بالطريقة اليودومترية

#### مقدمة

الحديد من العناصر الانقالية ، يتآكسد الحديد في الهواء الرطب والماء بسهولة ويكون الصدأً وعند تسخين الحديد في الهواء يتشكل اكسيد الحديد الثنائي والثلاثي . نظراً لوفرة الحديد نسبياً فإنه متوفّر ورخيص الثمن ويدخل في العديد من الصناعات مثل خلايا الوقود والصناعات الالكترونية المختلفة ، كما يستخدم مسحوق الحديد مع الحمض في المعمل لإجراء عمليات الاختزال وتنقية المياه كما تستخدم مركبات الحديد كدواء للعلاج ونظراً لأهميةه الكبيرة واستخداماته المتنوعة كان من الضروري تقدير الحديد في هذه المركبات.

إذا عالجنا محلول حمضي لمحلول يحتوي على مركبات الحديديك بمحلول يوديد البوتاسيوم ينطلق اليود وينتج الحديدوز طبقاً للمعادلة :-



ويقدر اليود المتحرر بمعاييرته بمحلول قياسي من ثيوکبريتات الصوديوم ويجب أن لا يتم في وجود حمض النيتريك أو أي عامل مؤكسد آخر لأنّه يؤدي إلى إنطلاق كمية من اليود أو يؤكسد الحديدوز الناتج مرة أخرى إلى حديديك ولذلك يجب أن يجري التفاعل في وجود حمض الهيدروكلوريك المخفف ، كما أنه في هذا التفاعل ينطلق اليود ببطء ولكن يمكن إسراع التفاعل بإضافة يوديد النحاس كعامل مساعد.

ولتحضير هذا العامل المساعد يعالج محلول يوديد البوتاسيوم بقليل من كبريتات النحاس، ثم يعاير اليود المتحرر مباشرةً بمحلول ثيوکبريتات الصوديوم في وجود النشا كدليل.

### **الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة**

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر
2. ماصة 10 ملتر
3. سحاحة 50 ملتر
4. قمع زجاجي
5. ساق زجاجية
6. كأس زجاجي سعة 100 ملتر
7. دوارق قياسية سعة 250 ملتر
8. زجاجة ساعة

### **المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة**

1. محلول الحديديك
2. حمض الهيدروكلوريك المخفف
3. محلول يوديد البوتاسيوم  $0.1\text{N}$
4. كبريتات النحاس
5. محلول ثيوکبريتات الصوديوم  $0.1\text{N}$
6. محلول النشا (دليل)

### **خطوات التجربة**

1. نأخذ 10 ملتر من محلول الحديديك وأضف اليه 10 ملتر من حمض الهيدروكلوريك مخفف و 20 ملتر من يوديد البوتاسيوم  $0.1\text{N}$  عياري ( مضاف له قليل من كبريتات النحاس) ثم يعاير اليود المتحرر باستخدام محلول  $0.1\text{N}$  عياري من ثيوکبريتات الصوديوم من السحاحة حتى الوصول على اللون الأصفر الباهت ثم نضيف 1 ملتر من دليل النشا (لون أزرق) نكمل المعايرة بمحلول ثيوکبريتات الصوديوم حتى إختفاء اللون الأزرق ونسجل الحجم المستهلك.

2. نكرر الخطوة (1) ثلاث مرات ونسجل متوسط الحجوم ول يكن ٧.

### الحسابات

نحسب تركيز وقاة محلول الحديد

$$2V \times 0.1 = 10 \times N_{Fe^{3+}}$$

قاة تركيز الحديد في العينة (المحلول) =  $55.84 \times N_{Fe^{3+}}$  مقدرة بجم/لتر  
حيث أن (55.84 الوزن الذري للحديد).

### 3.6.11 التجربة الحادي عشرة

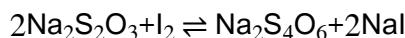
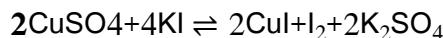
#### معاييرات الأكسدة والإختزال

أ- تقدير النحاس في بلوارات كبريتات النحاس الزرقاء

#### مقدمة

تتضمن الطرق اليودومترية إضافة كمية فائضة بكثرة من اليود إلى العامل المؤكسد في وسط حمضي أو متعادل ، فيختزل العامل المؤكسد كميا، وتحرر كمية من اليود التي يتم معايرتها بمحلول قياسي من ثيوکبريتات الصوديوم.

تستخدم كبريتات النحاس في معمل الكيمياء في تحضير بعض مركبات النحاس الأخرى كما تدخل في الصناعات النفطية، و كبريتات النحاس المائية (زرقاء)  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  تكون غير نقية ويجب تقديرها وإستعمالها في المختبر، وفكرة تقديرها تعتمد على الطريقة اليودومترية حيث أن كبريتات النحاس تتفاعل مع يوديد البوتاسيوم فيتحرر اليود ، ويتم تقدير اليود المتحرر بإستخدام محلول معلوم التركيز من ثيوکبريتات الصوديوم في وجود النشا كدليل ، ومراحل التفاعل موضحة في المعادلين التاليتين :-



الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. ساحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 250 ملتر

8. زجاجة ساعة.

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. كبريتات النحاس الزرقاء

2. حمض الكبريتيك المخفف

3. محلول يوديد البوتاسيوم  $\text{NO}_3\text{I}$

4. محلول ثيوكبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{K}_2\text{O}_4$

5. محلول النشا

#### خطوات التجربة

1. أوزن 2 جم من عينة كبريتات النحاس الزرقاء في زجاجة ساعة وأنقلها نقلًا كمياً إلى دورق قياسي سعة 100 ملتر بالماء المقطر ولامانع من إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المخفف لتسهيل الذوبان ثم رج المحلول جيداً عند تحضيره.

2. خذ 10 ملتر من المحلول المحضر في الخطوة (1) وأضف إليه 20 ملتر من محلول  $\text{KI}$  0.1 (عياري ثم نعایر اليود المتحرر بإستخدام محلول ثيوكبريتات الصوديوم 0.1 عياري من الساحة حتى نحصل على اللون الأصفر الباهت ثم نضيف النشا كدليل (اللون أزرق) نكمل المعايرة بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم حتى يختفي اللون الأزرق ونسجل الحجم الكلي المستهلك.

. 3. نكرر الخطوة (2) ثلث مرات ونسجل متوسط الحجوم وليكن  $V$ .

الحسابات

$$10 \times N_{CuSO_4} = V_{Na_2S_2O_3} \times 0.1$$

$$N_{CuSO_4} \times 63.5 \times 0.1 = (W)$$

$$\text{النسبة المئوية للنحاس في العينة (\%)} = \frac{100 \times (W)}{63.5}$$

حيث أن :

2 : وزن العينة بالجرام

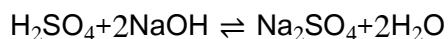
63.5 : الوزن الذري للنحاس

ب- تحليل مخلوط من كبريتات النحاس وحمض الكبريتيك

مقدمة

يتم تقدير حمض الكبريتيك بمعاييرته بإستخدام محلول من هيدروكسيد الصوديوم

- 0.1 عياري طبقاً للمعادلة :-



يتم تقدير النحاس الموجود في (كبريتات النحاس) في المخلوط باستخدام الطريقة اليودومترية المستخدمة في التجربة (أ) حيث يضاف يوديد البوتاسيوم فيتحرر اليود ويتم معاييرته باستخدام محلول 0.1 عياري من ثيوكبريتات الصوديوم في وجود النشا كدليل.

الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. سحاحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 250 ملتر

8. زجاجة ساعة

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. مخلوط من كبريتات النحاس وحمض الكبريتيك

2. محلول هيدروكسيد الصوديوم N0.1

3. دليل الفينول فثالين

4. محلول يوديد البوتاسيوم N0.2

5. محلول ثيوكبريتات الصوديوم N0.1

6. محلول النشا

#### خطوات التجربة

##### أولاً: تقدير حمض الكبريتيك في المخلوط

1- نأخذ 10 ملتر من المخلوط وأضف اليه قطرات من دليل الفينول فثالين (عديم اللون)

ثم نعایر بإستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 عياري من السحاحة حتى

نحصل على اللون الوردي الباهت.

2- نكرر الخطوة (1) ثلاث مرات ونسجل متوسط الحجوم ولتكن  $V_1$ .

#### الحسابات

$$V_1 \times 0.1 = 10 \times N \text{ H}_2\text{SO}_4$$

قوة تركيز حمض الكبريتيك =  $49 \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 = 49 \text{ مقدمة بجرام/لتر}$

حيث أن :

49 : هو الوزن المكافئ لحمض الكبريتيك

ثانياً: - تقدير تركيز كبريتات النحاس في المخلوط ( $\text{CuSO}_4$ )

1. نأخذ 10 ملتر من المخلوط وأضف اليه 20 ملتر من يوديد البوتاسيوم 0.2 عياري

ثم نعایر اليود المتحرر بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم 0.1 عياري من السحاحة

حتى نحصل على اللون الأصفر الباهت ثم نظيف 1 ملتر من النشا كدليل (لون أزرق) نكمل المعايرة حتى إختفاء اللون الأزرق ونسجل الحجم المستهلك.

2. نكرر الخطوة (1) ثالث مرات نسجل متوسط الحجم وليكن  $V_2$ .

الحسابات

$$V_2 \times 0.1 = 10 \times N \text{ CuSO}_4$$

قوة تركيز كبريتات النحاس في المخلوط =  $159.5 \times N \text{ CuSO}_4$  مقدرة بграмм/لتر.

حيث أن:

الوزن المكافئ لكبريتات النحاس = 159.5 جرام/مكافئ

### 3.6.12. التجربة الثانية عشر

معاييرات الترسيب

تقدير تركيز الكلوريد بطريقة موهر

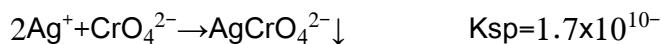
مقدمة

معاييرات الترسيب هي تلك التي يتم فيها معايرة المادة بواسطة محلول قياسي مرسب ويستدل على نقطة التكافؤ بأدلة اللون أو بطرق قياس الجهد ، تعتبر تكون راسب أثناء المعايرة هو الفارق الرئيسي بين الترسيب والطرق الحجمية الأخرى ، واكثر طرق الترسيب استعمالا هي معايرة الهايليدات (  $\text{I}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  ) مع ايون الفضة أو العكس ومعاييره أيون الكبريتات مع أيون الباريوم.

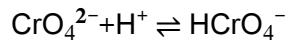
الهدف الاساسي لهذه التجربة هو تقدير الكلوريدات مثلا في مياه الشرب والمنتجات الغذائية المختلفة والخضروات والفواكه التي تحتوي على املاح الكلوريد، كما يدخل الكلور في العديد من الصناعات مثل صناعة الدهانات والمنظفات .

تتوفر عدة طرق تستخدم لمعاييره الهايليدات مع الفضة تعتمد على إستعمال أدلة مختلفة، وهذه الطريقة تسمى (طريقة موهر) تعتمد على تكوين راسب ملون و تستخد فـ

وسط متعادل وتم المعايرة بإستخدام كرومات البوتاسيوم ( $K_2CrO_4$ ) كدليل ومحلول قياسي من نترات الفضة ( $AgNO_3$ ), حيث يضاف كمية من دليل كرومات البوتاسيوم إلى الكلوريد وعند إضافة محلول نترات الفضة إلى الكلوريد يتربس كلوريد الفضة ( $AgCl$ ) أولاً وذلك لأن قابلية ذوبانه أقل من قابلية ذوبان كرومات الفضة وعند إكمال ترسيب كلوريد الفضة فإن أول قطرة زائدة من نترات الفضة تتفاعل مع الكرومات (الدليل) لتكوين راسب أحمر من كرومات الفضة يدل على الوصول إلى نقطة التكافؤ.



تجري المعايرة في وسط متعادل أو قاعدي ضعيف وذلك لأن الوسط الحمضي يقلل من تركيز محلول كرومات البوتاسيوم ويؤخر نقطة نهاية التفاعل وكذلك لا يمكن إستخدام وسط قاعدي قوي لأنه يؤدي إلى تكوين هيدروكسيد الفضة أي يستهلك جزء من محلول الفضة لتكوين الهيدروكسيدات ذات اللون الأسود (قبل تكوين كرومات الفضة) مما يصعب تمييز نقطة نهاية التفاعل (الراسب الأحمر).



#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. سحاحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 250 ملتر

8. زجاجة ساعة

**المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة**

1. محلول كلوريد الصوديوم

2. محلول نترات الفضة M0.1

3. دليل كرومات البوتاسيوم

**خطوات التجربة**

1. أنقل 10 ملتر من العينة (محلول الكلوريد) إلى دوّارق مخروطي وأضف إليه قطرات من دليل كرومات البوتاسيوم.

2. أضف من الساحة محلول نترات الفضة M0.1 مع الرج حتى يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة وإستمر بإضافة محلول نترات الفضة إلى أن تحصل على اللون الأحمر الباهت مما يدل على الوصول إلى نقطة التكافؤ.

3. كرر الخطوات السابقة ثلاثة مرات وإحسب متوسط الحجم  $V_1$ .

**الحسابات**

1. حسب تركيز الكلوريد بوحدة مول/لتر (مولارية)

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$0.1 \times V_{1(AgNO_3)} = M_2 \times 10$$

2- إحسب التركيز بوحدة ppm (وحدة الجزء من المليون)

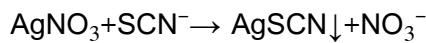
**3.6.13. التجربة الثالثة عشر**

**معاييرات الترسيب**

أ- تقدير عيارية نترات الفضة بإستخدام طريقة فولهارد

## مقدمة

تعتبر نترات الفضة مادة غير قياسية لأنها تتأثر بالضوء وذلك عند استخدامها ك محلول قياسي ثانوي لابد من معايرتها من محلول ثيوسيانات البوتاسيوم (KSCN) (0.1N) أو ثيوسيانات الأمونيوم (NH<sub>4</sub>SCN) في تكون راسب أبيض من ثيوسيانات الفضة.



وطريقة فولهارد يتم التفاعل في الوسط الحامضي في وجود شب الحديديك كدليل أو (محلول نترات الحديديك + حمض النيترิก 6N)، ويستدل على نقطة النهاية بظهور لونبني باهت مائل للحمرة نتيجة تكون  $[\text{Fe}(\text{SCN}^-)]^{2+}$  ذات اللون الأحمر الذي يؤثر على الراسب الأبيض المتكون في البداية فيظهر نقطة النهاية باللون البنى الباهت المائل للحمراء.

### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر
2. ماصة 10 ملتر
3. ساحة 50 ملتر
4. قمع زجاجي
5. ساق زجاجية
6. كأس زجاجي سعة 100 ملتر
7. دوارق قياسية سعة 250 ملتر
8. زجاجة ساعة

### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول نترات الفضة
2. حمض النيتريك المخفف
3. شب الحديديك

#### 4. محلول ثيوسيانات البوتاسيوم N0.05

##### خطوات التجربة

1. 10 ملتر من محلول نترات الفضة وأضف اليه 10 ملتر من حمض النيتريك المخفف و 1 ملتر من شب الحديديك (عديم اللون) يتكون راسب أبيض ، ثم نعایر بإستخدام محلول 0.05 عياري ثيوسيانات البوتاسيوم أو ثيوسيانات الأمونيوم يظهر في البداية راسب أبيض نستمر في المعايرة ببطء مع الرج المستمر حتى نحصل على لون بني محمر باهت ونسجل الحجم المستهلك .

2. نكرر الخطوة (1) ثلاثة مرات ونحسب متوسط الحجوم 7

##### الحسابات

$$V \times 0.05 = 10 \times N_{AgNO_3}$$

$$\text{قوة تركيز نترات الفضة} = 170 \times N_{AgNO_3} \text{ مقدرة بجم/لتر}$$

##### ب- تقدير نسبة نقاوة عينة من ملح الطعام بطريقة فولهارد

##### مقدمة

ملح الطعام يمكن أن يحتوي على شوائب كثيرة منها غير ذاتية و منها ذاتية وقد تكون هذه الشوائب صلبة او غازية مثل املاح الماغنيسيوم والكالسيوم والكبريتات ، ولتقدير نسبة نقاوة ملح الطعام يلزم تقدير نسبة كلوريد الصوديوم (NaCl) في العينة ، ولتقدير الالاليدات بطريقة فولهارد نستخدم الطريقة الغير مباشرة وهي إضافة زيادة من محلول نترات الفضة القياسي 0.05 عياري الى جزء من محلول العينة ثم نعایر الزيادة من نترات الفضة بإستخدام محلول قياسي 0.05 عياري من ثيوسيانات البوتاسيوم أو ثيوسيانات الأمونيوم في وجود شب الحديديك كدليل ، فيكون الحجم المستهلك من الثيوسيانات يكافئ الزيادة غير المتفاعلة من نترات الفضة ومنه نحسب حجم نترات الفضة المتفاعلة التي تكافئ حجم

كلوريد الصوديوم ومنها نستطيع منها حساب عيارية ونسبة نقاوة كلوريد الصوديوم في العينة.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. سحاحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 100-250 ملتر

8. زجاجة ساعة

9. سخان كهربائي

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول كلوريد الصوديوم

2. محلول نترات الفضة N0.05

3. نيتروبنزين

4. شب اللحديديك

5. محلول ثيوسيانات البوتاسيوم أو ثيوسيانات الأمونيوم

ج- تحضير محلول كلوريد الصوديوم 0.05 عياري في 100 ملتر

أوزن 0.3 جرام ثم أنقل الوزنة نفلا كميا بالماء المقطر في دورق قياسي سعة 100 ملتر وأكمل إلى العلامة بالماء المقطر.

#### خطوات التجربة

1. نأخذ 10 ملتر من محلول كلوريد الصوديوم وأضف 20 ملتر من محلول نترات الفضة 0.05 عياري يتكون راسب أبيض وسخن هذا الراسب تسخينا بسيطا وأضف عليه قطرتين من النيتروبنزين وأضف 1 ملتر من دليل شب الحديديك (عديم اللون) ثم نعایر بـاستخدام محلول 0.05 عياري من ثيوسيانات البوتاسيوم أو ثيوسيانات الأمونيوم حتى يظهر لونبني محرم باهت ونسجل الحجم المستهلك.

2. نكرر الخطوة (1) ثلاثة مرات ونحسب متوسط الحجم ولنكم  $V_1$ .

#### الحسابات

إحسب تركيز كلوريد الصوديوم

$$\text{حجم نترات الفضة المتفاعلة} \equiv \text{حجم NaCl} = V_2 \equiv (20 - V_1)$$

حيث  $V_2$  حجم نترات الفضة المتفاعلة مع كلوريد الصوديوم

$$V_2 \times 0.05 = 10 \times N_{\text{NaCl}}$$

$$\text{وزن كلوريد الصوديوم في 100 مل} = V_{\text{AgNO}_3} \times 58.5 \times 0.1 = (W)$$

$$\text{حيث ان نقاؤة كلوريد الصوديوم (\%)} = 100 \times (0.3/W)$$

### 3.6.14. التجربة الرابعة عشر

#### معاييرات الترسيب

تقدير تركيز محلول كلوريد الصوديوم بطريقة فاجان

مقدمة:

أدلة الإمتراز عبارة عن أصياغ عضوية تميز عند نقطة التكافؤ على سطح الراسب فتكتسبه لونا مميزا ومن أمثلتها دليل الفلورسين عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول كلوريد الصوديوم في وجود الفلورسين كدليل فإن كلوريد الفضة المتكون يظل أبيض اللون حتى نقطة التكافؤ وعندها يصبح الراسب مائل إلى الأحمر الخفيف ، أي أن التغير في اللون يحدث على سطح الراسب نفسه وليس في المحلول.

تعتمد هذه الطريقة على فكرة إدمصاص (إمتراز) أيونات الدليل عند نقطة التكافؤ على سطح الراسب وهذا الإدمصاص يصاحبه تغيير في لون الدليل ومن الأدلة المستخدمة الفلورسين والأيوسين.

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الكلوريد في وجود دليل الفلورسين فإن كلوريد الفضة المتكون يظل لونه أبيض حتى نقطة التكافؤ حيث يغطيه لون أحمر على سطح الراسب ولا يتلون المحلول.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. ساحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 250 ملتر

## 8. زجاجة ساعة

### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول كلوريد الصوديوم

2. محلول نترات الفضة  $N0.1$

3. دليل الفلورسين

### خطوات التجربة

1. أنقل بالماصة 10 ملتر من محلول كلوريد الصوديوم إلى دورق مخروطي ثم أضف

إليه 1 ملتر من دليل الفلورسين.

2. نعایر بإضافة محلول نترات الفضة 0.1 عياري من السحاحة تدريجيا مع الرج المستمر

يلاحظ تكون راسب أبيض من كلوريد الفضة.

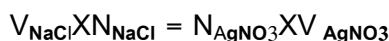
3. أستمر في إضافة محلول نترات الفضة حتى أول نقطة يتغطى عندها الراسب بلون

أحمر لايزول بالتحريك.

4. كرر الخطوات (1) و(2) ثلث مرات وإحسب متوسط الحجوم  $V$

### الحسابات

إحسب تركيز محلول كلوريد الصوديوم من خلال المعادلة:



### 3.6.15 التجربة الخامسة عشر

#### تفاعلات تكوين المعقّدات

أ. تعين عسرة الماء بإستخدام تفاعلات تكوين المعقّدات

#### مقدمة

تعرف تفاعلات تكوين المعقّدات في المحاليل هي تفاعلات يستبدل فيها جزء او

أكثـر من جـزيـات المـذـيب المـوجـودـة في غـلـافـ تـنـاسـقـ الأـيـونـ الفلـزـيـ بـمـجـمـوعـةـ أـخـرىـ ،

وتشتمي المجموعات التي ترتبط بهذا الايون بالمتصلات او عوامل التعقيد وتنقسم الى متصلات آحادية وثنائية وثلاثية ورباعية وخمسية وسداسية السن وأغلب المتصلات تكون غير عضوية.

تعتبر الإديتا EDTA (إيثيلين شائي أمين رباعي حمض الخليك) أكثر المتصلات شيوعا واستعمالا في تحديد الكثير من الفلزات ، لأن معداته ثابتة مع كثير من الفلزات في مدى هيدروجيني معين والإديتا من المتصلات السداسية.

ومن التطبيقات الواسعة تكوين المعدات بإستخدام EDTA (الإديتا) هو تعين العسرة الكلية للماء ، حيث يعتبر الإديتا من الأحماض الامينية متعددة الكاربوكسيل حيث تكون هذه الأحماض معدات مستقرة مع عدد من الأيونات الفلزية.

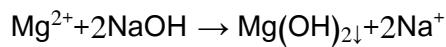
عسرة الماء (أو قساوة الماء) هو مقياس لإمكانية ترسيب الصابون (تسخير رغوة الصابون) وما يحدث كيميائياً أن أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم تتفاعل مع الصوديوم الموجود في الصابون مكونة صابوناً معدنياً لا يذوب في الماء وهذا هو سبب عدم تكون رغوة الصابون مع المياه العسرة ، في المياه السطحية والجوفية يتراوح تركيز الكالسيوم من العشرات إلى مئات الجزء في المليون بينما تركيز الماغنيسيوم من الواحد إلى العشرات جزء في المليون وتنقسم العسرة إلى:

1. العسرة الكلية: هي عبارة عن مجموع العسرة المؤقتة والعسرة الدائمة للماء.
2. العسرة المؤقتة: تنتج عن وجود أملاح بيكربونات الكالسيوم  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  وبيكربونات المغنيسيوم  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  في الماء، وسميت العسرة المؤقتة بهذا الأسم لأنه يمكن إزالتها بترسيب هذه الأملاح بالغليان على شكل كربونات غير ذائبة وتنفصل عن محلول بالترشيح.

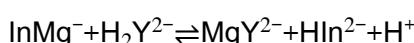
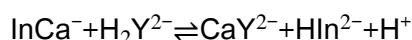
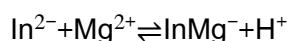
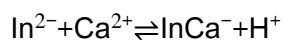


3. العسرة الدائمة: هي الناتجة عن مجموع أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم الغير كاربونية وبشكل أساسى الكبريتات، كما تشمل الكلوريدات والنترات والنيترات والتى تتواجد فى المياه بنسب ضئيلة ولا يمكن إزالة هذه الاملاح بالغليان لذلك تسمى العسرة الدائمة. ولتحديد كمية كلمن أيون الكالسيوم والماغنيسيوم ( التركيز الكلى ) معاً تعانى عينة الماء بمحلول EDTA بوجود دليل Eriochrome Black T.

تجري معايرة اخرى على عينة ثانية من الماء حيث يترسب فيها أيونات الماغنيسيوم بواسطة هيدروكسيد الصوديوم عند  $pH=12$  كما فى المعادلة التالية:-



تعانى أيونات الكالسيوم بواسطة محلول مولارى من  $Na_2H_2Y$  ملح (EDTA) الصوديومي بإستخدام دليل الموركسيد ويستدل على نقطة النهاية عند تحول لون محلول من الوردى الفرفلي إلى الأرجواني حيث تعانى هذه المعايرة تركيز أيون الكالسيوم فى الماء، أما تركيز ايون الماغنيسيوم فيحدد من الفرق بين التركيز الكلى ( $Mg^{2+}, Ca^{2+}$ ) وتركيز الكالسيوم المحدد فى هذه المعايرة .



#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. سحاحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100 ملليلتر

7. دوارق قياسية سعة 250 ملليلتر

8. زجاجة ساعة

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول EDTA 0.01M

2. محلول منظم pH=10

3. دليل Eriochrome Black T.

4. محلول هيدروكسيد الصوديوم M1

5. دليل الموركسيد

#### خطوات التجربة

##### أولاً: - تعين العسرة الكلية

1. إملأ السحاحة بمحلول EDTA 0.01 مولاري.

2. أنقل 100 ملليلتر من الماء المطلوب معرفة عسرته الكلية إلى دورق مخروطي واضف إليه حوالي 10 ملليلتر من محلول المنظم pH=10 و 1 ملليلتر من دليل Eriochrome Black T. (لون محلول أحمر خمري).

3. أضف محلول EDTA M0.01 من السحاحة قطرة قطرة حتى نحصل على اللون أزرق.

4. كرر الخطوات (1-3) ثلاثة مرات وإحسب متوسط الحجوم من السحاحة وليكن  $V_1$ .

5. أنقل 100 ملليلتر من الماء إلى دورق مخروطي واضف 2 ملليلتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم 1 M فيتربس هيدروكسيد المغنيسيوم على شكل تعكر خفيف.

6. أضف حوالي 1 ملليلتر من دليل الموركسيد أو 0.05 جم من المادة الصلبة للدليل فيتلون محلول باللون الوردي القرنفي.

7. عاير أيونات الكالسيوم بواسطة محلول (EDTA) M0.01 الى أن يتلون محلول باللون الأرجواني.

8. كرر الخطوات من (7-5) ثلث مرات واحسب متوسط الحجوم وليكن  $V_2$ .  
الحسابات

إحسب العسرة الكلية للماء (تركيز الكالسيوم والماغنيسيوم)

$$M_{(Mg^{2+} + Ca^{2+})} \times 100 = 0.01 \times V_1 Na_2H_2Y$$

إحسب تركيز الكالسيوم والماغنيسيوم في الماء

إحسب تركيز  $Ca^{2+}$

$$M_{Ca^{2+}} \times 100 = 0.01 \times V_2 Na_2H_2Y$$

إحسب تركيز  $Mg^{2+}$

$$M_{Mg^{2+}} \times 100 = 0.01(V_1 - V_2)$$

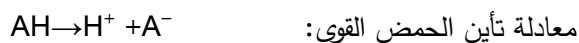
ب- قياس درجة الحموضة (pH) ومعدل التوصيلية الكهربائية للمحاليل  
مقدمة

عند إجراء تجربة قياس العسرة للماء يتم إجراء التجربة في ظروف معينة من pH لذلك من المهم معرفة قياس الاس الهيدروجيني للسوائل ويتم قياس الاس الهيدروجيني بواسطة جهاز (pH-meter), الاس الهيدروجيني (درجة الحموضة) هو المقياس الذي يحدد ما إذا كان السائل حمضي او متعادل او قاعدي ويشير الى تركيز ايون الهيدروجين في محلول وترواح قيم pH من (1-14), فكلما كان pH اقل من 7 يعتبر السائل حمضياً وإذا كان اكبر من 7 يكون قاعدياً، اما اذا كانت قيمته مساوياً 7 السائل متعادل.

معرفة درجة الحموضة للمحاليل مهمة جداً في معالجة مياه الشرب وقياس ثانوي اكسيد الكربون في الماء، كذلك يحدد الرقم الهيدروجيني قابلية ذوبان المعادن الثقيلة في الماء لأن المعادن تكون أكثر سمية كلما انخفضت قيم الاس الهيدروجيني، كما أنه يمكن حساب الاس الهيدروجيني للمحاليل الحامضية والقاعدية.

الاحماض القوية والقواعد القوية تتأين تأيناً كاملاً في الماء حسب المعادلات

التالية:



وعليه يحسب الاس الهيدروجيني للحامض القوية:

$$pH = -\log [H^+]$$

حيث أن:

$[H^+]$  هو تركيز أيون الهيدروجين

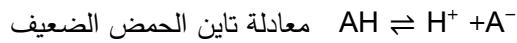
يعبر عن تركيز القاعدة بتركيز أيون الهيدروكسيل  $[OH^-]$  وعليه يحسب  $pOH$  كالتالي:

$$pOH = -\log [OH^-]$$

ومنها يمكن حساب  $pH$  للقاعدة القوية كالتالي:

$$pH = 14 - pOH$$

أما الاحماض والقواعد الضعيفة فهي تتأين تأيناً جزئياً (غير كامل) في الماء كالتالي:



يحسب الاس الهيدروجيني للحمض الضعيف كالتالي:

$$pH = -1/2 \log (K_a \times C_a)$$

حيث أن:

$K_a$  ثابت تفكك الحمض الضعيف

$C_a$  تركيز الحمض الضعيف

ويتم حساب الاس الهيدروجيني للقاعدة الضعيفة كالتالي:

$$pOH = -1/2 \log (K_b \times C_b)$$

حيث أن:  $K_b$  ثابت تفكك القاعدة الضعيفة,  $C_b$  تركيز القاعدة الضعيفة

$$pH = 14 - [-1/2 \log (K_b \times C_b)]$$

يمكن قياس الاس الهيدروجيني للسوائل بجهاز pH-meter بإتباع الخطوات التالية:-

1. نشغل جهاز قياس الاس الهيدروجيني من زر التشغيل كما موضح بالشكل (10).
2. نغسل القطب جيداً بالماء المقطر منزوع الايونات ثم نجففه.
3. نعاير الجهاز بإستخدام محلائل منتظمة وذلك بغمس القطب في محلائل المنتظمة.
4. نغسل القطب بالماء المقطر منزوع الايونات ونجففه.
5. نغمس القطب في المحلول أو السائل المراد معرفة الاس الهيدروجيني له.
6. نسجل القراءة ويمكن تكرار الخطوة (5) مرتين او ثلاثة واخذ متوسط القراءات.



الشكل (10) جهاز pH-Meter

التوصيلية الكهربائية تعبّر عن نسب الأملاح الكلية الذائبة في المياه، وإرتفاعها يدل على ارتفاع نسب الأملاح في المياه، حيث انه كلما زادت الأملاح في المياه زادت توصيليتها الكهربائية، حيث تعتمد التوصيلية على تركيز الأملاح الذائبة ودرجة الحرارة وتركيز الايونات وتقاس بواسطة جهاز يسمى مقياس التوصيلية (Ec) (بوحدة السميوزن والميكروسميون).

ويتم قياس التوصيلية الكهربائية للماء باتباع الخطوات التالية:

1. يغسل القطب بالماء المقطر منزوع الأيونات.
2. معالجة الجهاز بواسطة محلول قياسي معلومة التوصيلية وهي محليل مرفقة مع الجهاز كما هو موضح بالشكل (11).
3. يغمس القطب في السائل ويتم تسجيل القراءة من شاشة الجهاز بوحدة ميكروسمتر  $(\mu\text{s})$ .
4. يتم قياس التوصيلية للسوائل عند 25 درجة مئوية.
5. يغسل القطب بالماء المقطر بعد كل عملية قياس.



الشكل (11) جهاز قياس التوصيلية الكهربائية

### 6.16. 3. التجربة السادسة عشر

#### تفاعلات تكوين المعقدات

تعين تركيز وقوة محلول قياسي من كبريتات المغنيسيوم  
مقدمة:

الإديتا هي حمض عضوي ضعيف تستخدم كمتصلة التي تكون معقدات مستقرة مع بعض المعادن مثل الكروم والحديد والرصاص والنحاس والماغنيسيوم، يستخدم الإديتا في العديد من الصناعات مثل الصناعات الصيدلانية والمنظفات وتستخدم بشكل شائع في التحاليل الطبية لقياس تركيز المعادن في الدم وغيرها.

تم هذه التجربة بإستخدام محلول قياسي من ملح ثائي الصوديوم للإديتا (الحمضي شحيل الذوبان في الماء) والدليل المستخدم في هذه المعايرة هو Eriochrome Black T.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر
2. ماصة 10 ملتر
3. سحاحة 50 ملتر
4. قمع زجاجي
5. ساق زجاجية
6. كأس زجاجي سعة 100 ملتر
7. دوارق قياسية سعة 250 ملتر
8. زجاجة ساعة

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول كبريتات مغنيسيوم M0.01
2. محلول EDTA
3. محلول منظم pH=10
4. دليل Eriochrome Black T.

## خطوات التجربة

### أولاً:- تحضير محلول كبريتات المغنيسيوم القياسي

1. نحسب عدد الجرامات اللازمة لتحضير محلول قياسي من كبريتات المغنيسيوم تركيزه 0.01 مولاري من القانون التالي:-

$$\text{الوزن بالجرام} = \text{الوزن الجزيئي} \times \text{الحجم باللتر}$$

2. أوزن كبريتات المغنيسيوم بواسطة الميزان عدد الجرامات بعد أن تم حسابها من الخطوة (1).

3. أذب كبريتات المغنيسيوم في قليل من الماء المقطر وأنقلها إلى دورق قياسي سعته 250 ملتر.

4. أكمل إلى العلامة بالماء المقطر مع رج محلول جيدا.

### ثانياً:- تعيين تركيز محلول EDTA

1. أنقل بواسطة ماصة 10 ملتر من محلول كبريتات المغنيسيوم المحضر وانقلها إلى دورق مخروطي ثم حفف بإضافة 10 ملتر من ماء مقطر.

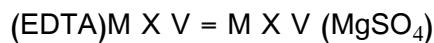
2. أضف بواسطة مخار 5 ملتر من محلول منظم  $\text{pH} = 10$  ثم قليل من دليل Eriochrome Black T.

3. إملاً الساحة بمحلول EDTA المراد تعيين تركيزه حتى يتغير اللون الأحمر الخمري إلى الأزرق.

4. كرر الخطوات (3-1) ثلاث مرات وسجل متوسط الحجوم وليكن 7.

الحسابات

إحسب تركيز الإديتا



إحسب قوة محلول EDTA

قوة محلول EDTA = التركيز المولاري  $\times$  الوزن الجزيئي مقدرة بграмм/لتر

### 3.6.17 التجربة السابعة عشر

#### معاييرات تكوين المعقّدات

#### تقدير تركيز وقّة النيكل في محلوله

#### مقدمة

يمكن تقدير النيكل بواسطة EDTA بطريقة المعايرة المباشرة بإستخدام دليل الموركسيد عند  $pH=7$  (كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم) كما يمكن إجراء المعايرة بطريقة المعايرة المرجعية بوجود دليل Eriochrome Black T . هذه التجربة من تطبيقات إستخدام الأدبيتا كعامل تعقّد لتقدير تركيز إحدى العناصر وهو النيكل.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر
2. ماصة 10 ملتر
3. سحاحة 50 ملتر
4. قمع زجاجي
5. ساق زجاجية
6. كأس زجاجي سعة 100 ملتر
7. دوارق قياسية سعة 100 ملتر
8. زجاجة ساعة

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول النيكل
2. دليل Eriochrome Black T
3. محلول كلوريد الأمونيوم
4. الأمونيا المركزة
5. محلول EDTA معلوم التركيز

#### خطوات التجربة

1. أُنفّل بالماصة 10 ملتر من محلول النيكل إلى دورق مخروطي وخفف بالماء المقطر إلى 100 ملتر.
2. أُضف 50 ملجم من الدليل و10 ملتر من محلول كلوريد الأمونيوم ثم قطرة قطرة من الأمونيا المركزة حتى يصبح محلول متّعادل ويتحول إلى اللون الأصفر.

3. عاير بواسطة محلول قياسي من EDTA حتى قرب نقطة النهاية ثم إجعل محلول قلوي بإضافة 10 ملتر من محلول الأمونيا وإستمر في المعايرة حتى يتغير اللون من الأصفر إلى البنفسجي.

#### ملاحظة

إذا لم يكن الرقم الهيدروجيني للمحلول عند قرب نقطة النهاية مساوايا 10 فإن لون محلول سيكون أصفر برتقالي مما يعوق ملاحظة تغير اللون عند نقطة النهاية لذلك يجب وضع المزيد من الأمونيا حتى نحصل على اللون أصفر واضح.

#### الحسابات

نحسب التركيز المولاري لمحلول النيكل من العلاقة التالية:-

$$(\text{محلول النيكل}) \text{ EDTA} = M \times V = M \times V$$

نحسب قوة محلول كالتالي:-

$$\text{قوة محلول النيكل} = \text{المolarية} \times \text{الوزن الجزيئي مقدرة بجرام/لتر}$$

### 3.6.18 التجربة الثامنة عشر

#### معاييرات تكوين المعقدات

##### أ- تقدير المغниسيوم في كبريتات الماغنيسيوم

#### مقدمة

يوجد الماغنيسيوم في العديد من الخضروات والفاكه فهو معدن ضروري وأساسي لجسم الإنسان، الماغنيسيوم يتأكسد بوجود الأكسجين ليشكل اكسيد الماغنيسيوم ونظراً لأهمية هذا العنصر في حياتنا وكذلك أهميته في معامل الكيمياء فمن الضروري تقدير تركيزه بواسطة الإديتا (EDTA) الذي يكون مركب ثابت مع المغниسيوم في الوسط القاعدي، لذلك يتم في هذه التجربة قياس وحساب النسبة المئوية للمغниسيوم الموجود في محلول كبريتات المغниسيوم، وذلك بمعايرته بواسطة محلول قياسي من EDTA بوجود دليل Eriochrome Black T وتم المعايرة في وسط قاعدي.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر
3. سحاحة 50 ملتر
4. قمع زجاجي
5. ساق زجاجية
6. كأس زجاجي سعة 100 ملتر
7. دوارق قياسية سعة 100 ملتر
8. زجاجة ساعة

#### **المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة**

1. محلول كبريتات الماغنيسيوم
2. محلول منظم  $\text{pH}=10$
3. دليل Eriochrome Black T
4. محلول (EDTA) 0.01M

#### **خطوات التجربة**

1. أوزن 0.25 جم من عينة كبريتات الماغنيسيوم  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  وأذبها بالنقل الكمي بالماء المقطر في دورق قياسي سعة 100 ملتر.
2. خذ 10 ملتر من محلول المحضر في الخطوة (1) وأضف اليه 25 ملتر من الماء المقطر و5 ملتر محلول منظم ( $\text{pH}=10$ ) وقليل من دليل Eriochrome Black T الصلب (أحمر اللون).
3. نعایر بإستخدام محلول (EDTA) 0.01 مولاري من السحاحة فيظهر لون بنفسجي في البداية وعند نقطة النهاية نحصل على لون أزرق واضح ونسجل الحجم المستهلك.
4. نكرر الخطوات (1-2) ثلث مرات ونحسب متوسط الحجوم وليكن  $V_1$ .

#### **الحسابات**

إحسب تركيز الماغنيسيوم

$$V_1 \times 0.01 = 10 \times M_{Mg^{2+}}$$

وزن الماغنيسيوم بالجرام (w) فى 100 ملتر =  $24.3 \times 0.1 \times M_{Mg^{2+}}$

حيث أن: 24.3 هو (الوزن الذري للماغنيسيوم)

أذن النسبة المئوية للماغنيسيوم فى العينة (%) =  $100 \times (0.25/w)$

ب- تقدير نسبة الكالسيوم فى كلوريد الكالسيوم

### مقدمة

تنتشر مركبات الكالسيوم فى العديد من الصناعات فى نطاق واسع مثل الصناعات الدوائية والغذائية وهو عنصر مهم لجسم الانسان حيث يساعد على إمتصاص فيتامين (D)، وهو عنصر نشط كيميائيا لا يوجد بشكله الحر انما على شكل أكاسيد او املاح ، من املاحه كلوريد الكالسيوم الذي يتميز بشرابته للماء لذلك يستخدم فى التجفيف، وهذه التجربة هي مثال لتقدير نسبة الكالسيوم فى احدى املاحه.

### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. دورق مخروطي سعة 250 ملتر

2. ماصة 10 ملتر

3. سحاحة 50 ملتر

4. قمع زجاجي

5. ساق زجاجية

6. كأس زجاجي سعة 100 ملتر

7. دوارق قياسية سعة 100 ملتر

8. زجاجة ساعة

### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول كلوريد الكالسيوم

2. محلول EDTA 0.01M

### 3. دليل Eriochrome Black T

#### 4. محلول كبريتات الماغنيسيوم معلوم التركيز

#### خطوات التجربة

1. أوزن 0.15 جرام من كلوريد الكالسيوم  $\text{CaCl}_2$  على زجاجة ساعة وأنقلها نفلا كميا بالماء المقطر إلى دورق قياسي سعته 100 ملتر وأكمل بالماء المقطر إلى العلامة.

2. خذ 10 ملتر من محلول المحضر في الخطوة (1) وأضف إليه قليل من دليل EDTA 0.01 مولاري ونعاير بواسطة محلول كبريتات الماغنيسيوم الذي تم تقديره في التجربة (أ) حتى يتغير اللون ونسجل الحجم المستهلك من السحاحة .

3. نكرر الخطوة (2) ثلث مرات ونحسب متوسط الحجوموليكن  $V_2$ .

#### الحسابات

$$(20-V_2)=V_3$$

$$V_3 \times 0.01 = 10 \times M_{\text{Ca}^{2+}}$$

$$\text{وزن الكالسيوم (w) في 100 ملتر} = 0.1 \times 40 \times M_{\text{Ca}^{2+}}$$

حيث أن 40 هو (الوزن الذري للكالسيوم)

$$\text{النسبة المئوية للكالسيوم في العينة (\%)} = 100 \times (0.15/w)$$

## أسئلة على الفصل الثالث

السؤال الأول:

عل لمایلی (اذکر السبب):

- 1- تعتبر (EDTA) أوسع إستعمالا من اي متصلة كلاية أخرى.
- 2- لا تعتبر محليل أملاح (EDTA) اللامائة محليل قياسية أولية.
- 3- لايمكن تحضير محلول قياسي من اليود لذلك وجب تقييم عياريته.
- 4- سميت العسرا الدائمة والعسرا المؤقت بهذه الأسماء.
- 5- يعتبر حمض الفوسفوريك ثلاثي القاعدية.
- 6- لايمكن إستخدام حمض الهيدروكلوريك بدلا عن حمض الكبريتิก فى معايرات برمجات البوتاسيوم.
- 7- عند إجراء معايرة يستخدم فيها محلول برمجات البوتاسيوم لا يستخدم دليل.
- 8- تتم معايرة برمجات البوتاسيوم وحمض الاوكساليك فى وجود كمية زائدة من حمض الكبريتيك.
- 9 - الوزن المكافئ لكبريتيد الهيدروجين يساوى نصف الوزن الجزيئي.
- 10- لا تتم معايرات ثيوكبريتات الصوديوم بوجود عامل مؤكسد.
- 11- عند تقدير النيكل بواسطة معايرته مع EDTA تضطر احيانا لإضافة كمية زائدة من الامونيا المركزة.
- 12- تجرى طريقة موهر فى وسط متعادل او قاعدي ضعيف.
- 13- تعتبر نترات الفضة مادة غير قياسية.

السؤال الثاني:

ما عدد المولات المذابة فى 250 ملتر ومولاريته 0.1؟

السؤال الثالث:

ما هو وزن كربونات الصوديوم اللامائية اللازم لتحضير 200 ملتر من محلول 0.2

مولاري؟

**السؤال الرابع:**

ما هو حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 1 عياري اللازم للحصول على 200 ملتر

من محلول مخفف تركيزه 0.02 عياري؟

**السؤال الخامس:**

كيف يمكن تحضير محلول من حمض الخليك تركيزه 0.1 عياري حجمه لتر علماً بـ

كثافة الحمض 1.05 جرام/ملتر هي ونسبة المئوية 100%؟

**السؤال السادس:**

لديك تجربة لمعايرة 15 ملتر من حمض الهيدروكلوريك بواسطة محلول هيدروكسيد

الصوديوم تركيزه 0.2 مولاري وكان الحجم المستهلك من القاعدة 10 ملتر فكم يكون تركيز

الحمض؟

**السؤال السابع:**

أحسب تركيز حمض الفوسفوريك عند معايرة 20 ملتر منه بواسطة محلول هيدروكسيد

الصوديوم تركيزه 0.1 عياري علماً بـ إجراؤها بإستعمال دليل الفينول فتالين؟

**السؤال الثامن:**

عند معايرة عينة وزنها 0.485 جرام بطريقة موهر لزم لاتمام معايرة 40 ملتر من محلول

نترات الفضة 0.1 عياري . إحسب النسبة المئوية لـ  $\text{KClO}_3$  الصوديوم في العينة؟

**السؤال التاسع:**

إحسب النسبة المئوية لـ  $\text{AgNO}_3$  إذا علمت أن 0.2 جرام منها يحتاج إلى 39 ملتر من محلول

ثيوسيانات البوتاسيوم تركيزه 4.1 مول / لتر لترسيب الفضة بطريقة فولهارد؟

**السؤال العاشر:**

لديك محلول من حمض قوي  $\text{pH}$  قيمته 2 ما هو تركيز محلول؟

**السؤال الحادي عشرة:**

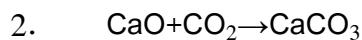
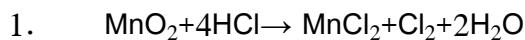
محلول من قاعدة قوية قيس  $pH$  له بواسطة جهاز PH-meter اعطى قراءة قيمتها 10  
 فما قيمة  $pOH$ ؟

**السؤال الثاني عشرة:**

ما هو أساس طريقة فاجان؟ وما هو اسم الدليل المستخدم؟

**السؤال الثالث عشرة:**

هل التفاعلات التالية هي تفاعلات أكسدة وإختزال؟ علل ذلك موضحاً أعداد الأكسدة؟

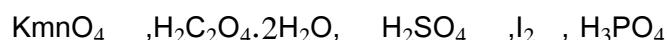


**السؤال الرابع عشرة:**

ما هو وزن كربونات الصوديوم اللازم لمعايرة محلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه 0.01  
 مولاري وحجمه 10 ملتر؟

**السؤال الخامس عشرة:**

إحسب الوزن الجزيئي والوزن المكافئ لكلا من:



**السؤال السادس عشرة:**

ما الأسم الكيميائي لمركب EDTA؟ وما هو أشهر إستعمالاته؟ اذكر اهم الأدلة التي  
 تستخدم معه؟

**السؤال السابع عشرة:**

ما هو الهدف من قياس درجة الحموضة  $pH$ ؟ وما اسم الجهاز المستخدم لهذا الغرض؟

**الفصل الرابع**  
**التحليل الكمي الوزني**  
**Quantitative Weight Analysis**

## الفصل الرابع

### 4. التحليل الكمي الوزني

#### 4.1. مقدمة

تختلف المركبات العضوية عن المركبات الغير عضوية من حيث إحتواء المركبات العضوية على روابط كربون - هيدروجين والمركبات الغير عضوية لا تحتوي على هذه الروابط ، تحتوي المركبات العضوية على مجموعات وظيفية تميزها وهي عبارة عن ذرات ومجموعات ترتبط مع ذرات الكربون ومن أشهر المجموعات الوظيفية الالدهيدات والكيتونات والاحماض الكربوكسيلية والكحولات. المرسيبات المستعملة في التحليل الوزني قد تكون مركبات عضوية او غير عضوية. اهم المرسيبات الغير عضوية هي املاح الأحماض الصنعية مثل الكبريتيدات والكاربونات والكرومات والكربونات او هيدروكسيدات الفلزات ورواسبها غير ملونه ، أما المرسيبات العضوية تستعمل لترسيب الايونات الفلزية مكونه معقدات ذات روابط تساهمية ملونه يمكن تقديرها بالطرق اللونية ومن امثلة هذه المرسيبات داي ميثيل جلايكوسيم الذي يستعمل لترسيب النikel.

التحليل الوزني هو من طرق تقدير العناصر او المركبات الموجودة في عينة ما، والمبدأ الاساسي للتحليل الوزني هو فصل او عزل العنصر المراد تقديره من عينة موزونة بدقة، ويتم ذلك بالترسيب بواسطة مرسب مناسب ثم الترشيح وغسل الراسب والتجفيف ثم الوزن بدقة وحساب النسبة المئوية للعنصر في العينة الموجود فيها، وتم عملية الترسيب بتغيير الظروف التي تؤدي الى زيادة درجة الترسيب مثل زيادة درجة الحرارة او استخدام الهضم كما يمكن إضافة كمية زائدة من محلول الترسيب حيث تضاف محليل مخففة وساخنة او إذابة الراسب وإعادة ترسيبه للحصول على راسب أكثر نقاوة.

وتعتمد هذه الطريقة على تقدير كمية العنصر او المركب بعملية وزنية وذلك بعد فصلها مباشرة مثل ترسيب النحاس من محليله بالتحليل الكهربائي على مهبط مناسب مثل البلاتين او فصلها بعد تحويلها الى احد مشتقاتها الثابتة النقية مثل ترسيب النحاس على صورة ثيوسيانات النحاس وغيرها.

بشكل عام التحليل الوزني اقل دقة من التحليل الحجمي و من عيوبه ايضا يحدث تلوث للراسب أثناء الترسيب بسبب وجود الشوائب في الرواسب، ومن أهم تطبيقات التحليل الوزني قياس نسب الأملاح مثل املاح الكبريتات والكلوريدات وبعض العناصر الموجودة في الماء.

وهذه بعض التجارب الهامة في التحليل الوزني التي يمكن اجراؤها في مختبر الكيمياء التحليلية:-

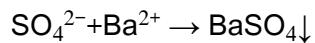
## 4.2. تجارب في التحليل الكمي الوزني

### 4.2.1 التجربة الأولى

#### حساب نسبة الكبريتات في كبريتات الباريوم مقدمة

يعتبر كبريتات الباريوم من المركبات المهمة التي تستخدم في مجالات عديدة واهماها المجال الطبي حيث تستخدم لإظهار الصورة الإشعاعية للاشعة السينية ويستخدم في حشوات الاسنان ويدخل في العديد من الصناعات المختلفة ، فعند زيادة نسبة الكبريتات عن الحد المسموح به يؤدي الى مشاكل صحية لالسان.

عند خلط محلول يحتوي على الكبريتات وآخر يحتوي على أيون الباريوم يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم، ويستخدم هذا التفاعل للتخليل الوزني للكبريتات وبدرجة أقل لتعيين الباريوم.



#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. ساق زجاجية
2. كؤوس زجاجية سعة 100 ملتر
3. زجاجة ساعة
4. ورق ترشيح
5. سخان كهربائي
6. مackbar مدرج

#### المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول كلوريد الباريوم المائي
2. حمض الهيدروكلوريك
3. حمض الكبريتيك M0.5

#### خطوات التجربة

1. أوزن حوالي 0.3 جرام من كبريتات الباريوم المائية  $\text{BaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  وأنقلها نacula كاملا الى كأس.
2. أضف الى الكأس حوالي 100 ملتر من الماء المقطر وحوالي 1 ملتر من حمض الهيدروكلوريك.
3. سخن محلول درجة الغليان وأضف قليلا من حمض الكبريتيك ببطء (M0.5) مع التحريك المستمر.
4. أترك محلول يستقر ثم أضف القليل من حمض الكبريتيك .
5. سخن كل محلول السابق بدون أن تصل الى درجة الغليان ثم برد محلول.

6. رشح بواسطة ورقة ترشيح وأجمع الراسب ثم إحسب النسبة المئوية للكبريتات في  $\text{BaSO}_4$

### الحسابات

وزن الراسب = وزن ورقة الترشيح وبها راسب - وزن ورقة الترشيح فارغة

وزن العينة هو: (0.3) جرام من كبريتات الباريوم المائية

النسبة المئوية للكبريتات (%) = (وزن الراسب / وزن العينة)  $\times 100$

### 4.2.2 التجربة الثانية

#### حساب النسبة المئوية للرصاص

##### مقدمة

يستخدم الرصاص في مجالات صناعية عديدة مثل صناعة البطاريات ويستخدم في صناعة رابع ايثل الرصاص الذي يضاف الى البنزين لتحسين أداء المحرك ، كما ان كثافة الرصاص تجعله حاجبا ضد الاشعاع، كما يدخل الرصاص في صناعة الاصباغ، ولكن التراكيز العالية له تسبب مخاطر جسيمة للإنسان والبيئة فمثلا تلوث الماء بالرصاص يضر الكائنات الموجودة في الماء وكذلك يسبب اضرار للكائنات المستهلكة للماء وتمثل اضراره في حدوث مشاكل للכבד والكليتين ، تقدير النسبة المئوية للرصاص في مركباته هو مثال لهذه التجربة حيث يتم ترسيب الرصاص من ملح الرصاص في وسط حمضي بالإضافة كرومات البوتاسيوم 3% ثم ترشيح الراسب وتجفيفه ثم وزنه وحساب النسبة المئوية للرصاص.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. ساق زجاجية
2. ماصة 5 ملتر
3. كؤوس زجاجية سعة 100 ملتر

4. ورق ترشيح

5. سخان كهربائي

6. بونقة

7. فرن تجفيف

8. مخبر مدرج

#### **المحاليل المطلوبة لإجراء التجربة**

1. محلول الرصاص

2. حمض الخليك

3. محلول كرومات البوتاسيوم 3%

#### **خطوات التجربة**

إغسل البونقة جيدا ثم جففها عند درجة حرارة 120 درجة مئوية لمدة 20 دقيقة ثم بردتها وعين وزنها بدقة.

1. ضع 10 ملتر من محلول الرصاص الى كأس وخفف محلول الى 100 ملتر ثم أضف القليل من حمض الخليك المخفف وسخن حتى درجة الغليان.

2. أضف بالماصة زيادة طفيفة بحدود 0.5 ملتر و بالتدريج محلول كرومات البوتاسيوم 3%.

3. أغلى محلول من 5-10 دقائق حتى يتم الترسيب ويكون لون محلول أصفر.

4. رشح في بونقة الترشيح التي تم غسلها ووزنها سابقا ثم اغسل الراسب بواسطة محلول ساخن من خلات الصوديوم أو الماء الساخن.

5. جفف الراسب الى درجة حرارة 120 درجة مئوية حتى الوصول الى وزن ثابت من كرومات الرصاص  $PbCrO_4$  (الوزن العملي).

6. إحسب النسبة المئوية للرصاص.

## الحسابات

وزن الراسب = وزن البونقة وبها راسب - وزن البونقة فارغة  
معامل التحويل = الوزن الذري للرصاص  $\times$  عدد ذرات الرصاص في الراسب / الوزن  
الجزيئي للراسب  
وزن العنصر(الرصاص) = وزن الراسب  $\times$  معامل التحويل  
النسبة المئوية للرصاص % = (وزن العنصر / وزن العينة)  $\times$  100

### 4.2.3 التجربة الثالثة

#### حساب نسبة الكلوريد في كلوريد الباريوم المائي مقدمة

كلوريد الباريوم مركب سام وعديم اللون يستخدم في معمل الكيمياء للكشف عن أيون الكبريتات وكذلك يستخدم لتحضير كبريتات الباريوم .  
في هذه التجربة يتم تعين كمية أيون الكلوريد في محلول عينة ما وذلك بحساب النسبة المئوية له وذلك بترسيبه باستعمال فائض من محلول قياسي من نترات الفضة ويتم تحميض العينة بحمض النيتريك الذي يعمل على منع ترسيب أملاح الفضة الأخرى الغير مرغوب فيها مثل كربونات الفضة وفوسفات الفضة وهي أملاح تترسب بدرجة كبيرة في الوسط المتعادل كما يعمل الحمض على تقليل ذوبان كلوريد الفضة ، وعند غسل الراسب نستعمل أيضا حمض النيتريك المخفف ولا نستعمل الماء المقطر لأن الماء يحول الراسب إلى راسب غروي .

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. ساق زجاجية
2. ماصة 5 ملتر
3. كؤوس زجاجية سعة 100 ملتر

4. ورق ترشيح
5. سخان كهربائي
6. حمام مائي
7. بوتقة
8. فرن تجفيف
9. مخبر مدرج

#### **المحايد والمواد المطلوبة لإجراء التجربة**

1. كلوريد الباريوم
2. حمض النيتريك المركز
3. محلول نترات الفضة
4. حمض نيتريك مخفف M0.01

#### **خطوات التجربة**

1. أوزن 0.4 جم من كلوريد الباريوم المائي  $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  في كأس نظيف وأضف إليها 140 ملتر من الماء المقطر ثم أضف 0.5 ملتر من حمض النيتريك المركز ثم فائض من محلول نترات الفضة (40-45 ملتر) وتضاف ببطء بواسطة ماصة إلى محلول مع التحريك.
2. سخن الراسب على حمام مائي يغلى مع التحريك المستمر حتى يتخثر الراسب ثم أضف المزيد من نترات الفضة تقربياً 1 ملتر (للتأكد من الترسيب الكامل) وعند إكمال الترسيب ترك محلول يبرد عند درجة حرارة الغرفة لمدة 30-60 دقيقة ثم يغسل الراسب بواسطة حمض النيتريك المخفف (M0.01).

3. إجمع الراسب على بونقة موزونة سابقا وجافة ، ثم ضع البونقة التي تحوى الراسب فى فرن التجفيف عند درجة حرارة 150 درجة مئوية لمدة ساعة وأتركه يبرد ثم أوزن الراسب.

4. إحسب النسبة المئوية للكلوريد (%) .

#### الحسابات

وزن الراسب = وزن البونقة وبها راسب - وزن البونقة فارغة  
معامل التحويل = الوزن الذري للعنصر  $\times$  عدد ذراته فى الراسب / الوزن الجزيئي للراسب  
الموزون

وزن العنصر (الكلوريد) = وزن الراسب  $\times$  معامل التحويل

النسبة المئوية للكلوريد % = (وزن العنصر / وزن العينة)  $\times$  100

#### 4.2.4. التجربة الرابعة

##### حساب نسبة الكالسيوم فى كربونات الكالسيوم مقدمة

نظراً لوجود الكالسيوم فى الماء والتربة والنبات وأهميته الصناعية والطبية ، كما توجد كربونات الكالسيوم فى بعض المكممات الغذائية وأدوية الحموضة وتضاف كربونات الكالسيوم إلى بعض أنواع الغذاء لتدعمها بالكالسيوم ، اذا من الضروري قياس نسبة الكالسيوم فى كربونات الكالسيوم كما فى هذه التجربة .

حيث يتم يترسب الكالسيوم على هيئة أوكسالات الكالسيوم وذلك بمعاملة محلول عينة من كربونات الكالسيوم بواسطة مرسب من أوكسالات الأمونيوم ويعادل المحلول الناتج بالامونيا .

##### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. فرن التجفيف

2. فرن الحرق

3. جفنة

4. ميزان حساس

5. ساق زجاجية

6. كأس

7. دورق حجمي سعة 400 ملتر

#### المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. ملح كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$

2. حمض الهيدروكلوريك 1:1

3. دليل الميثيل البرتقالي

4. محلول اوكسالات الامونيوم 4% أو 0.04 مولاري (العامل المرسب)

5. محلول اوكسالات الامونيوم 0.1% (محلول غسيل)

6. محلول مخفف من نترات الفضة

7. محلول الامونيا 1:1

#### خطوات التجربة

1. أوزن بدقة 0.4 جرام من ملح كربونات الكالسيوم المجففة عند درجو 110-130 درجة مئوية لمدة ساعة ثم انقل هذه الوزنة الى دورق صغير واضف اليها 10 ملتر من الماء المقطر و5 ملتر من حمض الهيدروكلوريك (1:1).

2. رج الخليط حتى يذوب الملح ثم سخن المحلول بلطف الى ان يغلي لمدة 3-5 دقائق وذلك لطرد غاز  $\text{CO}_2$ .

3. انقل محتويات الكأس كميا الى دورق حجمي سعته 400 ملتر ثم خفف محتويات الكأس الى 200 ملتر بالماء المقطر.

4. اضف الى الكأس قطرات من دليل المثيل البرتقالي ، ثم سخن المحلول حتى درجة

الغليان

5. يضاف 100 ملتر من المرسب (اوكسالات الامونيوم) لترسيب كل الكالسيوم في العينة

حيث يضاف ببطء وهو ساخن مع التقليل ثم يضاف محلول الامونيا (1:1) الى

الكأس على شكل قطرات الى ان يصبح المحلول متوازن (يتغير اللون من الاحمر الى

الاصفر).

6. دع الخليط يرقد لمدة ساعة فوق لهب ضعيف دون ان يغلي وبعد ان يستقر الراسب

فى قاع الكأس تماماً فاحص المحلول الرائق فوق الراسب للتأكد من تمام عملية

الترسيب بإضافة قطرات من المرسب (محلول اوكسالات الامونيوم)

7. صب السائل الرائق خلال بوقنة الترشيح (موزونة سابقاً بدقة) ثم انقل الراسب الى

البوقنة ويتم نقل الدقائق الملتصقة في الكأس بواسطة ساق زجاجية

8. اغسل الراسب 5 مرات بمحلول بارد ومحفف من اوكسالات الامونيوم ( 0.1%), للتأكد

من زوال أيون الكلور يتم فحصه بإضافة قطرات من محلول نترات الفضة إذا لم يتعكر

تكون عملية الغسيل ناجحة.

9. جفف البوقنة مع الراسب في فرن التجفيف عند درجة حرارة تتراوح من 100 - 115

درجة مئوية لمدة ساعة ثم التبريد ثم الوزن ويتم إعادة التسخين ثم التبريد والوزن حتى

الحصول على وزن ثابت.

**ملاحظة:** عدم تعرض البوقنة اثناء الوزن الى الهواء وذلك لميل اوكسالات الكالسيوم الشديد

إلى إمتصاص الرطوبة.

## الحسابات

معامل التحويل أوكسالات الكالسيوم =  $0.2739 = (146 / 40)$   
النسبة المئوية لابون الكالسيوم % =  $(\text{وزن ايون الكالسيوم} / \text{وزن العينة}) \times 100$

### 4.2.5 التجربة الخامسة

#### تقدير الحديد على هيئة أكسيد الحديد

#### مقدمة

الحديد من العناصر المهمة سواء إستعماله في معمل الكيمياء او اهميته الغذائية والطبية ومن هنا تكمن ضرورة قياس نسبة الحديد في أي عينة او في جسم الإنسان ، وهذه التجربة هي مثال لقياس نسبة الحديد بالطريقة الوزنية .

يمكن تقدير الحديد على هيئة أكسيد الحديديك المتمييء ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{X} \text{H}_2\text{O}$ )، حيث بعد الترسيب والترشيح والغسل يتم حرق الراسب عند درجة حرارة معينة فتحول الراسب إلى اكسيد الحديديك وهي الصورة النهائية التي يقدر الحديد على أساسها حيث ان هذا الراسب قليل الذوبان ، إن وجود بعض الايونات مثل الفلوريد والسيانيد والفوسفات او وجود حمض الستريك او حمض الطرطيقي تكون معقدات مع الحديد وتمنع ترسب ايون الحديديك جزئيا او كليا على هيئة اكسيد حديديك المتمييء وتعتبر هذه من عيوب طريقة ترسيب الحديد على هيئة أكسيد الحديديك ، الخطوة الاولى لهذه التجربة هو اكسدة ايون الحديدوز الى حديديك بواسطة عامل اكسدة مثل ماء البروم او حمض النيتريك ثم يتم اجراء عملية الترسيب.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. ورق ترشيح

2. جفنة للحرق

3. مجفف

4. فرن للحرق

5. كأس سعته 400 ملتر

6. قضيب زجاجي او ساق زجاجي

7. أنبوبة اختبار

#### **المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة**

1. عينة من ملح مور (كبريتات الحديدوز والامونيوم) أو شب الحديد (كبريتات الامونيوم والحديديك)

2. حمض الهيدروكلوريك المخفف (1:1)

3. حمض النيتريك المركز

4. سيانيد البوتاسيوم الحديديك

5. محلول الامونيا (1:1)

6. محلول نترات الامونيوم 1%

#### **خطوات التجربة**

1. أوزن 0.65 جرام من ملح مور وانقله الى كأس سعته 400 ملتر .

2. أذب العينة الموزونة في 50 ملتر من الماء المقطر و 10 ملتر من حمض الهيدروكلوريك المخفف (1:1).

3. سخن المحلول الى درجة الغليان ثم أضف 1-2 ملتر من حمض النيتريك المركز قطرة قطرة واستمر في الغليان حتى يصبح لون المحلول اصفر رائق .

4. تأكد من إكمال اكسدة الحديدوز الى حديديك وذلك بسحب قطرة من المحلول وإضافة اليها 1 ملتر من الماء المقطر في أنبوبة اختبار ثم إضافة قطرات من محلول سيانيد الامونيوم والحديديك فإذا ظهر لون أزرق باهت دل على وجود ايون الحديدوز وبذلك

يتم إضافة كمية أخرى من حمض النيتريك المركز لإتمام عملية الاكسدة ، وإذا لم يظهر اللون الازرق هذا يعني أن كل الحديدوز تأكسد إلى حديديك.

5. خفف محتويات الكأس الى 200 ملتر ثم سحن المحلول حتى درجة الغليان.

6. أضف محلول الامونيا المخفف 1:1 وتكون الإضافة ببطء مع التحريك المستمر حتى نحصل على زيادة خفيفة من الامونيا ويكون ذلك بإبعاد رائحة الامونيا من الكأس ثم اغلي محتويات الكأس لمدة دقيقة.

7. اترك الراسب يستقر في قاع الكأس ويصبح المحلول فوق الراسب رائق وعديم اللون (وجود اللون الاصفر يدل على عدم إكمال الترسيب).

8. عندما يستقر الراسب يسكب على ورقة الترشيح ثم يضاف إلى الراسب في ورقة الترشيح 100 ملتر من محلول نترات الامونيوم المخفف الساخن 1%.

9. رج الكأس ودع الراسب يستقر ثم اسكب المحلول خلال ورقة ترشيح واعد هذه الخطوة من 3-4 مرات (تسمى هذه العملية غسيل للراسب).

10. اجمع الراسب وكذلك جمع الدلائل الملتصقة في الكأس بواسطة قضيب زجاجي وتنظر بقايا الراسب في الكأس بالماء المقطر.

11. أغسل الراسب بمحلول نترات الامونيوم المخفف لازالة آثار الكلور.

12. تجهز جفنة الاحتراق وذلك بحرقها إلى درجة الاحمرار لمدة ربع ساعة ثم تبریدها في مجفف لمدة نصف ساعة ثم توزن ونسجل الوزن.

13. تنقل ورقة الترشيح إلى الجفنة بدقة فيتم تجفيفها ثم ترميدها عند درجة من 600-700 درجة مئوية، حتى التفحّم (مع ملاحظة عدم اشتعال ورقة الترشيح) ويجب حرق الكربون الناتج على أقل درجة مع وجود وفرة من الهواء لمنع اخترال اكسيد الحديديك، بعد الترميد يتم تبريد الجفنة في مجفف لمدة نصف ساعة ثم اوزن الجفنة وأعد عملية الحرق والتبريد والوزن حتى الحصول على وزن ثابت.

## الحسابات

$$\text{معامل التحويل لعنصر الحديد} = \frac{\text{الوزن الذري للعنصر}}{\text{الوزن الجزيئي للراسب الموزون}} \times 100$$
$$\text{الوزن الجزيئي للراسب الموزون} = \frac{159.8}{55.9} = 2.81$$
$$\text{وزن ايون الحديد} = 0.6996 \times 2.81 = 1.95$$
$$\text{النسبة المئوية لايون الحديد} = \frac{1.95}{100} \times 100 = 1.95\%$$

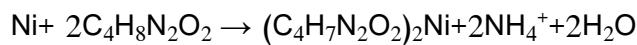
### 4.2.6 . التجربة السادسة

#### تقدير النikel على هيئة معقد ثنائي جلايكوسيم مقدمة

يعتبر النikel مهم في حياتنا حيث يدخل في صناعة السباكة وصناعة العملات والطلاء ومستحضرات التجميل والصناعات الكيميائية والالكترونية وهو ضروري للكائن الحي لأنه يدخل في تكوين البروتينات والانزيمات المختلفة، ولكن عند تواجد تراكيز عالية للnickel يسبب مشاكل صحية وحساسية، لذلك من المهم والضروري تقدير نسبة النikel في العينات .

يعتبر ثنائي ميثيل جلايكوسيم من المرسيبات العضوية المعروفة وافضل المرسيبات لأنها حمض عضوي ضعيف  $C_4H_8N_2O_2$  وهو قليل الذوبان في الماء ويعطي ايون هيدروجين واحد عند تأينه ويذوب في الكحول ولذلك يستخدم محلوله الكحولي كمرسib للnickel في محلول حمضي يحتوي على حمض الهيدروكلوريك 5% ، تتم عملية الترسيب عندما يتحدد النikel مع ثنائي ميثيل جلايكوسيم ويتحرر ايونين من هيدروجين اللذان يتعادلان مع زيادة من هيدروكسيد الامونيوم .

حيث ان معقد النikel مع ثنائي ميثيل جلايكوسيم لونه احمر وقليل الذوبان في الماء .



#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. كأس حجمه 400 ملتر

2. ميزان حساس

3. جفنة كوح او جفنة زجاج مسامي

4. ورق ترشيح

5. فرن للحرق

6. ماصة

7. ساق زجاجي

#### المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. عينة من كبريتات النikel

2. حمض الهيدروكلوريك المخفف 1:1

3. محلول شائي ميثيل جلايكوسيم في الكحول

4. محلول الامونيا المخفف

#### خطوات التجربة

1. اوزن بدقة 0.3 جرام من عينة كبريتات النikel وانقلها الى كأس حجمه 400 ملتر، ثم اذبها في قليل من الماء المقطر واضف اليها 5 ملتر من حمض الهيدروكلوريك 1:1 واكمل بالماء المقطر الى 200 ملتر.

2. سخن المحلول السابق الى 70 درجة مئوية ثم اضف اليه 30-35 ملتر من محلول شائي ميثيل جلايكوسيم ثم اضف اليه قطرات من محلول الامونيا المخفف مع التحريك المستمر الى ان يتشكل الراسب.

3. دع الراسب يرقد فوق حمام مائي لمدة نصف ساعة ثم نفحص لإكمال الراسب ونتأكد من ذلك من ان الراسب الاحمر يخف ( نأخذ 1 ملتر من محلول المرسب بالماصة وادخل نهاية الماصة الى محلول ودع محلول يخرج من الماصة فإذا تكون راسب جديد فيتم إضافة 5 ملتر اخرى من المرسب ) .

4. يترك الراسب يسقى لمدة ساعة فيجب ان يكون محلول رائق وعديم اللون .

5. يرشح محلول البارد خلال جفنة كوج او جفنة زجاج مسامي مسخنة مسبقة عند درجة حرارة 110-120 درجة مئوية ومبردة وموزونه .

6. يغسل الراسب بالماء المقطر البارد الى ان تزول كل ايونات الكلوريد ( يتم التأكد من ذلك بفحص الراسب بواسطة محلول نترات الفضة ) .

7. تجفف الجفنة او البوتقة التي تحتوي على الراسب في فرن لمدة من 45-60 دقيقة عند درجة حرارة 110-120 درجة مئوية ثم تبرد وتوزن بدقة ويكرر التسخين والتجفيف والوزن عدة مرات حتى الوصول الى وزن ثابت .

#### الحسابات

معامل التحويل = ( الوزن الذري للنيكل  $\times$  عدد ذراته في الراسب ) / الوزن الجزيئي للراسب  
وزن أيون النيكل = معامل التحويل  $\times$  وزن الراسب

النسبة المئوية لایون النيكل = ( وزن أيون النيكل / وزن العينة )  $\times$  100

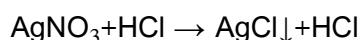
#### 4.2.7 التجربة السابعة

##### تقدير الفضة على هيئة كلوريد فضة مقدمة

تعتبر الفضة ذات اهمية كبيرة في الصناعات، حيث تدخل في صناعة المجوهرات والخلايا الشمسية والعملات، أما نترات الفضة فستعمل في مجال الطب كمطهر، تستخدم محليل نترات الفضة المائية في الكيمياء التحليلية للتحليل الحجمي للهاليدات، والسيانيد،

والشيوسيانات، وكذلك للكشف عن عوامل الاختزال والكاتيونات لمختلف الأحماض التي تشكل أملاح الفضة غير القابلة للذوبان.

يتم ترسيب الفضة من نترات الفضة على هيئة كلوريد فضة بواسطة حمض الهيدروكلوريك، حيث يكون انسب تركيز لنترات الفضة 0.05 جرام/لتر، حيث يغسل الراسب بالماء المقطر حتى يصبح خالي من ايونات الكلوريد لذلك يستعمل ماء يحتوي على الكترووليت مثل حمض النيتريك لا يتجاوز تركيزه 0.01 مولاري.



**ملاحظة:**

كلوريد الفضة حساس للضوء يتحلل إلى فضة وكلور وتعطي الفضة اللون البنفسجي للراسب.

#### **الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة**

1. قطعة من الفضة
2. حمض الهيدروكلوريك تركيزه 0.02 مولاري
3. حمض النيتريك المخفف

#### **المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة**

1. بونقة جوش
2. ورق ترشيح
3. مجفف كهربائي

#### **خطوات التجربة**

1. جفف البونقة جيداً عند درجة حرارة 150 درجة مئوية لمدة 30 دقيقة ثم بردتها وأوزنها.

2. اذب القطعة المعدنية في 200 ملتر من حمض الهيدروكلوريك.
3. سخن المحلول السابق عند 70 درجة مئوية، ثم اضاف حمض الهيدروكلوريك ببطء مع التحريك المستمر حتى تترسب الفضة كلياً.
4. اترك الراسب يستقر واختبر تمام الترسيب بإضافة نقطتين من حمض الهيدروكلوريك
5. اترك الراسب يستقر مرة اخرى في مكان مظلم ثم أسكب المحلول ببطء خلال بوتقة جوش التي سبق تجفيفها وزنها .
6. اضاف حمض النترييك للراسب ثم رشح خلال البوتقة واغسل الراسب مرة اخرى ثم رشح حتى تخلص من كل ايونات الكلوريد (يكشف عنها بمحلول نترات الفضة) ، ثم جفف الراسب عند درجة 100 درجة مئوية ثم عند 150 درجة مئوية لمد 30 دقيقة ثم برد البوتقة وأوزنها وتأكد من ثبات الوزن .
7. احسب وزن الراسب (كلوريد الفضة).

#### الحسابات

$$\begin{aligned}
 \text{وزن الراسب} &= \text{وزن البوتقة مع الراسب} - \text{وزن البوتقة خالية} \\
 \text{وزن الفضة} &= \text{وزن الراسب} \times \text{معامل التحويل} \\
 \text{معامل التحويل} &= (\text{الوزن الذري للفضة} \times \text{عدد ذرات الفضة في الراسب}) / \text{الوزن} \\
 &\quad \text{الجزئي للراسب} \\
 \text{النسبة المئوية لوزن أيون الفضة} &= (\text{وزن أيون الفضة} / \text{وزن العينة}) \times 100
 \end{aligned}$$

#### 4.2.8 التجربة الثامنة

##### تقدير الكروم على هيئة كرومات الرصاص مقدمة

استعمالات الكروم واسعة في حياتنا حيث يستخدم في تغليف السيارات وحمايتها من التآكل ويستخدم في طلاء بعض الأجهزة والأدوات المنزلية ويستخدم في مجال الطب حيث يقلل من مستوى السكر في الدم، عند زيادة تناول تراكيز عالية من الكروم فإنه يسبب مشاكل صحية خطيرة .

يتربس الكروم على هيئة كرومات الرصاص باكسدة محلول الكروم إلى أيون الكروم في وجود زيادة من محلول نترات الرصاص ويمتاز راسب كرومات الرصاص بغيره كثافة كثيرة سهلة الترشيح.

##### المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. محلول الكروميك
2. محلول نترات الرصاص
3. محلول هيدروكسيد الصوديوم
4. محلول منظم (6 مولاري من حمض الخليك + 0.6 مولاري خلات الصوديوم)
5. محلول برومات البوتاسيوم 2%
6. حمض النيتريك 0.1%

##### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. بوتقة (جوش)
2. كأس زجاجي سعة 400 ملتر

## خطوات التجربة

1. اغسل بونقة الترشيح (بونقة جوش) وجففها عند درجة 120 درجة مئوية لمدة 20 دقيقة ثم بردتها في المجفف واوزنها .
2. انقل 10 ملتر من محلول الكروميك الى كأس زجاجي سعته 400 ملتر ثم خفف محلول بالماء المقطر الى 100 ملتر ثم اضف محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يبدأ تكون الراسب .
3. اضف 10 ملتر من محلول المنظم ثم اضف 10 ملتر من محلول نترات الرصاص و 10 ملتر من برومات البوتاسيوم.
4. سخن محلول لمدة 45 دقيقة عند درجة حرارة 90-95 درجة مئوية حتى تكتمل عملية الترسيب ويستقر الراسب في قاع الكأس ثم برد محلول.
5. رشح في البونقة التي سبق غسلها وتجفيفها وزنها، ثم اغسل الراسب بواسطة حمض النيتريك  $\%0.1$ .
6. جفف الراسب عند 120 درجة مئوية حتى الوصول إلى وزن ثابت من كرومات الرصاص (الراسب).
7. اوزن الراسب  $\text{PbCrO}_4$  وإحسب النسبة المئوية للكروم في العينة .

## الحسابات

$$\text{معامل التحويل} = (\text{الوزن الذري للكروم} \times \text{عدد ذراته في الراسب}) / \text{الوزن الجزيئي للراسب} \text{PbCrO}_4$$
$$\text{وزن ايون الكروم} = \text{وزن الراسب} \times \text{معامل التحويل}$$
$$\text{النسبة المئوية لايون الكروم} = (\text{وزن ايون الكروم} / \text{وزن العينة}) \times 100$$

## أسئلة على الفصل الرابع

السؤال الأول:

على لمايلي (اذكر السبب):

- 1- يعتبر التحليل الوزني أقل دقة من التحليل الحجمي.
- 2- عند تقدير نسبة الكلوريد في عينة من كلوريد الباريوم يتم تحميض العينة بحمض النيترิก.

السؤال الثاني:

ما عدد جرامات الكلوريد الموجودة في 0.3 جرام من كلوريد الفضة؟

السؤال الثالث:

ما هي النسبة المئوية للفوسفور في عينة من الفوسفات وزنها 80.6 جرام تم ترسيبه على شكل وحرقه إلى  $Mg_2P_2O_7$  الذي كان وزنه 0.43 جرام؟

السؤال الرابع:

إحسب حجم محلول كلوريد الباريوم 0.5 عياري اللازم لتفاعل مع 1 جرام من كبريتات الصوديوم؟

السؤال الخامس:

إحسب النسبة المئوية للكبريت ( $SO_3$ ) في  $BaSO_4 \cdot 2H_2O$  وزنها 1 جرام انتجت راسب من كبريتات الباريوم وزنه 0.6 جرام ؟

**الفصل الخامس  
التحليل الكيميائي الآلي**

**Automaticaly Chemical Analysis**

## الفصل الخامس

### 5. التحليل الكيميائي الآلي

#### 5.1. مقدمة

هو فرع مهم ليس للكيمياء فقط ولكن لباقي العلوم مثل علوم الهندسة والصحة والبيئة ويدرس تحليل المواد نوعيا وكميا ، ومن انواع طرق التحليل الآلي منها من يعتمد على إمتصاص الضوء مثل جهاز طيف الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء والأشعة السينية ومنها من يعتمد على الانبعاث الضوئي مثل جهاز طيف إنبعاث اللهب والطرق الكهروكيميائية مثل تقنية البولاغرافي وانواع طرق الكروماتغرافيا مثل اجهزة كروماتغرافيا الغاز وكروماتغرافيا السائل ذات الأداء العالى ومطياف الكتلة والتحليل الحراري وتميز طرق التحليل الآلي عن التحليل التقليدي بإنه اسرع ويمكن إجراء تجاريء فى وقت قصير كذلك إجراء تحاليل للتراكيز الصغيرة جدا التي يصعب قياسها بالتحاليل العاديه ولكن هذا لايعنى انه يمكن الإستغناء عن طرق التحليل العاديه نظرا لبساطتها وتوافر ادواتها واجهزتها علاوة على أن طرق التحليل الآلي لاتزال مكلفة الثمن، كما انه فى أغلب الاحيان يتم إعتماد الطرق العاديه فى مقارنة النتائج المتحصل عليها بطرق التحليل الآلي، تطرقنا فى هذا الفصل الى طرق التحليل الآلي بواسطة الأجهزة التي يسهل استعمالها والتي تتوفر فى مختبر الكيمياء التحليلية لانه من المهم ان يتعرف الطالب على بعض هذه الأجهزة ويفهم المبدأ الأساسي لعملها لكي يتثنى له استخدامها والتعامل معها بشكل جيد.

#### 5.2. الأجهزة المعملية المستخدمة فى عمليات التحليل الآلي:

##### فرن التجفيف :

يتم استخدام افران التجفيف لتجفيف وتطهير الادوات الزجاجية والمعدنية، كما يستخدم فى اختبارات درجة الحرارة ، ومنها الاختبارات الحساسة لدرجة الحرارة، كما موضح في الشكل (12)، ويمكن تشغيلها من درجات حرارة 50 الى 300 درجة مئوية وقدرات الافران تختلف بإختلاف الجهد والتيار فهى مزودة بمروحة لتوزيع درجات الحرارة.



الشكل (12) فرن التجفيف

#### الميزان الحساس :

الميزان الحساس يستخدم على نطاق واسع في المعامل الكيميائية، يعمل الميزان على قانون يسمى قانون لينز وهو أحد أشهر القوانين الفيزيائية والكيميائية التي تجمع بين التيار الكهربائي والحق الوظيفي ويعمل هذا القانون على إيقاف الاهتزاز ، والذي يحدث عند وضع وزن معين، ولحفظ الميزان يجب إبعاده عن مصادر البخار والمواد الكيماوية ودرجات الحرارة المرتفعة ومن الأفضل وضع الميزان في غرفة خاصة وعلى الأسطح المستوية، كما موضح في الشكل (13).



الشكل (13) الميزان الحساس

### جهاز الطرد المركزي:

هو جهاز يدار عادة باستخدام محرك كهربائي وبعض الأنواع القديمة تستخدم بواسطة اليد - يدور الجسم الموضوع داخله حول محور ثابت. كما موضح في الشكل (14)، يستخدم في المختبرات وتتعدد أنواعه وتعتمد فكرة عمله على مبدأ الترسيب وهدفه فصل الجزيئات حسب اختلاف كثافتها.



الشكل (14) جهاز الطرد المركزي

### جهاز طيف الأشعة فوق البنفسجية (UV):

يستخدم جهاز طيف الأشعة فوق البنفسجية في الكثير من المختبرات الكيميائية والحيانية لقياس تركيز العناصر والمركبات المختلفة مثل: الفوسفات، النترات، النتريت، الكبريتات، السليكات، العناصر الثقيلة، الأصباغ، السكر الخ، كما موضح في الشكل (15)، حيث يكون لهذا الجهاز مدى واسع من الاستخدامات التحليلية. يعتمد جهاز المطياف الضوئي طريقة كمية لقياس الامتصاصية أو الانعكاسية للعينة باستخدام الأطوال الموجية، والمبدأ الأساسي لعمل هذا الجهاز هو على أن كل مركب يمتص أو يعكس الضوء من

خلال مدى محدد من الاطوال الموجية ، حيث يقوم الجهاز بقياس كمية الفوتونات الممتصة من قبل العينة عند مرور الضوء خلالها، وبالتالي نحصل على تركيز المادة المراد فحصها.



الشكل (15) جهاز طيف الاشعة فوق بنفسجية

**جهاز فليم الاسبكتروفوتوميتر(Flame Photometer)**

مبدأ عمل هذا الجهاز يعتمد على ان كل عنصر يعطي طيف ذو لون معين عند تواجد احد مركباته ، وان هذا الطيف يكون شديد كلما زاد تركيز العنصر، حيث يتم استثارة ذرات العنصر بإستخدام لهب شديد فتكتسب الكترونات التكافؤ بعض الطاقة و تنتقل الى مستوى طاقة عالي ثم تعود الى مستوى الطاقة الاقل عند فقد هذه الطاقة والتي تكون على شكل اشعة كهرومغناطيسية لها طول موجي مميز لكل عنصر، كما موضح في الشكل .(16)



الشكل (16) جهاز فلئيم الاسبكتروفوتوميتر

وفي هذا الفصل تم سرد بعض التجارب في التحليل الآلي وهي التجارب الأكثر شيوعاً والتي تهتم بتحليل المواد الغذائية والمشروبات وقياساتها المختلفة.

### 5.3. تجارب التحليل الكيميائي الآلي

#### 5.3.1 التجربة الأولى

##### مقدمة

نظراً لتطور الكيمياء التحليلية على مر العصور والسنين ومساهمة تطورها في تطور العلوم الأخرى مثل الطب والهندسة والصيدلة وعلوم الأرض وغيرها من العلوم المختلفة ، حيث تطورت نظريات ومناهج البحث في مختلف العلوم أدى هذا إلى تطوير تطبيقاتها مثل تطبيقها في صناعة الأدوية ومراقبة جودة الصناعات المختلفة والعلوم الحياتية والوراثة وعلوم الآثار ومن هنا دعت الحاجة إلى ابتكار أساليب حديثة وآلية للحصول على نتائج سريعة ودقيقة .

##### تقدير الحديد في التربة بإستخدام جهاز الطيف المئي

يتم تقدير العناصر في التربة للاستفادة منها في معرفة خصائص التربة ومنها يمكن معرفة نوع المحاصيل الملائمة لها ، ويتم تقدير الحديد بإستخدام عدة كواشف (متصلات) يمكن أن تعطي محليل ملونة مع الحديد وفي هذه التجربة يتم إستخدام كاشف حمض ثالوجلايكولييك الذي يتفاعل مع الحديد في وسط قاعدي مكوناً مركب معقداً لونه أحمر ارجواني .



##### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. مخابير درجة 10-25-50-100 ملتر
2. كؤوس زجاجية
3. سخان كهربائي
4. أنابيب اختبار
5. ماصة
6. دورارق قياسية
7. جهاز الطيف المئي

### **المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة**

1. حمض النيتريك المركز
2. حمض البيروكلوريك المركز
3. حمض الطرطريك
4. كاشف حمض ثايوجلايكولييك
5. محلول الامونيا المركز
6. كبريتات الحديديك والامونيوم

#### **تحضير كاشف حمض ثايوجلايكولييك**

أذب 4 جم من حمض الطرطريك في 20 ملتر من الماء المقطر وأضف اليه 4.5 ملتر حمض ثايوجلايكولييك و20 ملتر من محلول الامونيا المركز ويخفف محلول بالماء المقطر الى 100 ملتر في دورق قياسي.

#### **تحضير المحاليل القياسية**

لتحضير محلول قياسي يحتوي على الحديد ، يتم بإذابة 0.0864 جم من كبريتات الحديديك و الامونيوم في 10 ملتر من الماء المقطر وأضف اليه 1 ملتر من حمض البيروكلوريك المركز وخفف محلول في دورق قياسي سعته 100 ملتر بالماء المقطر ومن هذا محلول نحضر محاليل قياسية تراكيزها : 12.5 ، 10 ، 7.5 ، 5 ، 2.5 . ppm

#### **خطوات التجربة**

1. أوزن 0.25 جم من عينة التربة في كأس زجاجي.
2. أضف 5 ملتر من مخلوط حمض النيتريك وحمض البيروكلوريك إلى العينة.
3. سخن الكأس ومحتوياته لمدة 10 دقائق.
4. أتركها تبرد ثم انقل محتويات الكأس إلى مخبر درج 10 ملتر ثم اغسل وخفف بالماء المقطر إلى 10 ملتر ورج محلول جيدا واتركه حتى يتربس في القاع.
5. خذ 2.5 ملتر بالماصة من محلول الصافي وانقله إلى دورق قياسي سعته 35 ملتر وأضف اليه 12.5 ملتر من الكاشف الطيفي المحضر.
6. خفف إلى 25 ملتر بإضافة الماء المقطر ورج محلول جيدا.

7. قس إمتصاصية محلول بواسطة جهاز الطيف المرئي.
8. قس الامتصاصية للمحاليل القياسية التي سبق تحضيرها.
9. إرسم منحنى قياسي يربط العلاقة بين الامتصاصية والتركيز للمحاليل القياسية ومن المنحنى يتم حساب تركيز الحديد.

### 5.3.2 التجربة الثانية

#### تعين الفوسفور في قشر البيض بطريقة القياس الطيفية الضوئية مقدمة

يعتبر تعين الفوسفور في السوائل البيولوجية والأسمدة والجزئيات العضوية والمنتجات الصناعية من التحاليل الهامة جدا، وفي هذه التجربة سوف يتم تعين كمية الفوسفور الغير عضوي الموجود على شكل فوسفات في قشر البيض بطريقة القياس الطيفية الضوئية.

تفاعل أيونات الفوسفات مع أيونات الموليبيدات  $\text{MoO}_3^{2-}$  لتكون فوسفو موليبيدات  $[\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3]^{3-}$  ويتزحل هذا الناتج إلى أزرق الموليبيدينيوم التي بدورها تضفي اللون الأزرق على محلول ويمكن استخدام عدد من العوامل المختزلة لهذا الغرض مثل هيدروكربونات هيدرازين و  $\text{SnCl}_2$  وحامض 1-4-أمينونافثول سلفونيك وحامض الاوسكوربيك.

#### الأدوات والأجهزة المطلوبة لإجراء التجربة

1. بوائق خزفية
2. فرن الحرق
3. هاون
4. دوارق قياسية سعتها 50 - 100 ملتر
5. جهاز الطيف الضوئي

المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

- 1- محلول حمض الهيدروكلوريك  $\text{M12}$
- 2- محلول موليبيدات الصوديوم

3- محلول حمض الأوسكوربيك (عامل مخترل) أو اي عامل مخترل مناسب

4- حمض الكبريتيك M5

#### تحضير محلول كاشف حمض الاسكوربيك

يحضر بإذابة حمض 1 جم الأوسكوربيك في 100 ملتر ماء مقطر.

#### تحضير محلول الموليبيدات

إذابة 12.5 جم من موليبيدات الامونيوم في 100 ملتر ماء مقطر وإضافتها إلى 150 ملتر من محلول حمض الكبريتيك M5 ويخفف محلول الناتج إلى 500 ملتر وتخلط مكوناته جيداً ويحفظ في قنينة مغلقة.

#### تحضير المحاليل القياسية

تحضر المحاليل القياسية من أحدي الكواشف:



وذلك بإذابة 200 ملجرام من الكاشف في لتر من الماء المقطر (يجب ان يحتوي محلول على 8 ملتر/لتر من حمض HCl مركز) ثم تخفيفه إلى تراكيز أقل.

#### خطوات التجربة

1. يكسر البيض ويؤخذ منه القشر ويعسل جيداً بالماء المقطر.

2. يجفف في الهواء لعدة أيام ويسحق بالهاون إلى دقائق ناعمة ثم ينقل ثلاثة عينات وزن كل منها 0.250 جم إلى ثلاثة بونقات من الخزف.

3. توزن كل بونقة وبها قشر البيض بالضبط وتحرق في الفرن إلى درجة 700 درجة مئوية لمدة 16 ساعة.

4. تبرد البوائقات ويضاف إليها 2 ملتر ماء و1ملتر حمض الهيدروكلوريك M12 وعند الذوبان الجزء المتبقى من الحرق ينقل محلول إلى دورق قياسي حجمه 100 ملتر ويخفف بالماء إلى العلامة .

5. ينقل من محلول السابق 0.5 ملتر إلى دورق قياسي سعته 50 ملتر ويضاف له مع التحريك 5 ملتر من محلول موليبيدات الصوديوم و3 ملتر من محلول حمض الاسكوربيك ثم يخفف الخليط بالماء المقطر إلى العلامة.

6. يترك محلول جانباً لمدة لاتقل 6 دقائق ليكون اللون.
7. يقاس الامتصاصية للمحاليل القياسية والمحلول المجهول عند 660 nm.

#### الحسابات

1. إحسب تركيز الفوسفور من المنحنى القياسي
2. إحسب عدد ملجرامات الفوسفور الموجودة في 100 ملتر  
عدد ملجرامات الفوسفور في 100 ملتر = التركيز  $\times$  الوزن الذري للفوسفور  $\times$  0.1

#### 5.3.3. التجربة الثالثة

##### تقدير الكافيين في البيبسي كولا باستخدام الطيف فوق البنفسجي مقدمة

يضاف الكافيين إلى المواد الغذائية وخاصة المشروبات الغازية لتحسين النكهة والمذاق، لذلك لابد من تقدير تركيز الكافيين وذلك بإستخلاص الكافيين في وسط قاعدي بإستخدام الكلوروفورم ثم تقاس الإمتصاصية بإستخدام جهاز الطيف فوق البنفسجي.

##### الأدوات والأجهزة المطلوبة لإجراء التجربة

1. جهاز الطيف فوق البنفسجي
2. دوارق قياسي سعة 50-100 ملتر
3. ماصة 5-10 ملتر
4. قمع فصل
5. ورق ترشيح

##### المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. كلوروفورم
2. محلول كبريتات الصوديوم
3. ثيوسيانات البوتاسيوم
4. حمض الفوسفوريك 15%
5. محلول هيدروكسيد الصوديوم 25%
6. محلول برمجات البوتاسيوم 1.5%

7. الكافيين النقي.

**خطوات التجربة**

1. يحضر المحلول القياسي الأساسي  $250 \text{ ppm}$  بإذابة  $0.05 \text{ g}$  من الكافيين النقي في  $50 \text{ mL}$  من الكلورفورم في دورق قياسي سعة  $100 \text{ mL}$ .

2. حضر من المحلول القياسي الأساسي محلائل قياسية بتراكيز مختلفة  $5, 10, 15, 20, 25, 30 \text{ ppm}$  في دوارق قياسية سعتها  $25 \text{ mL}$ .

3. قيس الإمتصاصية للمحاليل القياسية السابقة وارسم منحنى قياسي للتركيز مقابل الإمتصاصية.

4. حضر محلول الإختزال ( $5 \text{ g}$  من كبريتات الصوديوم و  $5 \text{ g}$  ثيوسيانات البوتاسيوم).

5. بعد التخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون في عينة البيبسي كولا ، نأخذ  $10 \text{ mL}$  بالماصة في قمع الفصل وأضف إليها  $5 \text{ mL}$  من محلول برمجات البوتاسيوم  $\%1.5$ .

6. بعد  $5$  دقائق أضف  $5 \text{ mL}$  من محلول الإختزال.

7. أضف  $1 \text{ mL}$  من حمض الفوسفوريك المخفف.

8. أضف  $1 \text{ mL}$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم ورج المخلوط.

9. أضف  $25 \text{ mL}$  من الكلورفورم المخلوط لإستخلاص الكافيين وصب طبقة الكلورفورم في دورق قياسي سعة  $50 \text{ mL}$  من خلال ورقة ترشيح.

10. أعد الإستخلاص بإضافة  $20 \text{ mL}$  من الكلورفورم.

11. أكمل إلى  $50 \text{ mL}$  للدورق القياسي بإضافة الكلورفورم وأغسل ورقة الترشيح بإضافة  $5 \text{ mL}$  من الكلورفورم.

12. قيس الإمتصاصية للمحلول بواسطة جهاز الطيف عند طول موجي  $276 \text{ nm}$  وأحسب تركيز الكافيين من المنحنى القياسي.

#### 5.3.4 التجربة الرابعة

#### تقدير حمض البنزويك (المادة الحافظة) في المشروبات الغازية بإستخدام طيف الأشعة فوق البنفسجية

##### مقدمة

تضاف المواد الحافظة للمواد الغذائية لحفظها و لتحسين النكهة و يضاف حمض البنزويك للمشروبات الغازية كمادة حافظة ومنع نشاط البكتيريا والفطريات ، حيث يضاف كل محلب بنزوات الصوديوم ولكن يحسب على انه حمض بنزويك ، واعلى قيمة مسموح بها لتركيز حمض البنزويك في المشروبات الغازية 800 ppm.

##### الأدوات والأجهزة المطلوبة لإجراء التجربة

1. جهاز الطيف الضوئي

2. دوارة قياسية باحجام مختلفة

3. حمام بخاري.

##### المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. حمض الهيدروكلوريك المخفف (M2)

2. ثاني أكسيد إيثيل إيتيل

3. هيدروكسيد الصوديوم M0.1

4. كبريتات الصوديوم اللامائة

5. حمض البنزويك

##### خطوات التجربة

1. يحضر محلول القياسي الأساسي لحمض البنزويك في وسط قاعدي من محلول هيدروكسيد الصوديوم M0.1 وذلك بتحضير محلول 1000 ppm ثم يحضر منه محليل قياسي لحمض البنزويك بتركيزات مختلفة هي : 300, 250, 200, 150, 50, 100 ppm.

2. خذ 25 ملتر من عينة المشروب الغازي وضعها في قمع الفصل (بعد التخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون)، واضف قطرات من حمض الهيدروكلوريك M2 لتحويل بنزوات الصوديوم إلى حمض بنزويك.

3. للإستخلاص أضف 25 ملتر شائي ايثل إيثيل إلى قمع الفصل وافصل الطبقتين ثم اعد الإستخلاص مرة ثانية بإضافة 15 ملتر من شائي ايثل ايثر على الطبقة المائية مع الأحتفاظ بالطبقة العضوية من الاستخلاص الاول في كأس نظيف وبنفس الطريقة نفصل الطبقة العضوية ونجمعها على الطبقة في نفس الكأس.

4. جفف الإيثر باستخدام كبريتات الصوديوم اللامائية.

5. تخلص من المذيب بالتسخين على حمام بخاري سوف يبقى كمية قليلة من المادة العضوية مترسبة على جدار الكأس.

6. اذب الراسب في كمية قليلة من محلول هيدروكسيد الصوديوم M0.1 وكرر العملية مرة أخرى وانقل الغسيل إلى دورق قياسي 100 ملتر وакمل إلى العلامنة بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم.

**ملاحظة:**

عند إكمال الدورق إلى العلامنة بالماء المقطر لا يتكون ملح البنزوات لأن حمض البنزويك لا يذوب في الماء.

7. قيس الامتصاصية للمحاليل القياسية عند طول موجي nm 276.5

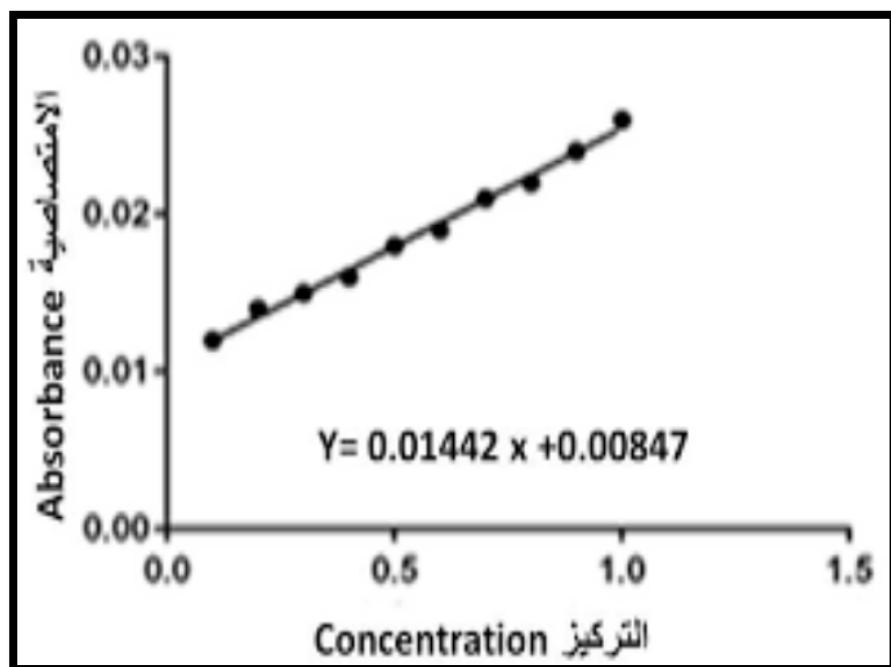
8. ارسم منحنى قياسي الامتصاصية مقابل التركيز

9. قس الامتصاصية لحمض البنزويك في العينة بواسطة جهاز الطيف الاشعة فوق البنفسجية عند طول موجي nm 276.5.

10. حدد تركيز حمض البنزويك للعينة المجهولة بمعلومية الامتصاصية من المنحنى.

حيث ان العلاقة بين التركيز والامتصاصية هي علاقة طردية وهو ما يعرف بقانون (بير) حيث تقامس امتصاصية العينة المجهولة بالجهاز ثم تحديد هذه الامتصاصية

على المنحنى ومنها يتم إسقاط خط عمودي على المحور السيني (محور التركيز) لمعرفة تركيز العينة المجهولة، كما موضح في الشكل (17).



الشكل (17) منحنى العلاقة بين التركيز والامتصاصية

## أسئلة على الفصل الخامس

## السؤال الأول:

أكتب الصيغة الكيميائية لكل من : حمض البيروكlorيك - حمض ثايجلايكوليك -  
مولبيدات الصوديوم - فوسفو موليبيدات - كبريتات الحديديك والألومنيوم.

## السؤال الثاني:

ما هي أهم مميزات التحليل الآلي عن التحليل العادي التقليدي؟

### السؤال الثالث:

ما هو المبدأ الأساسي الذي تعتمد عليه أنواع التحليل الآلي؟

#### السؤال الرابع:

ما هي آلية عمل جهاز فلئيم الإسبيكتروفوتوميتر (Flame Photometer)؟

## السؤال الخامس:

ما أهم العوامل المختزلة التي يمكن استخدامها عند تعيين تركيز الفوسفور بواسطة الموبيدات الصوديوم في التحليل الضوئي؟

## السؤال السادس:

ووضح كيف يمكن تحضير محليل قياسيه تراكيزها : 2.5 , 5 , 7.5 , 10 , 12.5 ppm من محلول ترکیزه 500 ppm ؟

**الفصل السادس**  
**طرق الفصل والتنقية**  
**Separation and Purification Methods**

## الفصل السادس

### 6. طرق الفصل والتنقية

#### 6.1. التعريف بطرق الفصل والتنقية

إن طرق الفصل و التنقية تتوقف على نوع الناتج المراد تحليله فإذا كان الناتج المطلوب مادة صلبة سهلة التبلور و موجودة بنسبة عالية في الخليط فقد تكفي في هذه الحالة عملية البلورة او اعادتها للحصول عليه نقيا وقد يتم ذلك بالتسامي تحت الضغط العادي او الضغط المنخفض.

و تهدف جميع عمليات الفصل المستخدمة في التحليل الكيميائي بشكل عام إلى فصل خليط متجانس او غير متجانس الى مكوناته او العناصر التي يتكون منها ، كذلك تعتبر طرق الفصل معالجة للعينات بحيث يتم التخلص من الشوائب الموجودة فيها حيث يمكن استخدام عمليات الفصل للتنقية او للتحليل الكمي او النوعي، وتوجد عدة طرق للفصل بعضها يستخدم منذ وقت طويل مثل الترشيح و التسامي والتقطير والاستخلاص ومنها حيث مثل الكروماتغرافيا الغاز و كروماتغرافيا الطبقة الرقيقة .

و من اهم طرق الفصل والتنقية ما يلي:

**الترشيح:** هو تقنية لفصل مادة صلبة غير ذائبة و مادة سائلة بإستخدام ورق الترشيح يتم طي هذه الورقة و وضعها على قمع ويُسكب المحلول في القمع ويتم استقبال الراشح النقي في كأس اسفل القمع.

**التسامي:** عملية تتبخر فيها المادة الصلبة دون أن تتصهر أي دون أن تمر بالحالة السائلة، و يستعمل التسامي لفصل مادتين صلبتين في خليط او لتنقية مادة صلبة من الشوائب و تعتبر التنقية بالتسامي فعالة جداً و تعطي درجة عالية من النقاوة بشرط أن يكون الضغط البخاري للشوائب أقل من الضغط البخاري للمادة المراد تنقيتها.

**القطير** : عملية تستخدم لتنقية وفصل السوائل ويعتمد القطير على الإختلاف في درجات غليان السوائل المراد تنقيتها، حيث تتم عملية الغليان فيتخر السائل ثم يتم تكثيفه فيعود سائل مرة أخرى، إن عملية القطير تعتمد على التبخير والتكتيف معا، ويعرف القطير أيضا بأنه عملية فصل المحلول إلى أجزاء المكونة له وذلك عن طريق الغليان، وتعتمد هذه الطريقة على الإختلاف في درجات غليان السوائل الناتجة من الإختلاف في تركيب السوائل وابخرتها التي تكون في حالة أتزان، وبصورة عامة تسهل عملية الفصل كلما ازداد الإختلاف بين تركيب السائل والبخار المتوازن. ويقسم القطير حسب نوع الشوائب المراد التخلص منها إلى أربعة أنواع رئيسية وهي كما يلي :

1. **القطير البسيط** Simple Distillation

2. **القطير التجزيئي** Fractional Distillation

3. **القطير البخاري** Steam Distillation

4. **القطير تحت الضغط المخلخل** Vacuum Distillation

الاستخلاص :

تستخدم تقنية الاستخلاص بالمذيبات لفصل المواد من مخاليطها مثل فصل بعض العناصر والمركبات من النباتات كما تستخدم هذه التقنية لفصل الشوائب الذائبة، وتعتبر من الطرق الهامة والسهلة والسريعة وممتعدة الإستعمال وامكانية تكرارها و تطبيقها على كميات صغيرة وكبيرة والجهاز المطلوب لها بسيط هو قمع الفصل، وتعتمد عملية الفصل على إنتقال المادة المراد فصلها من مذيب إلى مذيب آخر ويشترط أن يكون هذان المذيبان لا يمتزجان.

**الفصل بالمبادلات الأيونية:**

تستخدم المبادلات الأيونية لتعيين وفصل الأيونات الموجبة والسلبية صعبة التحليل بدقة حيث يتم تبادلها بواسطة أيونات أخرى سهلة مثل تحليل البوتاسيوم بتبديله بالهيدروجين، ومن المواد التي لها خاصية التبادل الأيوني الراتجات (مبادلات عضوية)

والتربة والمواد الطينية وغيرها، وتستخدم المبادرات الابيونية في المختبر لفصل وتنقية العينات ومجهازها هو عمود الفصل.

#### الفصل بـ تقنية كروماتغرافيا العمود:

يمتاز فصل كروماتغرافيا العمود بأنه يفصل كميات كبيرة ويمكن فصل المركبات التي تتباين أو التي تتحلل جزئياً عند درجات الحرارة اللازمة للتطاير ويمكن الحصول على نتائج مطابقة للفصل بواسطة كروماتغرافيا الورق PC وكروماتغرافيا الطبقة الرقيقة TLC، الطور الثابت في العمود هو مادة السليكا جل أو الألومينا ويعتمد مبدأ الفصل على إمتياز إحدى المواد المراد فصلها على سطح المادة المازة (الطور الثابت) بشكل أكثر من الآخرى لذلك نجد المادة الأقل إمتياز تتحرك بشكل أسرع وتتفصل أولاً.

#### الفصل بـ تقنية كروماتغرافيا الورق (PC) :

تعتبر إحدى أنواع كروماتغرافيا التجزئة (طور ساكن - سائل) حيث يعتبر الماء الممتر على سطح السليلوز في الورقة هو الطور الساكن والورقة هي الساند للطور الساكن أما الطور المتحرك هو خليط من المذيبات وهناك نوعان من كروماتغرافيا الورق هما كروماتغرافيا الورق الصاعد (يرفع المذيب إلى أعلى بالخاصية الشعرية) والنازل (يتحرك المذيب إلى أسفل بالخاصية الشعرية والجاذبية معاً).

#### الفصل بـ تقنية الطبقة الرقيقة (TLC) :

تعتبر من أكثر طرق الكروماتغرافيا شيوعاً ويتعدد استخدامها خاصة في عمليات الفصل السريعة ويرجع ذلك إلى بساطتها ولا تحتاج إلى أجهزة معقدة وجودة الفصل وهي ذات فصل إنتقائي وتم باستخدام كواشف خاصة ويتم الفصل عن طريق التوزيع أو الإمتياز أو الإستبدال الابيوني إلا أن أكثر الطرق هي الإمتياز وهي تشبه كروماتغرافيا الورق إلا أن الطور الساكن هو طبقة رقيقة من مادة امترامطالية على سطح زجاجي أو الومنيوم ، نجأ إلى الفصل بـ كروماتغرافيا الطبقة الرقيقة رغم توفر كروماتغرافيا الورق لأن هناك مركبات متشابهة لافتصل بـ سهولة بـ كروماتغرافيا الورق لأن هناك مركبات الدهنية.

وفي هذا الفصل سيتم ذكر بعض تجارب فصل وتنقية المواد والمحاليل وهي

كالاتي:

## 6.2 التجربة الأولى

### التنقية بطريقة التسامي

تجربة تنقية وفصل خليط من حمض البنزويك والرمل:-

الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. حامل معدني

2. جفنة

3. ورقة ترشيح بها ثقوب

4. لهب بنزن

5. قمع زجاجي

المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

الخليط من حمض البنزويك والرمل

### خطوات التجربة

1. ضع 10 جم من المادة المراد تنقيتها داخل الجفنة على حامل معدني.

2. ضع فوق الجفنة ورقة ترشيج بها ثقوب ثم ضع فوقها قمع كما هو موضح بالشكل .(18)

3. سخن الجفنة على لهب بنزن حتى تتبخر المادة وتصطدم بجدار القمع الذي يبرد بالماء فتكائف على شكل بلورات وتساقط على ورقة الترشيج العلوية.

4. يوقف التسخين عند تسامي معظم المادة.

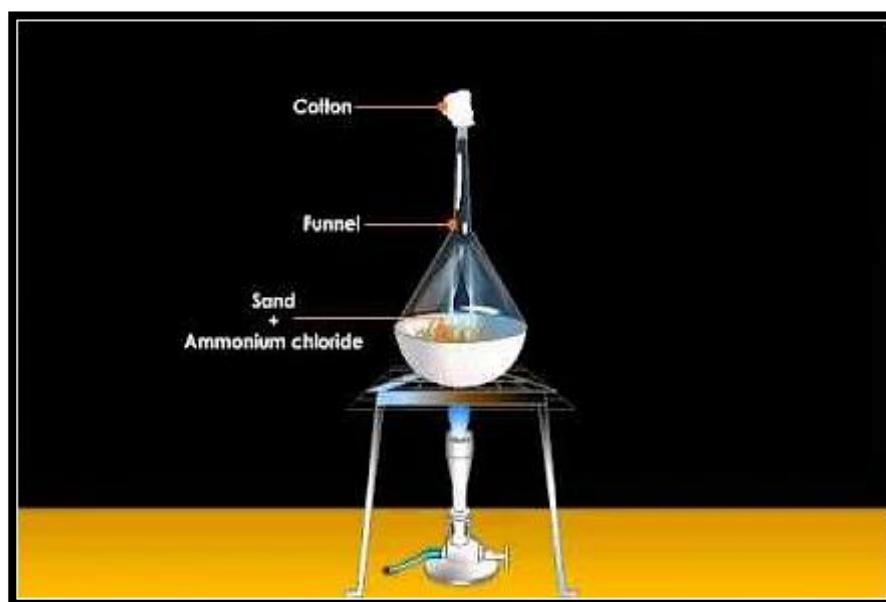
5. اجمع الناتج على ورقة الترشيج وبالكشط على جدران القمع.

6. إحسب وزن حمض البنزويك قبل التقية وبعد التقية وبالتالي حساب النسبة المئوية

لنتائج عملية التقية.

النسبة المئوية لحمض البنزويك (%) = وزن الحمض بعد التقية / وزن الحمض

قبل التقية  $\times 100$ .



الشكل (18) جهاز التقية بالتسامي

### 6.3 التجربة الثانية

#### تنقية وفصل السوائل بالتقطر البسيط

يفضل استخدام جهاز التقطر البسيط لفصل السوائل التي لها درجة نقاوة عالية نسبياً أو ان تكون الشوائب فيها بالحالة الصلبة مع وجود اختلاف كبير بين درجات غليانها في حين استخدام جهاز التقطر التجزيئي لفصل الامزجة المعقدة والتي يكون اختلاف بين درجات غليانها بسيطاً. في مثل هذا النوع من التقطر تستخدم الصفائح النظرية وهي تعب

عن عدد خطوات التبخر والتكتيف لغرض الحصول على عملية الفصل. وللتقطير أو لتنقية سائل به شوائب أو لفصل سائلين يتم تركيب جهاز التقطير كما هو موضح بالشكل (19)،

وتقع عملية التقطير كالتالي:-

#### **الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة**

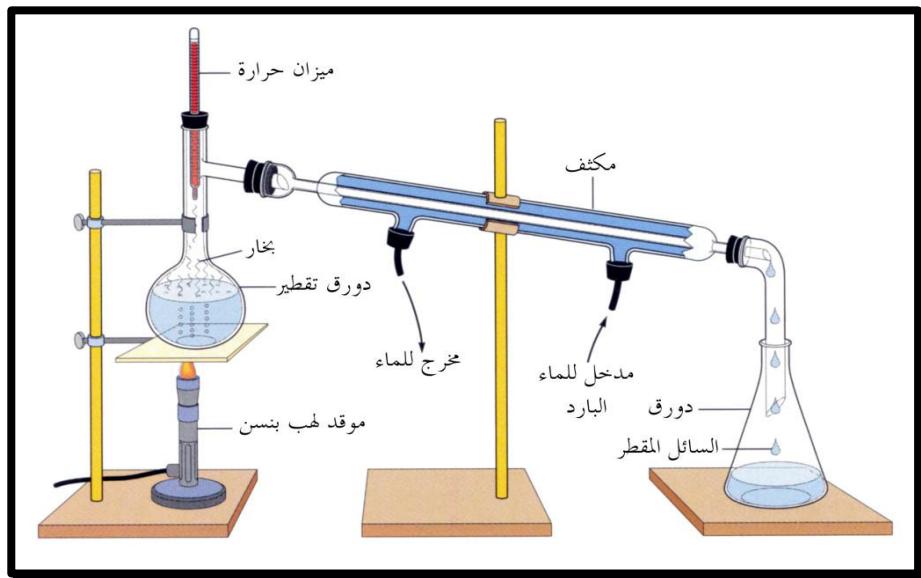
1. ترمومتر
2. جهاز تقطير
3. دورق استقبال السائل
4. لهب بنزن

#### **المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة**

مزيج من السائلين المطلوب فصلهما وتنقيتها.

#### **خطوات التجربة**

1. يوضع السائل المراد تنقيتها أو خليط السائلين في دورق التقطير ويكون الترمومتر أمام فتحة المكثف مباشرة.
2. يشغل مصدر اللهب ويكون التسخين ببطء .
3. نراقب درجة الحرارة في الترمومتر والسائل المراد تنقيتها.
4. سترتفع درجة الحرارة ثم تبقى ثابتة عند غليان السائل الأول الأقل درجة غليان).
5. تتحرك الابخرة إلى المكثف وتحول إلى سائل ويتم استقباله في دورق الإستقبال.
6. عندما ينفصل السائل الأول تبدأ درجة الحرارة في الترمومتر في الارتفاع وعندما ترتفع درجة الحرارة في الترمومتر أعلى من درجة غليان السائل الأول هذا يعني أن معظم السائل الأول قد انفصل عن السائل الثاني، أي معظمه موجود في دورق الإستقبال .
7. نوقف عملية التقطير بإبعاد مصدر الحرارة وابعد دورق الإستقبال .
8. السائل الثاني يبقى في دورق التقطير ، بذلك تم تنقية وفصل السائلين .



الشكل (19) جهاز التقطير البسيط

#### 6.4. التجربة الثالثة

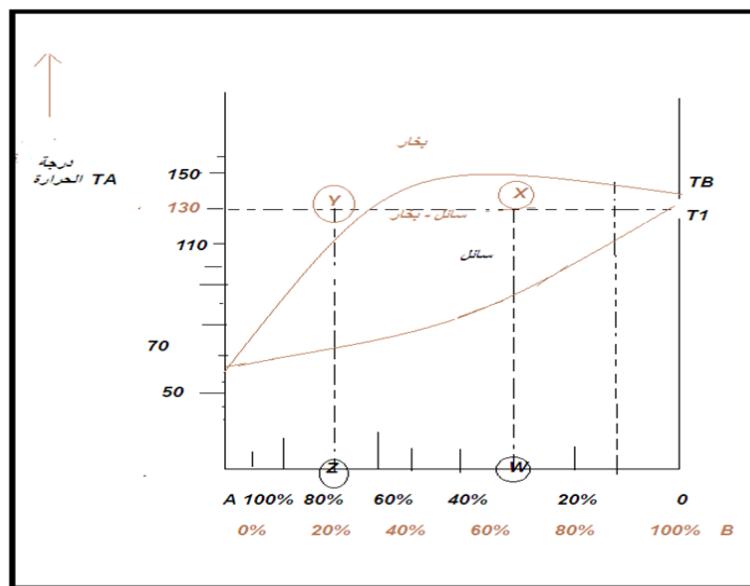
##### تنقية وفصل السوائل بالتقطر تحت ضغط منخفض مخلخل

##### مقدمة

التقطر تحت ضغط منخفض لفصل وتنقية السوائل ذات درجة غليان عالية وكذلك السوائل التي تفكك عند درجة غليانها وهذا يساعد على تجنب فقدان جزء من السائل بسبب تفككه ، حيث تتم عملية خفض الضغط داخل جهاز التقطر بربط جهاز التقطر بجهاز مشابه لجهاز التقطر عند ضغط الجوي الاعتيادي حيث تخفيض الضغط يؤدي إلى خفض درجة الحرارة التي يغلي عندها السائل أي يتbxر السائل عند درجة حرارة أقل من درجة تbxره.

في هذا النوع من التقطر يتم اجراء عملية التقطر وذلك بخلخله الضغط فوق المزيج المراد فصل مكوناته ( عاده ما يكون الضغط اقل من الضغط الجوي الاعتيادي ) تجري عملية التقطر بتسخين المزيج.

بالرغم من التشابه الكبير ما بين تجربة التقطير البسيط والتقطير المتخلخل. كما موضح بالشكل السابق، ولكن هنالك اختلافات جوهرية في نوع السائل الذي يتم فصله وكمية الطاقة المستخدمة وكفاءة كل نوع. جهاز التقطير البسيط ابسط من جهاز التقطير المتخلخل، ويمكن ان يفصل السوائل المطلوبة بمدة اقصر وباستهلاك اقل للطاقة ولكنه في الوقت نفسه يحتاج ان يكون الفرق ما بين درجة غليان للسوائل المراد تقطيئها بأكثر من 70 درجة مئوية وتكون كفاءة الفصل فيه اقل كفاءة من التقطير المتخلخل، كما موضح في الشكل (20).



الشكل (20) مخطط الطور للتقطير تحت ضغط مخلخل

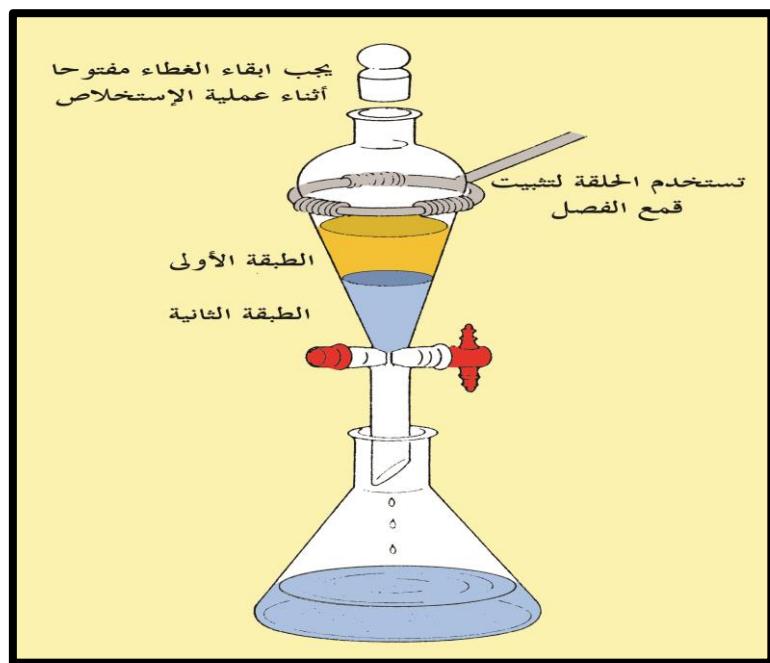
## 6. التجربة الرابعة

### التقنية والفصل بالإستخلاص

#### إستخلاص الحديد الثلاثي بطريقة الإستخلاص بالمنذيب

الحديد الثلاثي يمكن إستخلاصه بمعامل تعقيد 8 - هيدروكسي كوينولين إلى الكلورفورم (منذيب عضوي) عن طريق إستخلاصيين متاليين عند حدود الرقم الهيدروجيني  $\text{pH} = 10 - 2$

معقد الحديد مع 8 - هيدروكسي كوينولين يمتص الأشعة المرئية عند طول موجي  $740 \text{ nm}$ , وهذه التجربة مثال جيد للمعدات التي لاتحمل شحنة كهربية والتي تستخلص بسهولة إلى منذيبات غير قطبية (كلورفورم).



الشكل (21) إستخلاص الحديد بقمع الفصل

### **الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة**

1. قمع فصل
2. قمع زجاجي
3. دورق مخروطي 250 ملتر
4. كأس زجاجي
5. جهاز UV (جهاز قياس الإمتصاص الذري)
6. مخار مدرج 25 ملتر
7. ماصة 5 ملتر

### **المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة**

1. محلول الحديد الثلاثي
2. 8-هيدروكسي كوبينولين
3. كلورفورم

### **خطوات التجربة**

1. أُنْقَلَ إِلَى قمع الفصل 25 ملتر مِنْ عِيْنَةِ الْحَدِيدِ الْثَلَاثِيِّ.
2. أَضْفَ 10 ملتر مِنْ (8-هيدروكسي كوبينولين) المذاب فِي الكلورفورم.
3. رج قمع الفصل وأُتَرَكَهُ يَسْتَقِرُ لِمَدَدِ دَقِيقَةٍ كَمَا فِي الشَّكْلِ (21).
4. افصل طبقة الكلورفورم وقيس الإمتصاص عند طول موجي nm740.
5. كرر الإستخلاص بإضافة 5 مل من 8-هيدروكسي كوبينولين إلى الطبقة المائية المتبقية في القمع وقيس الإمتصاص للتأكد ان كل الحديد الثلاثي تم إستخلاصه .
6. خذ 25 ملتر من عينة الحديد الثلاثي واستخلاصه بواسطة 5 ملتر من الكلورفورم فقط دون إضافة 8-هيدروكسي كوبينولين.
7. إفصل طبقة الكلورفورم وقيس الإمتصاص عند طول موجي nm740.
8. قارن النتائج المتحصل عليها في الخطوة (5) والخطوة (7).
9. سجل النتائج النهائية بعد عملية المقارنة.

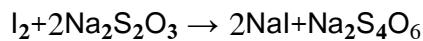
## 6.6. التجربة الخامسة

### التقنية والفصل بالإستخلاص

#### فصل اليود بواسطة مذيب عضوي (الكلورفورم)

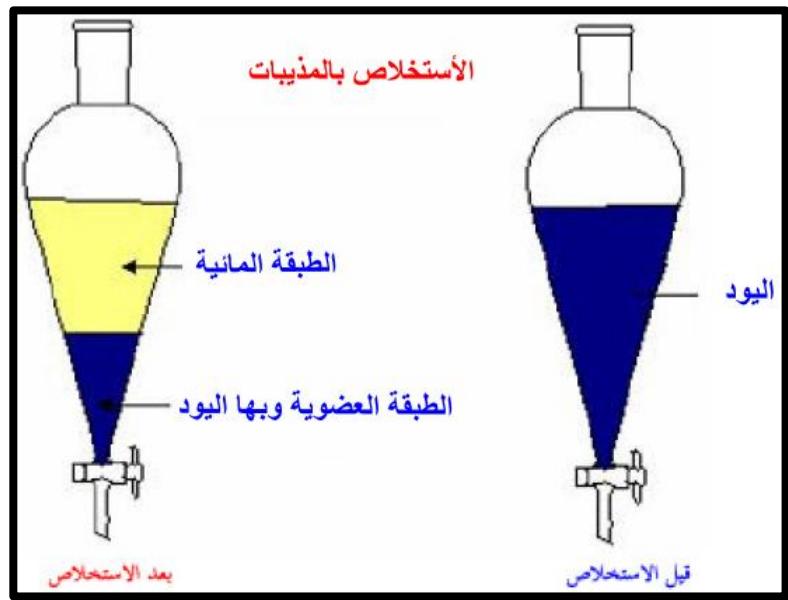
##### مقدمة

هذه التجربة مثال لإستخلاص الجزيئات التساهمية المتعادلة ولاحتاج الى وسط لإستخلاص اليود لأنّه متعادل وينتقل بسهولة الى الوسط العضوي، يتم إضافة مذيب عضوي (كلوروفورم) الى محلول اليود المائي وبعد الرج يترك محلول ليسقراً، نجد أنّ معظم اليود انتقل الى الوسط العضوي، حيث يتم استخدام احجاماً مختلفة من المذيب العضوي وتحسب النسبة المئوية للاستخلاص (E%) بمعايرة الطبقة المائية بواسطة محلول ثيوکبريتات الصوديوم حسب المعادلة:-



#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. قمع فصل
2. دورق مخروطي 250 ملتر
3. كأس زجاجي
4. قمع زجاجي
5. مخار مدرج 50 - 100 ملتر
6. سحاحة 50 ملتر
7. ماصة 10 ملتر



الشكل (22) فصل اليود بالإستخلاص

#### المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. اليود
2. كلوروفورم
3. محلول النشا(دليل)
4. محلول ثيوکبريتات الصوديوم  $M0.01$

#### خطوات التجربة

1. تحضير محلول اليود وذلك بإذابة 1 جرام من اليود في 100 ملتر من الماء المقطرفي دورق قياسي.
2. خذ 50 مل من محلول اليود المحضر وضعيه في قمع الفصل كما في الشكل (22).
3. قم بإجراء الإستخلاص مرة واحدة باستخدام 6 ملتر من الكلوروفورم.
4. قم بإجراء الإستخلاص مرة واحدة بإستخدام 18 ملتر الكلوروفورم.

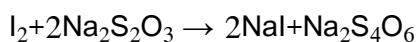
5. قم بإجراء الإستخلاص ثالث مرات متتالية بإستخدام 6 ملتر كل مرة.

6. عاير كمية اليود المتبقية في الطبقة المائية بأخذ 5 ملتر منه واضف اليه 1 ملتر من النشا كدليل ونعاير عينة اليود بمحلول ثيوکبريتات الصوديوم  $0.01\text{ M}$  ونسجل الحجم المستهلك.

7. نكرر الخطوة (6) ثالث مرات ونحسب متوسط الحجوم.

الحسابات

إحسب النسبة المئوية لنسبة الاستخلاص %



من المعادلة نجد ان نسبة التفاعل 2:1

عدد ملي مولات ثيوکبريتات الصوديوم = التركيز  $\times$  الحجم المستهلك

عدد ملي مولات اليود في الطبقة المائية = عدد ملي مولات ثيوکبريتات / 2

عدد ملي مولات اليود في 100 ملتر من الطبقة المائية = عدد ملي مولات اليود

في الطبقة المائية  $\times$  حجم المذيب العضوي

عدد ملي مولات اليود الكلية = الحجم الكلي  $\times$  التركيز / الوزن الجزيئي

عدد ملي مولات اليود في الطبقة العضوية = عدد ملي مولات الكلية - عدد ملي

مولات في طبقة المائية

نسبة الإستخلاص (%) = مليمولات اليود الكلية / ملي مولات اليود في الطبقة

العضوية  $\times 100$  .

## 6.7. التجربة السادسة

### الفصل والتعيين بإستخدام المبادلات الأيونية

تعيين التركيز الكلى للكاتيونات فى الماء العسر بواسطة كروماتغرافيا التبادل الأيوني

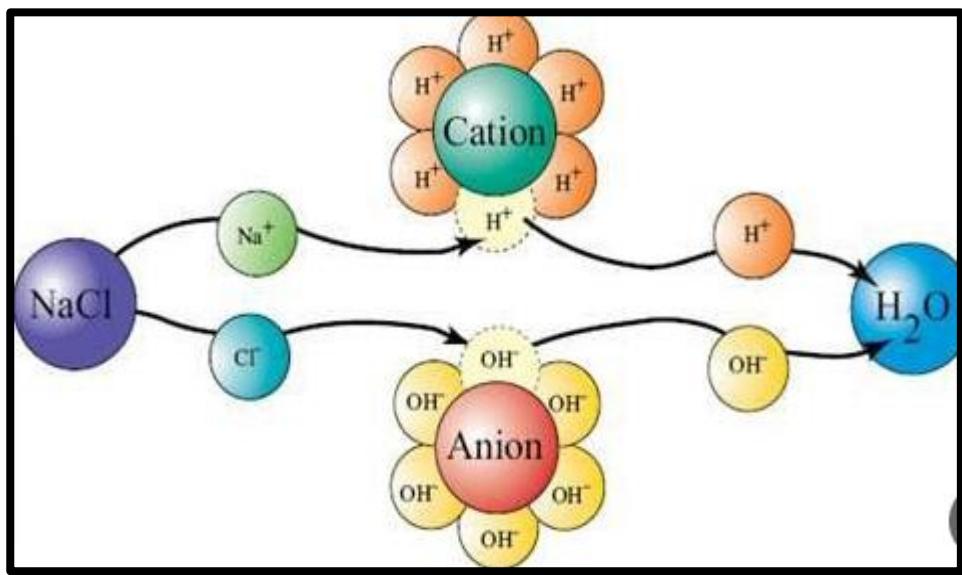
مقدمة

المبدأ العام لهذه الطريقة يتم بإمرار محلول المجهول خلال عمود يحتوى على راتنج حيث يتم تجميع الأيونات المزاحة من الراتنج فى نهاية العمود إلى الخارج.

تنقسم المبادلات الأيونية إلى مبادلات كاتيونية على شكل هيدروجين ومبادلات أنيونية على شكل هيدروكسيد، كما موضح في الشكل (23)، حيث يمكن تقدير الكاتيونات في الماء وذلك بامراره على مبادل كاتيوني بشكل هيدروجيني حيث تبقى الكاتيونات في المبادل الكاتيوني ويتحرر مايكافئها من ايونات الهيدروجين ثم يتم معايرتها بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم معلوم التركيز.

### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. عمود الكروماتغرافيا
2. قمع زجاجي
3. مخار مدرج 5 - 25 ملتر
4. دورق قياسي 100 - 250 ملتر
5. دورق مخروطي
6. ماصة 25 ملتر



الشكل (23) المبادلات الكيميائية الأيونية

#### المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. مبادل كاتيوني
2. حمض الهيدروكلوريك M4
3. عينة ماء عسر
4. دليل الفينول فثالين
5. محلول هيدروكسيد الصوديوم N0.1

#### خطوات التجربة

1. ضع المبادل الكاتيوني في الماء مدة من الزمن حتى ينتفع تماماً.
2. إملاء العمود بالماء المقطر حتى ينساب ويبقى 3 ملتر مع مراعاة عدم وجود فقاعات.
3. انقل المبادل إلى العمود حتى ارتفاع 20 سم.

4. إن لم يكن المبادل في الصورة الهيدروجينية مرر عليه قليل من حمض الهيدروكلوريك  $M_4$  خلال العمود بمعدل انسياپ 5 ملتر/الدقيقة وكرر العملية مرتين مستخدما 25 ملتر من الحمض في كل مرة.

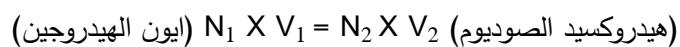
5. انقل 25 ملتر من العينة إلى دورق قياسي حجمه 250 ملتر وакمل بالماء المقطر إلى العالمة.

6. خذ بالماصة 25 ملتر من محلول المخفف واتركه ينساب بمعدل 5 ملتر/دقيقة واجمع محلول في دورق مخروطي ثم اغسل العمود ثلاثة مرات بالماء المقطر مستخدما 25 ملتر من الماء المقطر واجمع ناتج الغسيل في نفس الدورق المخروطي السابق.

7. اضف دليل الفينول فثالين ثم عاير بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم  $N_0.1$ .

### الحسابات

إحسب مللي مكافئات أيون الهيدروجين التي تساوي مللي المكافئات الكلية للكاتيون من قانون التخفيف التالي:



عدد مللي المكافئات الكلية للكاتيون = التركيز  $\times$  الحجم الكلى بالملتر

$$.250 \times N_1 =$$

## 6. التجربة السابعة

### كروماتغرافيا الورق

#### فصل خليط من الهايليدات بواسطة كروماتغرافيا الورق الصاعد

#### مقدمة

في هذه التجربة يتم فصل خليط من البروميد والكلوريد واليود بواسطة كروماتغرافيا الورق ، حيث يتم خلط محليل من بروميد الصوديوم وكلوريد الصوديوم ويوبيد الصوديوم واستعمال خليط من البيريدين والماء كمذيبات .

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. كأس زجاجي سعته لتر
2. ورق ترشيح
3. قلم رصاص
4. مشبك ورق

#### المحاليل والممواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. خليط مذيبات (البيريدين والماء)
2. خليط الهايليدات (كلوريد- بروميد - اليود)
3. محلول نترات الفضة  $M0.1$

#### خطوات التجربة

1. ضع خليط المذيبات (9:1) في كأس سعته لتر
2. خذ ورق ترشيح  $25 \text{ سم} \times 25 \text{ سم}$  وارسم خط افقي بقلم الرصاص بحيث يبعد عن نهاية الورقة مسافة 2 سم ( خط البداية).
3. وضع نقاط من خليط الهايليدات على إحدى جوانب الورقة.

4. تطوى الورقة على شكل اسطوانه وتثبت بمشبك ورق وتوضع في الكأس الذي يحتوى على خليط المذيبات بحيث يكون خط البداية على مسافة قريبة من سطح المذيب.

5. اترك الورقة في الكأس مدة من الزمن حتى يرتفع الطور المتحرك حتى يكون المذيب على بعد 2 سم من طرف الورقة العلوي.

6. اخرج الورقة من المذيب ورش عليها محلول نترات الفضة  $0.1\text{ M}$  حيث تلاحظ بقى لونها اخضر ورمادي مصفر ورمادي .

7. إحسب معامل الإعاقة  $R_f$  لكل لون.

#### الحسابات

$$R_f = \frac{\text{المسافة التي يقطعها المادة (سم)}}{\text{المسافة التي تقطعها المذيب (سم)}}$$

#### 6.9 التجربة الثامنة

##### فصل الحبر التجاري بكروماتغرافيا الورق

##### مقدمة

هذه التجربة لفصل خليط من الحبر التجاري ( احمر - ازرق - اخضر - اسود ) بواسطة خليط من المذيبات وسيتم استخدام خليطين من المذيبات ، الخليط الاول ( 60% امونيا و 60% بيوتانول و 20% ايثانول ) والخليط الثاني ( 60% ماء و 60% بيوتانول و 20% حمض الخليك الثلجي )، كما موضح في الشكل (24).

##### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. كؤوس زجاجية سعة لتر
2. قلم رصاص
3. ورق ترشيح
4. مشبك ورق

## المحايل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. خليط مذيبات مختلفة (امونيا -بيوتانول - ايثانول) و(ماء -بيوتانول - حمض الخليك التاجي).

2. خليط حبر تجاري (أحمر - أزرق - أسود - أخضر).

## خطوات التجربة

1. ضع 100 ملرل من الخليط الأول للمذيبات في كأس وضع نفس الكمية في كأس آخر.

2. حدد بقلم الرصاص خط البداية على بعد 2 سم من نهاية ورقة الترشيح.

3. ضع اربع نقاط بقلم الرصاص واكتب تحت كل نقطة الحرف الأول من لون الحبر.

4. ضع 0.3 ملتر من كل نوع حبر على كل نقطة واتركها تجف.

5. ضع الورقة راسيا في الحوض الذي يحتوي على المذيب.

6. غطي الحوض واتركه مدة من الزمن.

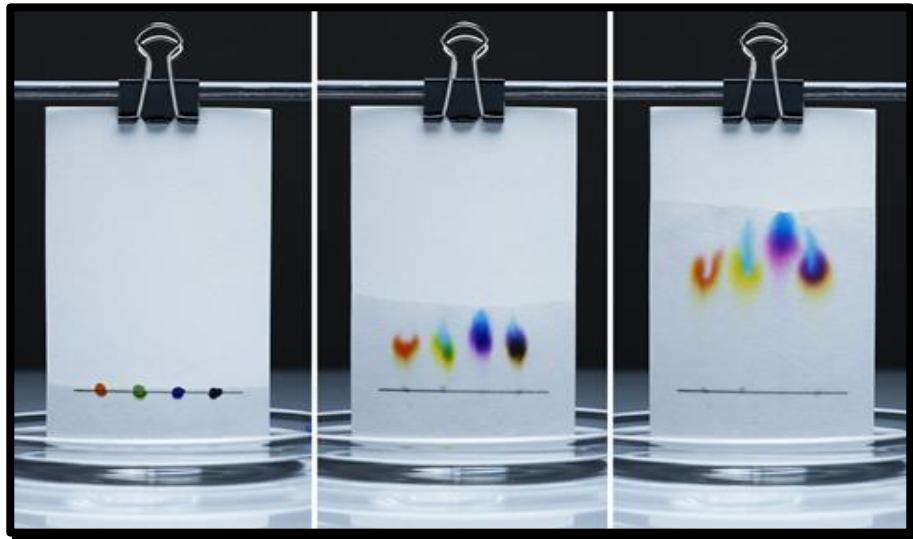
7. كرر الخطوات السابقة باستخدام الخليط الثاني للمذيبات.

8. قارن فصل الاخبار واستنتج اى خليط من المذيبات افضل لفصل الحبر التجاري.

9. إحسب معامل الإعاقة لكل لون من الحبر.

## الحسابات:

$$R_f = \frac{\text{المسافة التي يقطعها المادة (سم)}}{\text{المسافة التي تقطعها المذيب (سم)}}$$



الشكل (24) كروماتغرافيا الورق

#### 6.10. التجربة التاسعة

##### كروماتغرافيا الطبقة الرقيقة

##### فصل اورثونيتروفينول وبارانيتروفينول بكروماتغرافيا الطبقة الرقيقة (TLC)

##### مقدمة

هذه التجربة هي مثال لفصل الصور الايزومارية للمركبات العضوية عن بعضها البعض حيث يتم استخدام خليط من المذيبات (كلورفورم أو كحول ايثيلي) مع البنزين كطور متحرك، كما موضح في الشكل (25).

##### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. الواح زجاجية
2. دوارق مخروطية
3. ساق زجاجي
4. فرن تجفيف

5. مخار مدرج 5ملتر

6. قلم رصاص

7. حوض زجاجي

#### المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. مادة السيلكاجل

2. كلورفورم و بنزين

3. خليط من (اورثونيتروفينول وبارانيتروفينول)

4. محلول هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي

#### تجهيز الواح الطبقة الرقيقة

1. تطحن 6جم السيلكاجل ويتم عمل مستحلب مائي منها فى دورق مخروطي ويغطى ويترك لمدة نصف ساعة.

2. تفرد العجينة على لوح زجاجي بواسطة ساق زجاجية وتوضع لمدة نصف ساعة ثم نضعها فى فرن عند درجة حرارة 60 درجة مئوية لمدة ساعة.

#### خطوات التجربة

1. وضع كمية من الطور المتحرك كلورفورم و بنزين 0.95 ملتر و 5 ملتر بنزين فى حوض التحليل.

2. حدد بقلم الرصاص خط البداية على بعد 2 سم من النهاية السفلية للطبقة الرقيقة.

3. قسم خط البداية إلى مساحات متساوية وضع كمية قليلة من العينة (الخليط 0.1%) في المكان المحدد واتركها تجف.

4. وضع الطبقة الرقيقة على الحوض بشكل عمودي بحيث لا يصل المذيب إلى خط البداية.

5. وضع الغطاء على الحوض واتركه فترة من الزمن حتى وصول المذيب إلى قرب الحافة العلوية.

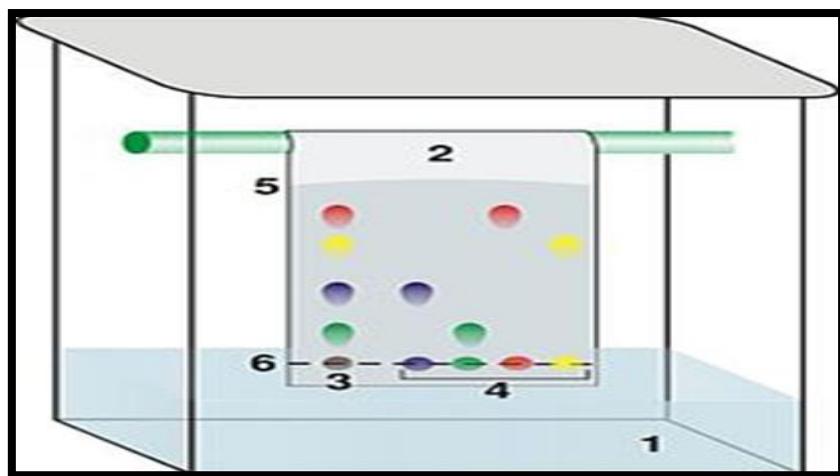
6. أخرج الطبقة من الحوض وحدد وصول المذيب قبل ان يجف.

7. لتطهير الفينولات يتم رش اللوح بمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي 1% الذي يحتوي على (50% كحول ايثيلي و 50% ماء).

### الحسابات

إحسب معامل الاعقة لكل مركب:

$$R_f = \frac{\text{المسافة التي يقطعها المادة (سم)}}{\text{المسافة التي تقطعها المذيب (سم)}}$$



الشكل (25) كروماتغرافيا الطبقة الرقيقة

### 6.11. التجربة العاشرة

#### فصل صبغة ورق النبات (المادة الخضراء) بكروماتغرافيا الطبقة الرقيقة مقدمة

فى هذه التجربة يتم استخدام مادة السيليلوز (طور ساكن) كطبقة رقيقة حيث يتم تحويلها الى مادة غير قطبية باستعمال زيت البارفين حيث تمتاز الصبغة على سطح الطبقة الرقيقة الغير قطبية ويستخدم فى هذه التجربة طور متحرك وهو خليط من (ماء واسيتون وميثانول).

### **الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة**

1. حوض زجاجي
2. الواح زجاجية
3. مدق لطحن النبات
4. أنابيب شعرية
5. مخار مدرج 25 ملتر
6. ماصة 5 ملتر

### **المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة**

1. زيت البارفين
2. إيثربترولي
3. سيليلوز
4. عينة نبات مجفف
5. رمل
6. اسيتون
7. ميثانول

### **خطوات التجربة**

1. ضع 2 ملتر من زيت البارفين و 20 ملتر من ايثربترولي في حوض التحليل.
2. جهز لوح الطبقة الرقيقة من السيليلوز كما في التجربة السابقة.
3. ضع لوح الطبقة الرقيقة في حوض التحليل لكي يرتفع خلالها الطور المتحرك بحيث يصل الى بعد 2 سم قرب الحافة العلوية (هذه الخطوة لتعظيم قطبية الطور الساكن).
4. خذ الطبقة من الحوض وجففها في دولاب التجفيف.
5. اطحن النبات المجفف واضف اليه 5 ملتر من الاسيتون وكمية من الرمل.

6. رش محلول في الخطوة (5) واحتفظ به لإجراء الفصل.
7. بإستخدام أنبوبة شعرية خذ قليل من عصارة النبات وضعها على بعد 2 سم من الحافة السفلية اتركها تجف.
8. انقل 20 ملتر من خليط الطور المتحرك الى حوض الكروماتغرافيا.
9. ضع لوح الطبقة الرقيقة في الحوض بحيث لا يصل المذيب الى خط البداية.
10. غطي الحوض وبداخله الطبقة الرقيقة فترة من الزمن تكفي لوصول الطور المتحرك الى قرب الحافة العلوية للطبقة الرقيقة.
11. خذ الطبقة وجففها في دولاب التجفيف.
12. إحسب معامل الإعاقاة.

#### الحسابات

$$R_f = \frac{\text{المسافة التي يقطعها المادة (سم)}}{\text{المسافة التي تقطعها المذيب (سم)}}$$

#### 6.12. التجربة الحادية عشر كروماتغرافيا العمود

فصل خليط من برمجات البوتاسيوم ودai كرومات البوتاسيوم بكروماتغرافيا العمود  
مقدمة

يمكن فصل خليط من برمجات البوتاسيوم ودai كرومات البوتاسيوم بواسطة عمود فصل يحتوي على الألومينا الحمضية بإستخدام الماء المقطر كمذيب حيث يتم امتزاز دai كرومات البوتاسيوم على سطح الألومينا الحمضية أكبر من امتزاز برمجات البوتاسيوم لذلك تخرج البرمجات من العمود اولا، كما موضح في الشكل (26).

يعتبر ملء عمود الفصل بالمادة المازة (الطور الثابت) من الامور الهامة حيث ان ملؤه بطريقة غير مناسبة ينتج عنه عدم كفاءة الفصل ، حيث يملأ العمود بعجينة مصنوعة من المادة الصلبة وقليل من الطور المتحرك ويتم ملؤه على دفعات حيث يسمح لجسيمات المادة الصلبة ان تستقر قبل إضافة الدفعة الثانية وعند الإنتهاء من ملؤه يجب ان لا يترك العمود يجف بحيث يغطي الطور المتحرك الطور الساكن.

### **الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة**

1. عمود الكروماتغرافي
2. دوارق مخروطية
3. قمع زجاجي
4. ماصة 5ملتر
5. مخار مدرج 25 ملتر
6. ساحة 50 ملتر

### **المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة**

1. مادة الألومينا
2. حمض النيتريك M0.5
3. خليط من ( بمنجانات البوتاسيوم ودaiي كرومات البوتاسيوم )
4. حمض الكبريتيك M0.1
5. محلول قياسي من كبريتات الحديدوز

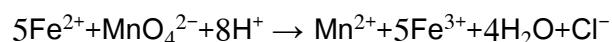
### **خطوات التجربة**

1. إملاً العمود بمادة الألومينا بارتفاع 15 ملتر وذلك بوضع 40 جم منها فى 0.5 مولاري من حمض النيتريك على ان لا يقل ارتفاع الطور المتحرك اعلى العمود عن 1 ملتر .
2. أضف 10 ملتر من الخليط (بمنجانات البوتاسيوم ودaiي كرومات البوتاسيوم) الى قمة العمود وافتح الصنبور .
3. اغسل العمود بحمض النيتريك كطور متحرك (25 ملتر) أضبط السريان 5 ملتر/دقيقة.
4. واصل استعمال حمض النيتريك كطور متحرك وبعد فترة زمنية لاحظ تحرك البرمنجانات الى أسفل العمود واجمعها فى دورق مخروطي.
5. استعمل حمض الكبريتيك 0.1 مولاري كطور متحرك لازحة داي كرومات البوتاسيوم اجمعها فى دورق مخروطي آخر.

6. عاير 5 ملتر من كلا من محلول البرمنجانات ودای كرومات بمحلول قياسي من كبريتات الحديدوز وسجل حجم كبريتات الحديدوز المستهلك.

7. كرر الخطوة (6) ثلاث مرات وسجل متوسط الحجوم وإحسب مولارية كل من برمجات ودای كرومات.

الحسابات



$$\text{عدد ملی مولات } \text{MnO}_4^{2-} = \text{عدد ملی مولات } \text{Fe}^{2+} \times 5$$

$$\text{عدد ملی مولات } \text{Fe}^{2+} = \text{التركيز المولاري } \times \text{الحجم بالملتر}$$

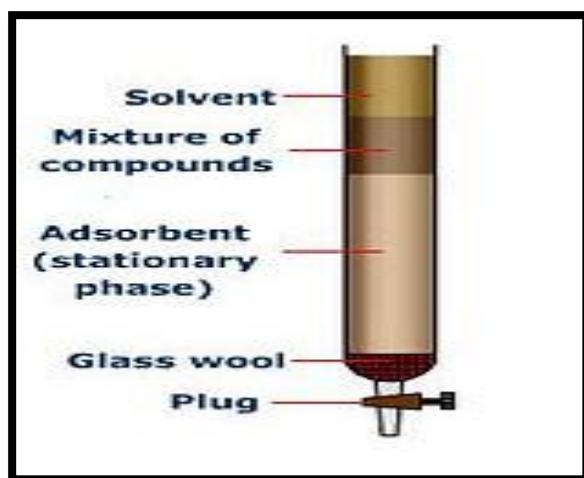
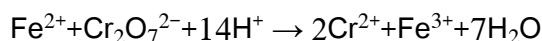
$$5/0.1 \times V_{\text{Fe}^{2+}} = \text{MnO}_4^{2+}$$

$$\text{مولاریة } \text{MnO}_4^{2+} = \text{عدد ملی مولات } \text{MnO}_4^{2-} / \text{الحجم بالملتر}$$

$$\text{حيث ان : حجم } \text{MnO}_4^{2-} = 5 \text{ ملتر}$$

حساب عدملی مولات ومولاریة دای كرومات بنفس الخطوات السابقة وفق

المعادلة التالية:



الشكل (26) عمود الفصل بالكروماتغرافيا

### 6.13. التجربة الثانية عشر

#### كروماتغرافيا العمود

#### فصل مجموعة الكبريتات عن مجموعة الكلوريد بكروماتغرافيا العمود

#### مقدمة

في هذه التجربة سيتم فصل مجموعة الكبريتات الموجودة في حمض الكبريتيك عن مجموعة الكلوريد الموجودة في حمض الهيدروكلوريك بواسطة كروماتغرافيا العمود باستعمال الألومينا كطهر ثابت، حيث يستخدم حمض النيتريك المخفف لازاحة أيون الكلوريد لأن امتصاص الكبريتات على سطح الطور الثابت أكبر من امتصاص الكلوريد والكشف عن أيون الكبريتات بمحلول كلوريد الباريوم فيتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم والكشف عن أيون الكلوريد بمحلول نترات الفضة.

#### الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة

1. عمود فصل الكروماتغرافيا
2. قمع زجاجي
3. كأس زجاجي مدرج
4. دورق مخروطي 250 ملتر
5. ماصة مدرجة 5 ملتر
6. مخار مدرج 50 ملتر

#### المحاليل والمواد المطلوبة لإجراء التجربة

1. مادة الألومينا
2. حمض الكبريتيك  $M0.5$
3. حمض الهيدروكلوريك  $M1$
4. حمض النيتريك  $M0.5$

5. كلوريد الباريوم

6. نترات الفضة

### خطوات التجربة

1. ثبت عمود الفصل بعد غسله وتنظيفه جيداً.

2. املأ العمود بحوالى 40 مل ل من الألومينا.

3. اخلط 2 مل لتر من حمض الكبريتิก ( $M\text{O}0.5$ ) مع 2 مل لتر حمض الهيدروكلوريك .  
(M1)

4. أضف المخلوط من قمة العمود وسجل زمن الإضافة.

5. إستخدم حمض النيتريك ( $M0.5$ ) لإزاحة ايون الكلوريد وذلك بإضافته من أعلى العمود وأكشـف في نفس الوقت عن أيـون الكبريتـات بإضافـة كلورـيد الـبارـيوم يتـكون رـاسـبـ اـبيـضـ منـ كـبرـيتـاتـ الـبارـيومـ.

6. أكـشـفـ عنـ ايـونـ الكلـورـيدـ بـواسـطـةـ نـترـاتـ الفـضـةـ.

7. استـمرـ فيـ إضافـةـ حـمـضـ الـنيـتـيكـ لـإـزـاحـةـ ايـونـ الكلـورـيدـ وـتـأـكـدـ منـ ذـلـكـ بـإـضـافـةـ كـلـورـيدـ الـبارـيومـ.

### 6.14. التجربة الثالثة عشر

#### كرومـاتـغـرافـياـ العـمـودـ

فصلـ المـيـثـيلـ الـبـرـتـقـالـيـ وـالمـيـثـيلـ الـأـزـرـقـ بـواسـطـةـ كـرـومـاتـغـرافـياـ العـمـودـ

مـقـدـمةـ

تعـتـبـرـ الـكـرـومـاتـوـجـرـافـياـ منـ طـرـقـ الفـصـلـ المـسـتـخـدـمـةـ لـفـصـلـ خـلـيـطـ يـصـبـعـ فـصـلـهـ بـالـطـرـقـ الـبـسـيـطـةـ مـثـلـ الـبـلـورـةـ وـالـتـسـامـيـ وـالـقـطـيرـ بـاـنـوـاعـهـ، وـتـعـتـمـدـ تـقـنـيـةـ الفـصـلـ الـكـرـومـاتـغـرافـياـ عـلـىـ تـوزـيـعـ الـمـادـةـ بـيـنـ طـوـرـيـنـ أـحـدـهـمـ ثـابـتـ وـالـآخـرـمـتـحـرـكـ وـالـطـورـ الثـابـتـ قدـ يـكـونـ صـلـبـاـ أوـ سـائـلـاـ مـمـتـزاـ عـلـىـ دـعـامـةـ صـلـبـةـ أـمـاـ الطـورـ المـتـحـرـكـ فـعـادـةـ يـكـونـ سـائـلـاـ عـضـوـيـاـ وـيـشـتـرـطـ فـيـ

الطور الثابت أن لا يتفاعل مع المواد المراد فصلها وأن لا يكون ملون، أما الطور المتحرك فهو عبارة عن خليط من أنواع مختلفة من المذيبات بنسب معينة.

#### **الأدوات المطلوبة لإجراء التجربة**

1. دورق حجمي 250 ملتر
2. عمودين فصل الكروماتغرافيا بحجمين مختلفين
3. مخار مدرج 25 و 50 ملتر
4. قمع زجاجي
5. كأس زجاجي

#### **المحاليل والمذيبات المطلوبة لإجراء التجربة**

1. خليط من الميثيل البرتقالي والميثيل الأزرق
2. أكسيد الألومنيوم النشط
3. إيثر
4. الإيثانول

#### **خطوات التجربة**

1. أذب 0.5 جرام من الميثيل البرتقالي و 0.5 جرام من الميثيل الأزرق في دورق حجمي سعته 250 ملتر بواسطة الإيثانول.
2. جهز عمود الكروماتغرافيا باستخدام 28 جرام من أكسيد الألومنيوم النشط مع 50 ملتر من الإيثر.
3. ادخل 20 ملجرام من الخليط المراد فصله إلى العمود عن طريق قمع فصل.
4. أزح الميثيل البرتقالي باستخدام الماء المقطر ثم أزح الميثيل الأزرق باستخدام 20 ملتر من الإيثانول.
5. كرر العمل السابق باستخدام عمود أكبر مع كمية أكبر من أكسيد الألومنيوم النشط.
6. قارن بين النتيجتين عند استعمال حجمين مختلفين من اعمدة الفصل.

## أسئلة على الفصل السادس

السؤال الأول: علل (اذكر السبب)

1- تستخدم كروماتغرافيا الطبقة الرقيقة بدلا من كروماتغرافيا الورق لفصل الأحماض الامينية؟

2- يفضل الإستخلاص عدة مرات بدلا من الإستخلاص مرة واحدة؟

3- عند فصل اليود بواسطة الإستخلاص لا يستخدم وسط لاستخلاصه بل نكتفي بالكلورفورم فقط؟

4- عند فصل خليط من برمجات البوتاسيوم ودايكرومات البوتاسيوم بعمود الفصل يلاحظ خروج محلول البرمجات من العمود أولا؟

السؤال الثاني:

ما هي أنواع المبادلات الأيونية ؟ وماطبيتها؟

السؤال الثالث:

ما هي طريقة الفصل المناسبة لفصل كلا من المخالفات التالية:

1- خليط من الماء والرمل

2- خليط من الملح والرمل

3- خليط من الكحول والماء

4- حديد موجود في عينة دوائية

5- خليط من برمجات البوتاسيوم وداي كرومات البوتاسيوم

السؤال الرابع:

ما الفرق بين كروماتغرافيا الورق الصاعدة والنازلة؟

**السؤال الخامس:**

لماذا يفضل ان يكون النوع المستخلص في الطور الأكثر كثافة في قمع الفصل؟

**السؤال السادس**

ما هي شروط المذيب الجيد في عملية الإستخلاص

**السؤال السابع :**

ما الفرق بين كروماتغرافيا الورق وكروماتغرافيا الطبقة الرقيقة؟

**السؤال الثامن:**

بما يمتاز كروماتغرافيا العمود ؟ وما هو مبدأ الفصل فيه؟

**السؤال التاسع:**

عدد أقسام الفصل بالقطير؟ وعلى اي اساس يعتمد مبدأ القطير؟

**السؤال العاشر :**

أذكر بعض مخلوط المذيبات التي تستخدم الفصل بواسطة كروماتغرافيا الورق؟

**السؤال الحادي عشر:**

لديك محلول حجمه 40 ملتر من حمض البيوتريك تركيزه 0.1 مولاري تم خلطه مع 20 ملتر من الايثير وبعد فصل طبقتين وجد ان الجزء المتبقى في الطبقة المائية 0.4 ملليمول احسب  $E\%$ .

**السؤال الثانية عشر:**

إذا كانت المسافة التي يقطعها المذاب والتي يقطعها المذيب 6.5 و 10 سنتيمتر على التوالي . إحسب  $R_f$ .

**السؤال الثالثة عشر:**

عينة تحتوي على كلوريد الصوديوم حجمها 5 جم تم ذوبانها في 200 ملتر من الماء حيث أخذ 20 ملتر من الخليط تم إمراهه على مبادل كاتيوني (على شكله الهيدروجيني) . عوير محلول المزاح من العمود بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم وكان الحجم المستهلك من محلول القاعدي 25 ملتر إحسب التركيز والنسبة المئوية لكلوريد الصوديوم؟

**الفصل السابع**  
**عمليات تحضير الكواشف والأدلة المستخدمة في**  
**التجارب المعملية**  
**Processes for Preparing Reagents and**  
**Evidence Used in Laboratory**

## الفصل السابع

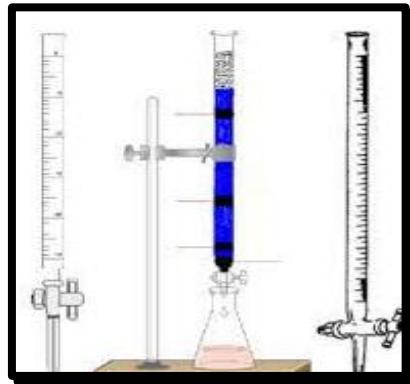
### 7. عمليات تحضير الكواشف والأدلة المستخدمة في التجارب المعملية

#### 7.1. الأدوات الشائعة المستخدمة في معمل التحاليل الكيميائية

الادوات والاجهزة المستخدمة في معمل الكيماء هي معدات تساهم في تحقيق العديد من النشاطات العلمية داخل المعمل وتستخدم هذه المعدات في إجراء التحاليل الكيميائية والإختبارات والكتشوفات و تصنع الأدوات الزجاجية الموجودة في المختبر بأشكال عديدة وأحجام مختلفة ، فيجب على الطالب معرفة تقنية واساليب استعمال هذه الادوات والاجهزة فتساعده في إجراء تجاربه العملية بكل بس وسهولة ودقة وتتوفر له الوقت، وتوجد الادوات في المعمل بشكلها الزجاجي وكذلك المعدني وببعضها ادوات بلاستيكية و يجب توفر اغلبها في أي مختبر كيميائي وهي كالتالي:-

#### Burette :

هي أنبوبة زجاجية مدرجة ذات شكل اسطواني وينتهي طرفاها السفلي بصنبور صغير محكم، كما موضح في الشكل (27)، وتستخدم السحاحة عادة في العديد من التجارب التي تتطلب نسبة عالية من الدقة في القياس مثل عمليات المعايرة في الكيماء، وأكثر السحا حات استخداماً هي ذات 25 ملتر ، 50 ملتر، 100 ملتر.



الشكل (27) السحاحة

**الماصة المدرجة : Graduated pipette**

عبارة عن أداة زجاجية مخبرية عادة ما يتم استخدامها في معمل الكيمياء لقياس حجم معلوم من المحاليل أو نستخدمها لقياس حجم معلوم من محلول لكي يتم معاليرته، كما موضح في الشكل (28).



الشكل (28) الماصة المدرجة

### **الماصة الحجمية : Volumetric pipette**

الماصة الحجمية وهي عبارة عن أداة تستخدم لقياس كميات محددة من السائل، وعادة ما تكون الماسchas أنابيب طويلة مفتوحة من كلا الطرفين، وعليها علامات تشير لما يمكن أن تحتويه من حجم معين للسائل، كما موضح في الشكل (29).



الشكل (29) الماصة الحجمية

### **الدورق المخروطي : Conical flask**

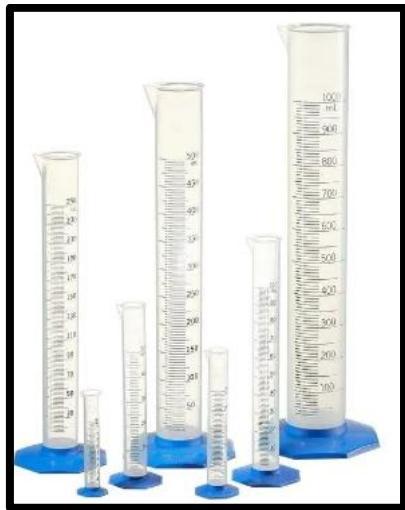
الدورق المخروطي ويسمى أيضاً دورق إرنماير وهو عبارة عن دورق ذو قاعدة ذات شكل مخروطي وله عنق أسطواني وهو مشابه للكأس الزجاجي إلا أنه يمتلك عنقاً أضيق قليلاً والذي يتيح إحكام إغلاق الدورق باستخدام السداد المطاطية ، كما موضح في الشكل (30)، والدورق المخروطي عبارة عن نوع من الأدوات الزجاجية المخبرية التي تستخدم كثيراً في المختبرات الكيميائية، كما تستخدم من أجل تحضير المحاليل وتستخدم في المعايرات ، أكثر الدورق المخروطية استعمالاً هي 100 ملتر إلى 800 ملتر وهي مناسبة لجميع أغراض الكيمياء التحليلية.



الشكل (30) الدورق المخروطي

#### المخار المدرج : **Graduated cylinder**

الأسطوانة المدرجة أو تسمى أيضاً بالمخبار المدرج و أيضاً المقياس المدرج وهي إحدى التجهيزات الرئيسية في المختبرات والمصانع الكيميائية ويصنع من الزجاج السميك أو البلاستيك، كما موضح في الشكل (31)، يستخدم لقياس حجم السوائل بدقة نسبياً تصل إلى 0.5 ملتر ويتوفّر منه أحجام مختلفة.



الشكل (31) المخار المدرج

### **الدورق الحجمي : Volumetric flask**

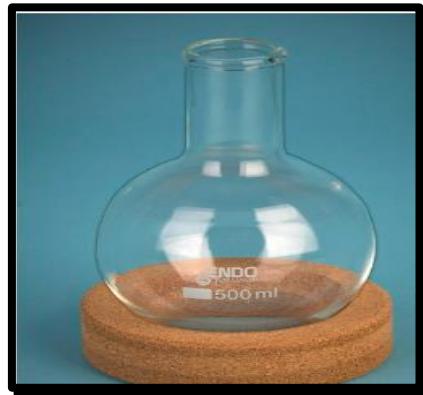
هو دورق زجاجي شبه كروي مسطح من أسفله ذو عنق طويل يستخدم في معامل الكيمياء والمخابرات ومعمل الكيمياء التحليلية لتحضير وتجهيز المحاليل ويصنع الدورق عادة من الزجاج وفي بعض الأحيان من البلاستيك ويحتوي العنق على مسد مصنوع من مادة البروبيلين بدل الزجاج ويوجد على عنقه علامة تحدد حجم السائل وهذا الحجم مدون على جدارها الخارجي وكما موضح في الشكل (32)، ويتوفر منه عدة حجوم تتراوح عادة ما بين 10 ملتر إلى 5000 ملتر.



الشكل (32) الدورق القياسي

### **الدورق الكروي : Round-bottomed flask**

الدورق الكروي وهو عبارة عن دورق ذو قاعدة كروية الشكل، ويحتوي على غطاء أو سدادة ويستعمل في المعامل والمخابرات الكيميائية. يتم صنع هذه الدوارق في الغالب من الزجاج للإستخدام الكيميائي وتوجد عدة أنواع جديدة مصنوعة من مادة البوروسيليكا والتي تتميز بالمقاومة العالية للحرارة وكما موضح في الشكل (33).



الشكل (33) الدورق الكروي

#### **Florence flask : دورق الغليان**

دورق الغليان هو نوع من انواع الدوارق الزجاجية تم استعماله كقارورة من الزجاجيات المستخدمة في المختبر، كما موضح في الشكل (34)، ومن الاستخدامات الشائعة لهذا الدورق هو تخزين السوائل الكيميائية. في الغالب يكون دورق الغليان مصنوع من زجاج البورسليكات لمنع الشقوق في الرجاج.



الشكل (34) دورق الغليان

### دورق كيلدال : Keldahl Flask :

دورق كيلدال هي عبارة عن دوارق دائيرية تمتلك او تتميز بعنق طويل وواسع كما موضح في الشكل (35)، تستخدم في طريقة كيلدال للتقدير الكمي لمحنوي عينة النيتروجين. وعادة ما يتم تصنيع دوارق كيلدال من الزجاج المسمى بـ البورسليكات والذي يتميز بأنه مقاوم للحرارة والمواد الكيميائية.



الشكل (35) دورق كيلدال

### الدورق الكمثري : Pear-shaped flask :

تُستخدم الدوارق التي تكون على شكل كمثري في التبخير لغرض التجفيف باستخدام مبخر دوار ، كما موضح في الشكل (36)، يعطي الشكل الدائري ٧ لهذه الدوارق إمكانية إزالة المواد الصلبة بشكل أكثر كفاءة من الدوارق المستديرة ذات القاعدة.



الشكل (36) الدورق الكمثري

#### الدورق المعوج : Retort flask

الدورق المعوجة هي عبارة عن جهاز يستخدم للتقطير أو التقطير الجاف للمواد، وتكون من إناء كروي برقبة طويلة متوجهة لأسفل، ويوضع السائل المراد تقطيره في الوعاء ويتم تسخينه و تعمل الرقبة في المعوجة كمكثف ، كما موضح في الشكل (37)، وهذا يتيح للأبخرة بالتكثف والتدفق على طول عنق الدورق إلى وعاء التجميع الذي يوضع تحته.



الشكل (37) الدورق المعوج

### **Schlenk flask : دورق شلينك**

دورق شلينك أو أنبوب شلنك، يعود هذا الأسم إلى مخترعه شلنك ويلهلم. ويتميز هذا الدورق بإحتوائه على ذراع من الجانب مزودة بسدادة يسمح بتفريغ الوعاء أو ملئه بالغاز وكما موضح في الشكل (38).



الشكل ( 38 ) دورق شلينك

### **Straus flask : دورق شتراوس**

وهو عبارة عن دورق تخزين يتميز بقاعدة دائيرية الشكل كما موضح في الشكل (39)، ويستخدم في الحفاظ وتخزين المذيبات الجافة والخالية من الشحوم وغير المؤكسدة لفترات طويلة من الزمن.



الشكل ( 39 ) دورق ستراوس

#### دورق التفريغ : **Buchner Flask**

دورق التفريغ ومن أسمائه الأخرى هي دورق التصفية والدورق ذو الذراع الجانبي كما موضح في الشكل (40)، وهو عبارة عن دورق مخروطي ذو جدران سميكة تحتوي على أنبوبة قصيرة فرعية يكون موقعها بالقرب من العنق.



الشكل ( 40 ) دورق التفريغ

### دورق كليزن : Claisen flask

دورق كليزن أو الدورق الخاص بالتقطر Claisen وهو نوع خاص من دورق التقطر والأدوات الزجاجية الشائعة الاستخدام في المختبرات والمعامل الكيميائية، ويستخدم في عمليات مثل التقطر الفراغي، كما موضح في الشكل (41)، و تم اختراعه من قبل العالم Rainer Ludwig Claisen.



الشكل (41) دورق كليزن

### قمع الفصل : Separating funne

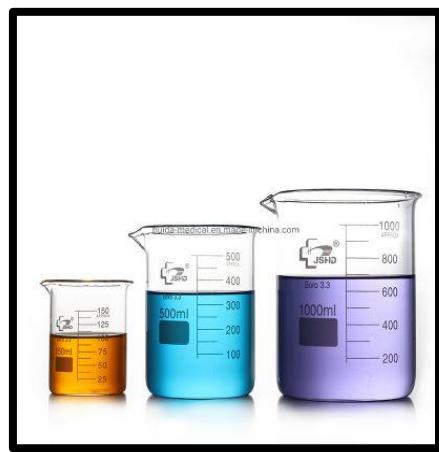
قمع الفصل هو إحدى الأدوات الزجاجية الشائعة الاستخدام في المختبرات والمعامل الكيميائية، كما موضح في الشكل (42)، يستخدم قمع الفصل في العديد من العمليات مثل عملية إستخلاص سائل-سائل لفصل الأطوار في مزيج متكون من مذيبين غير قابلين للامتزاج نتيجة لاختلاف الكثافات فيما بينهما. غالباً ما يتم استخدام قمع الفصل في فصل الطور المائي عن الطور العضوي.



الشكل (42) قمع الفصل

#### الكؤوس الزجاجية المدرج : Beakers

الكأس الزجاجي أو البيكرو وعاء يصنع غالباً من الزجاج ويستخدم لتحريك وخلط ودمج السوائل في المختبرات الكيميائية، يتم صنع الكأس الزجاجي المختبري من زجاج البوروسيليكات الذي يتميز أنه متين و مقاوم للحرارة وشفاف و لها قياسات مختلفة. كما موضح في الشكل (43).



الشكل (43) الكؤوس الزجاجية المدرجة

### الأقماع الزجاجية :

أداة تكون من قسم علوي مخروطي الشكل ينتهي بقسم اسطواني ضيق يسهل استخدام القمع في عملية صب السوائل أو ملء حبيبات المواد المختلفة في الأواني والأوعية في المختبر ويستخدم كذلك في ترشيح السوائل ، وتصنع الأقماع من الصلب الغير قابل للصدأ أو الزجاج او اللدائن، كما موضح في الشكل (44).



الشكل (44) الأقماع الزجاجية

### جفنة التسخين أو الحرق :

هي إناء من الخزف يستعمل في المختبرات الكيميائية وذلك لكي يحتوي العينات المخبرية عند تسخينها لدرجات حرارة مرتفعة، تستخدم البوتجة أيضاً من أجل سكب مصهور الفلزات والحرق، كما موضح في الشكل (45)، غالباً يستخدم غطاء مع البوتجة لمنع تطاير العينات منها، كما يستعمل حامل معدني (ملقط) لتجنب لمس البوتجة الساخنة أثناء إخراجها من الفرن.



الشكل (45) جفنة التسخين أو الحرق

**عمود فصل الكروماتغرافيا : Chromatography column :**

غالباً ما يكون من الزجاج يتراوح طول العمود الكروماتغرافي ما بين 10 - 30 سم وبقطر 1 سم او اكثـر، كما موضح في الشكل (46)، يوضع في نهاية العمود كمية من الصوف الزجاجي أو القطن الطبي لمنع خروج الطور الساكن من العمود، وتستخدم لفصل مكونات من مركبات كيميائية ويمـلأ العمود إما بحبـبات من الألومينا الصلبة أو السليـكـاجـلـ.



الشكل (46) عمود فصل الكروماتغرافيا

#### أنابيب الإختبار : **Test tube** :

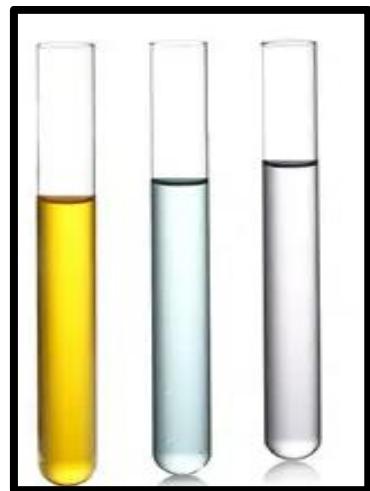
أنابيب الأختبار وهو أحد اكثـر الأدوات الزجاجية شيـوعاً في المختـبر، كما موضـح في الشـكل (47)، ويتـميز بأحتـوائه على فـتحـة من الأـعـلـى وـالـتـي يـتـم استـخـدامـها لـنـقـل أو صـب أو مـزـجـ المـحـالـيـلـ والمـوـادـ الـكـيـمـيـائـيـةـ والعـدـيدـ منـ السـوـالـيـنـ. وـعـادـةـ ماـيـتـمـ استـخـدامـ أنـبـوبـ الاـخـتـارـ منـ قـبـلـ الـكـيـمـيـائـيـنـ، وـفـيـ بـعـضـ الـحـالـاتـ النـادـرـ يـصـنـعـ أنـبـوبـ الاـخـتـارـ منـ الـبـلاـسـتـيـكـ. وـتـنـوـفـ أـنـبـيبـ الإـخـتـارـ بـأـشـكـالـ وـأـحـجـامـ وـقـيـاسـاتـ مـخـلـفـةـ.



الشكل (47) أنابيب إختبار

#### أنابيب الغليان : Boiling Tubes

أنابيب الغليان هو عبارة عن أنابيب ذو شكل أسطواني وكبير نوعاً ما، كما موضح في الشكل (48)، ومن استخداماته الشائعة في المختبر هو تسخين المواد بدرجات حرارة عالية ويوضع على لهب موقد بنزن. أنابيب الغليان في الأصل هو عبارة عن أنابيب اختبار ولكن الإختلاف بينهما أنه أكبر بحوالي 50%.



الشكل ( 48 ) أنابيب الغليان

### قمع بوخر : Filter funnel

يسمى أيضاً بقمع بوشر وهو أحد الأدوات المعملية المستخدمة في الترشيح بالشفط وعادة يتم صنعة من مادة البورسلين ولكن المتوفر الشائع الأستخدام هو المصنوع من الزجاج ويستخدم في جمع بلورات المركبات، كما موضح في الشكل (49)، من المعتاد أن يصنع من البورسلين ولكن المتوفر في المختبرات من الزجاج واللدائن، ويوجد على رأس القمع اسطوانة بها لوحة متقوية تفصلها عن القمع.



الشكل (49) قمع بوخر

### قمع تنقيط : Dropping funnel

قمع التقطيع وهو أحد الأدوات الزجاجية الشائعة الاستخدام في المختبرات والمعامل الكيميائية، كما موضح في الشكل (50)، ويستخدم هذا القمع في إضافة كميات محددة أو قليلة من المواد الكيميائية السائلة وبشكل بطيء جداً إلى خليط التفاعل وتكون عملية الإضافة هذه على شكل قطرات. يتم التحكم بكمية المواد المضافة إلى المزيج من خلال الصنبور الزجاجي الذي يكون مدمج مع هيكل القمع.



الشكل ( 50 ) قمع التقطيع

**قمع ثيستل : Thistle funnel**

قمع ثيستل أو الأنوب السناني هو أحد الأدوات أو المعدات الزجاجية المستخدمة في المختبرات والمعامل الكيميائية ، وعادة ما تستخدم أنابيب ثيستل من قبل الكيميائيين لإضافة السوائل الكيميائية إلى الأجهزة الدقيقة، كما موضح في الشكل (51).



الشكل ( 51 ) قمع سينتل

### مجفف زجاجي :

وعاء زجاجي أو لدائني يستخدم في مختبر الكيمياء لتجفيف كميات صغيرة من المواد تجفيفاً تماماً، كما موضح في الشكل (52)، وتوضع المادة المجففة (مثل هلام السيليكا أو هيدروكسيد الصوديوم) تحت رفٍ توضع فوقه المادة المراد تجفيفها.



الشكل (52) مجفف زجاجي

### ورق الترشيح :

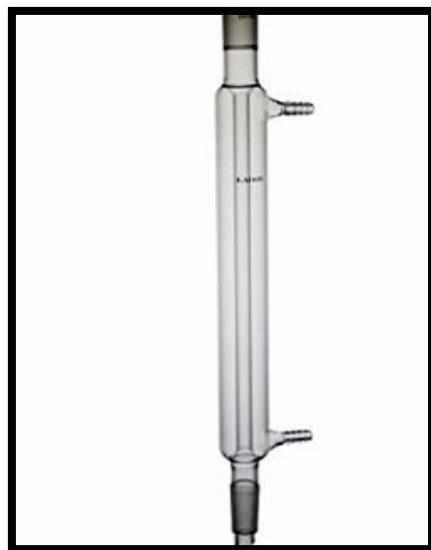
عبارة عن ورق نصف نفاذ ويستخدم ورق الترشيح في المختبرات الكيميائية لفصل المواد الصلبة الدقيقة الموجودة في سائل، وتوضع ورقة الترشيح غالباً في القمع، كما موضح في الشكل (53).



الشكل (53) ورق الترشيج

### **Liebig condenser : المكثف المستقيم**

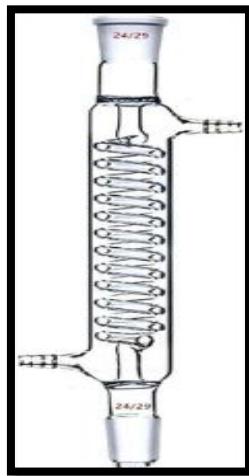
هو من الأدوات الزجاجية الشائعة الاستخدام في المختبرات والمعامل الكيميائية، وهو أنبوب مستقيم زجاجي محاط بالماء، كما موضح في الشكل (54)، وهو جزء أساسي في عملية فصل المخلوط السائل وتقطير مخلوط من السوائل الغرض منه لفصل المكونات عن بعضها البعض، ويتم ذلك بفصل مكونات الخليط السائل عن طريق إختلاف مقدار التطوير للمكونات التي تكون الخليط.



الشكل (54) المكثف المستقيم

### **Graham condenser : مكثف جراهام**

هو من الأدوات الزجاجية الشائعة الاستخدام في المختبرات والمعامل الكيميائية، كما موضح في الشكل (55)، ويتمتع هذا المكثف بقدرة تبريد منخفضة ويمكن انسداده بسهولة إلى حد ما حيث يتدفق السائل المكثف مرة أخرى إلى القارورة وينع البخار الذي من الممكن أن يخرج.



الشكل (55) مكثف جراهام

**مكثف فريدريش : Friedrichs condenser :**

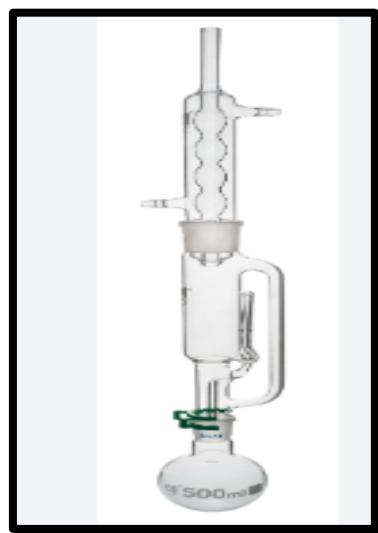
اخترع فريتز والتر بول فريدريش مكثف فريدريش (الذي سمي على إسمه) ، الذي نشر تصميماً لهذا النوع من المكثفات في عام 1912 ، ويكون هذا المكثف من اسطوانة كبيرة مبردة بالماء مثبتة بإحكام داخل أسطوانة عريضة. للاسطوانة سلسلة من التحدبات والتعرات الحلوذنية على طولها ، كما موضح في الشكل (56) ، وذلك لترك مسار حلزوني ضيق للبخار ، يجبر هذا التكوين البخار على البقاء لوقت أطول في ملامسة الأسطوانة.



الشكل (56) مكثف فريدريش

### **جهاز سوكسلت : Soxhlet extractor :**

جهاز سوكسلت هو جهاز يستخدم في المختبر والمصانع، اخترعه العالم فرانز فون سوكسلت في عام 1879. وقد صمم هذا الجهاز في الأصل لاستخلاص الليبيدات من المواد الصلبة، ولكن جهاز سوكسلت غير مقتصر على استخلاص الليبيدات، كما موضح في الشكل (57).



الشكل ( 57 ) جهاز سوكسلت

### **محقنة الغاز : Gas syringe :**

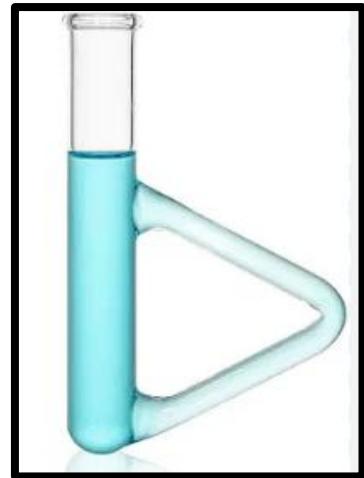
محقنة الغاز أو تسمى زجاجة جمع الغاز هي إحدى زجاجيات المختبر، تستخدم في إدخال أو تفريغ حجم من الغاز من نظام مغلق، أو في قياس حجم الغاز المتولد عن تفاعل كيميائي. كما موضح في الشكل (58)، وتستخدم محققنة الغاز في قياس حجم السوائل أو في تغذية السوائل بحسب معينة وخاصة عندما تحتاج إلى حفظ هذه السوائل بعيدة عن الهواء.



الشكل (58) محقنة الغاز

**أنبوب ثيل : Thiele tube :**

أنبوب ثيل هو أنبوب يستعمل في المختبرات الكيميائية، وقد سمي باسم الكيميائي الألماني يوهانس ثيل، لأن تصميم هذا الأنابيب مبني على أساس الإحتواء والتسخين في حمام زيتى، كما موضح في الشكل (59).



الشكل (59) أنبوب ثيل

## 7.2. الأدلة (الدليل الكيميائي):

الأدلة (الدليل الكيميائي): هي قواعد عضوية ضعيفة او احماض عضوية ضعيفة يتغير لونها بتغير الوسط اي بتغير  $\text{pH}$ , وستعمل الأدلة لمعرفة نقطة التكافؤ وذلك بتغير لونها او ظهور تعكر، في حالة الحمض القوي والقاعدة القوية تكون قيمة الاس الهيدروجيني (pH=7) بينما إذا كان الحمض ضعيف والقاعدة ضعيفة تكون قيمة الرقم الهيدروجيني أقل من (7)، أما في حالة تعادل القاعدة القوية مع الحمض الضعيف تكون قيمة الرقم الهيدروجيني أكبر من (7)، بحيث أن نقطة نهاية التفاعل (نقطة التكافؤ) تتوقف على طبيعة تركيز محلول حسب قيم معينة للرقم الهيدروجيني.

## 7.3. طرق تحضير بعض الكواشف والأدلة الهامة المستخدمة في التجارب المعملية:

### دليل الفينول فثالين (Phenolphthalein)

هو دليل ذو طبيعة حامضية ويرمز له بالرمز  $\text{ph}.\text{ph}$  ويعلم ضمن مدى  $\text{pH}$  8.3-10 ويكون في الوسط الحامضي عديم اللون وفي الوسط القاعدي أحمر وردي باهت) حيث ينفك الدليل حسب المعادلة :



لونه أحمر (الوسط القاعدي) عديم اللون (الوسط الحامضي)

عند إضافة قاعدة ينزاح التفاعل ناحية اليمين ليغوص النقص في  $\text{H}^+$  فيعطي لون أحمر اما عند إضافة حمض ينزاح التفاعل ناحية اليسار لزيادة  $\text{H}^+$  فيعطي عديم اللون.

يحضر دليل الفينول فثالين بإذابة 0.5 جرام من فينولفثالين الصلب في 150 ملتر من الإيثانول ثم يخفف إلى 250 ملتر ماء مقطر .

### دليل المثيل البرتقالي (Methyl Orange)

هو دليل ذو طبيعة قاعدية ويرمز له بالرمز M.O ويعلم ضمن مدى 4.4-3.1 pH ويكون لونه في الوسط الحمضي أحمر (باخت) بينما في الوسط القاعدي أصفر.

يمكن توضيح لون الدليل حسب الوسط الموجود فيه وفق المعادلة التالية:



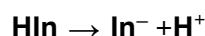
أحمر (الوسط القاعدي)      أصفر (الوسط الحمضي)

عند إضافة حمض ينزع التفاعل ناحية اليسار فيعطي لون أحمر بينما عند إضافة قاعدة ينزع التفاعل ناحية اليمين فيكون اللون أصفر.

يحضر بإذابة 1 جرام من مادة المثيل البرتقالي في 75 ملتر من الماء المقطر ثم أخلط جيدا ثم أكمل محلول بالماء المقطر لحجم 100 ملتر ورشح محلول إن لزم الأمر.

### دليل الميثيل الأحمر (Methyl Red)

يرمز له بالرمز M.R وهو ذات طبيعة قاعدية ويعلم ضمن مدى pH من 4.2 إلى 6.3، ويعطي هذا الدليل لونا أحمر في الوسط الحمضي واصفر في الوسط القاعدي.



أحمر (الوسط الحمضي)      أصفر (الوسط القاعدي)

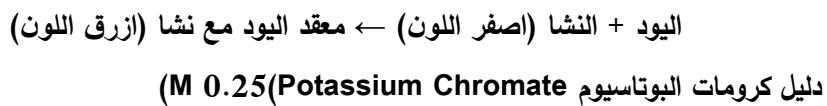
يحضر بإذابة 0.1 جم من الميثيل الأحمر في 600 ملتر من الكحول الإيثيلي ويخفف بالماء المقطر إلى لتر.

### دليل أزرق الميثيلين (Methylene Blue)

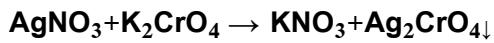
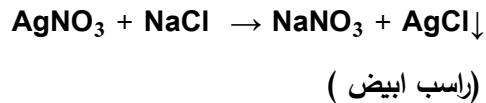
يعطي دليل أزرق الميثيلين في الوسط الحمضي لون أزرق بينما يعطي لونبني في الوسط القاعدي ويحضر الدليل بإذابة 38 مليجرام من مسحوق الميثيلين الأزرق الصلب في 250 ملتر من الماء المقطر.

## دليـل النـشا (Starch)

النشاهو بوليمير جلوكوز ورمزه (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) ويستعمل فى المعايرات مع محلول اليود (اليود مع يوديد البوتاسيوم) حيث يكون مع اليود معقد ازرق ويمكن ملاحظة هذا اللون حتى عندما تكون التراكيز صغيرة لذلك فإن النشا يعد مفضلًا لهذه المعايرات ويختفي اللون الأزرق بإختفاء اليود ، يتم تحضيره بخلط 2 جم من النشا مع قليل من الماء المقطر وحركه حدا.



يستخدم هذا الدليل بشكل خاص في طريقة موهر (معاييرات الترسيب) عند تقدير ايون الكلوريد بالتفاعل مع محلول نترات الفضة القياسي بوجود دليل كرومات البوتاسيوم ويوضح التفاعل تغير لون الدليل بالمعادلة التالية:-



(لونه أحمر ) (لونه أصفر )

يحضر هذا الدليل بوضع 48.54 جم من كرومات البوتاسيوم الصلب في دورق حجمي سعة لتر ثم أضاف الماء المقطر إلى منتصف حجم الدورق تقريبا وأغلق الدورق ورجه جيدا حتى تذوب المادة الصلبة ويمكن زيادة كمية الماء إذا لزم الأمر لضمان ذوبان المادة الصلبة وبعد ذلك أضاف الماء المقطر بحذر إلى الدورق إلى العلامة المحددة.

## دلیل ایروکروم بلک تی (Eriochrome Black T )

يرمز له بالرمز EBT وهو أكثر الأدلة إستعمالاً في معايرات المعقّدات ويعطي لون أزرق عندما تكون pH المحلول في المدى 6.3 إلى 11.5 ويصبح برتقاليّاً عندما تصل إلى أكثر من 11.5 ويمكن كتابة معادلة الإلتزام للدليل مع محلول يحتوي على أيون  $\text{H}_2\text{Y}^{-2}$  كالتالي:-



أزرق (قبل المعايرة)      أحمر



أحمر (عند نقطة التكافؤ) أزرق

لتحضير الدليل أذب 1 جم من T Eriochrome Black T في 80 ملتر في 95% من الكحول الإيثيلي ثم خفف بالكحول للوصول الى 100 ملتر.

## دليل اليود (Iodine)

أذب 6.7 جم من يوديد البوتاسيوم في 100 ملتر من الماء المقطر، ثم أضف 3.3 جم من اليود الصلب، واخلط محلول جيداً وخفف بالماء المقطر لتحصل على 1 لتر ويحفظ محلول في زجاجة قائمة اللون، ويمكن توضيح تغير لون الدليل عند تفاعلاته مع محلول ثيوکبريتات الصوديوم وفق المعادلة التالية:



### شب الحديد (Ferric alum)

يستخدم شب الحديديك فى طريقة فولهارد (معاييرات الترسيب) بالمعايرة مع محلول قياسي من ايون الثيوسيانات ويت-SCN يتفاعل دليل شب الحديديك وفق المعادلة التالية:



## اصفر او بنی قاتم احمر

لتحضيره أذب 140 جم من بلورات كبريتات الأمونيوم الحديديك في 400 ملتر من الماء الساخن حتى تذوب تماما ثم التبريد.



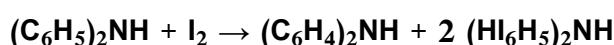
#### دليل الفلورسين (Fluorescein)

الفلورسين مركب عضوي لونه برتقالي وينذوب في الماء والكحول، يستخدم هذا الدليل في معايرات الترسيب (طريقة فاجان).

يحضر بذوبان 0.1 جم من الفلورسين في 80 ملتر من الكحول الإيثيلي تركيز 95% و خففه بالكحول لتصل إلى حجم 100 ملتر.

#### دليل ثائي فينيل أمين (Diphenylamine)

يستعمل هذا الدليل في معايرات الأكسدة والاختزال مثل معايرته مع اليود حسب المعادلة التالية:



يحضر بذوبان 0.2 جم من مادة ثائي فينيل أمين في 100 ملتر من حمض الكبريتيك المركز.

## **أسئلة على الفصل السابع**

### **السؤال الأول :**

ما هي الأداء المناسبة لكلا من العمليات التالية :  
التقطير الفراغي - تخزين مذيبات جافة - التقطير الجاف - التقدير الكمي للنيتروجين -  
تسخين عينة صلبة عند درجة حرارة عالية - فصل خليط من السوائل - إستخلاص  
الليبيادات - سحب غاز منظام مغلق.

### **السؤال الثاني :**

ما هي أهم استعمالات كلا من الأدوات الزجاجية التالية في معمل الكيمياء:  
الماصة - السحاحة - المخارب المدرج - الكؤوس الزجاجية - قمع الفصل.

### **السؤال الثالث :**

ما الفرق بين كلا من الأزواج النالية من الأدوات الزجاجية من حيث الإستخدام :  
قمع بوخر - قمع التقطير  
المكثف المستقيم - مكثف جراهام  
أنبوب الغليان - أنبوب الاختبار  
عمود الفصل - قمع الفصل

### **السؤال الرابع :**

عرف الأدلة؟ وما فائدتها؟

### **السؤال الخامس:**

ما هو الدليل المناسب للمعاييرات التالية:  
معايير حمض مع قاعدة  
معايير طريقة موهر (معايير الترسيب)  
معايير فولهارد (معايير الترسيب)  
معايير فاجان (معايير الترسيب)  
معايير اليود (معايير الأكسدة والاختزال).

## الفاتمة

إن العمل في معمل التحليل الكيميائي يكون مؤثراً فقط عند التطبيق الفعلي بوعي وإدراك مع التفهُم الكامل للنظرية، وهذا بالإضافة إلى أن كل عملية كيميائية تتطلب أن القائم بالتجربة يكون حريصاً عند إجراء خطوات هذه التجربة، حتى أن التجربة التي تبدو غير ضارة وقد تسبب نتائج ضارة عند عدم التخطيط الجيد لها وذلك لعدم مقدرة البعض للفهم الجيد لظروف التفاعل التي تحدث في التجربة قبل البدء فيها. ولذلك وجب علينا إعداد دليل يعمل على تسهيل وتوضيح طريقة إجراء هذه التجارب المعملية ووجب على الطلاب أن يقرأوا وصف التجارب التي سيقوم بعملها وتحضيرها والإلمام الكامل بالدليل المعملي وبخواص المواد الكيميائية المراد تحليلها ودراستها وفهم المعادلات ذات العلاقة وطرق الحسابات الكيميائية الالزمة، وكذلك ملاحظة وتقدير التجارب التي تتطلب انتباه خاص ولهذا وجب على كل الطلاب قبل البدء في التجربة إجراء التحضيرات المعملية الضرورية الالزمة وفهم الغرض من كل جهاز معملي والعمل عليه بحرص ودقة وإهتمام. ونجد في هذا الكتاب طريقة البساطة والسلسة والوضوح وتوجُّد الأمثلة والأسئلة التطبيقية كلما قبضت الحاجة إلى ذلك وينتهي كل فصل بمجموعة من الأسئلة التي تساعِد الطالب على زيادة فهم واستيعاب المادة العلمية في كل نهاية فصل من فصول الكتاب.

وفي النهاية أن هذا الكتاب العلمي يغطي معظم التجارب والمواضيع التي يحتاجها الباحث والطالب في مختبر الكيمياء التحليلية في كافة المراحل الدراسية مع الاستعانة بالرسومات التوضيحية المميزة والمفيدة لكي يكتسب الطالب المهارة الالزمة التي يحتاجها بعد مراحل الحياة الدراسية.





اللاحق

**Appendices**

## الملحق (1)

### أجابت الأسئلة الزوجية

الباب الأول:

إجابة السؤال الثاني

- أن يكون المختبر جيد التهوية ويحتوي على عدد كافي من شفاطات الهواء مصممة خصيصاً للمختبرات وتعمل طول فترة العمل في المختبر.
- أن تكون جدران وأسقف المختبر من مادة كيميائية خاملة ولا تكون من مواد قابلة للإشتعال والأفضل أن تكون الأرضيات من مواد خشبية غير قابلة للإنزلاق.
- يجب أن يكون المختبر بالقرب من مصادر المياه ومياه الصرف الصحي.
- تكون الطاولات مصنوعة من مادة مقاومة للمواد الكيميائية مثل الإيبوكسي.

إجابة السؤال الرابع

- التسمم بالمواد السائلة أو الصلبة
- التسمم بالمواد القاعدية
- التسمم بالمواد الحمضية
- التسمم بالغازات

إجابة السؤال السادس

استخدام ثاني أكسيد الكربون أو الرمل أو جهاز الاطفاء الرغوي في عملية الاطفاء.

الباب الثاني :

إجابة السؤال الثاني

درجة الإنصهار هي الدرجة التي تتحول فيها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة.

درجة التجمد هي الدرجة التي يتساوى فيها الضغط البخاري للسائل مع ضغط بخار الجليد أو هي الدرجة التي تتحول فيها المادة من الحالة السائلة إلى الصلبة.

درجة الغليان هي الدرجة التي يتساوى عندها ضغط بخار السائل مع الضغط الجوي المطبق عليه.

اللزوجة هي مقاومة السائل للجريان أو الانسياب عند حركته.  
الكثافة هي كتلة وحدة الحجم من المادة وتقاس بالوحدة الدولية (كيلوجرام/متر<sup>3</sup>).  
الكثافة النسبية هي كثافة السائل نسبة إلى كثافة مادة قياسية مثل الماء.

#### إجابة السؤال الرابع

يستدل على نقاوة المواد الصلبة بقياس درجة إنصهارها والمواد السائلة بتعيين درجة غليانها حيث أن المواد الصلبة الملوثة تنصهر عند درجة أقل من درجة إنصهارها والمواد السائلة الملوثة تغلي عند درجة أعلى من درجة غليانها.

#### الباب الثالث:

##### إجابة السؤال الثاني

عدد المولات المذاب = المolarية × حجم محلول باللتر  
إذن :

$$\text{عدد المولات} = 0.1 \text{مول/لتر} \times 0.250 \text{ لتر} \\ = 0.025 \text{ مول}$$

#### إجابة السؤال الرابع

(المحلول المركز)  $NXV_{ml} = NXV_{ml}$  (المحلول المخفف)

$$1 \times 200 = 0.2 \times V_{ml}$$

$$V_{ml} = 100 \text{ ml}$$

#### إجابة السؤال السادس

$$MXV(\text{HCl}) = MXV(\text{NaOH})$$

$$M_{\text{HCl}} \times 15 = 0.2 \times 10$$

$$M_{HCl} = 0.13 \text{ M}$$

إجابة السؤال الثامن

$$\text{وزن كلوريد الصوديوم} = N_{AgNO_3} \times 106 \times 0.13$$

$$= 40 \times 106 \times 0.13 =$$

$$= 0.234 \text{ جرام}$$

النسبة المئوية للكلوريد الصوديوم في العينة (%) = الوزن بالграмм / 100

$$= 100 \times 0.234 / 100 =$$

$$= 0.234 \text{ %}$$

إجابة السؤال العاشر

$$pH = -\log[H^+]$$

$$2 = -\log[H^+]$$

$$[H^+] = 0.01 \text{ M}$$

إجابة السؤال الثاني عشر

هذه الطريقة على فكرة إدماصاص (إمتراز) أيونات الدليل عند نقطة التكافؤ على سطح الراسب وهذا الإدماصاص يصاحبه تغيير في لون الدليل ومن الأدلة المستخدمة الفلورسين والأيوسين.

إجابة السؤال الرابع عشر

$$\text{وزن كربونات الصوديوم} = N_{HCl} \times 106 \times 0.01$$

$$= 0.01 \times 106 \times 0.01 =$$

$$= 0.0106 \text{ جرام}$$

إجابة السؤال السادس عشر

ما الأسم الكيميائي لمركب EDTA؟ وما هو أشهر إستعمالاته؟ اذكر اهم الأدلة التي تستخدم معه؟

هو ايثيلين ثائي أمين رباعي حمض الخليك - أكثر المتصلات شيوعا واستعمالا في تحديد الكثير من الفلزات وتعيين العسرة الكلية للماء، لأن معقداته ثابتة مع كثير من الفلزات في مدى هيدروجيني معين، والإدتنا من المتصلات سداسية السن - الدليل التي تستخدم معه هو Eriochrome Black T. والفلورسين والموركسيد.

الباب الرابع :

إجابة السؤال الثاني

$$\text{معامل التحويل} = \frac{\text{الوزن الذري للفضة} \times \text{عدد ذرات الفضة في الراسب}}{\text{وزن الراسب} \times \text{معامل التحويل}}$$
$$\text{للراسب (كلوريد الفضة)} = \frac{143.3 \times 1 \times 107.81}{0.75} = 0.225 \text{ جرام}$$

إجابة السؤال الرابع

$$\text{وزن} \text{Na}_2\text{SO}_4 / \text{وزن المكافئ} = \text{نركيز BaCl}_2 \times \text{حجم BaCl}_{(L)}$$
$$\text{حجم BaCl}_{(L)} = 0.5 \times 71 / 1 = 0.28 \text{ لتر}$$
$$0.28 \text{ لتر} = 28 \text{ ملتر}$$

الباب الخامس :

إجابة السؤال الثاني

تتميز طرق التحليل الآلي عن التحليل التقليدي بـأنه أسرع ويمكن إجراء تجاربـه في وقت قصير كذلك إجراء تحاليل للتراكيز الصغيرة جدا التي يصعب قياسـها بالتحاليل العادية.

#### إجابة السؤال الرابع

مبدأ عمل هذا الجهاز يعتمد على أن كل عنصر يعطي طيف ذو لون معين عند تواجد أحد مركباتـه ، وـأن هذا الطيف يكون شـديد كلـما زـاد تركيزـ العـنصر، حيث يتم استثارة ذراتـ العـنصر بـاستخدام لهـب شـديد فـتكـتبـ الكـتروـنـاتـ التـكـافـقـ بعضـ الطـاـقةـ وـتـتـنـقـلـ إـلـىـ مـسـتـوـيـ طـاـقةـ عـالـيـ ثمـ تـعـودـ إـلـىـ مـسـتـوـيـ الطـاـقةـ الـأـقـلـ عـنـ قـدـمـ هـذـهـ الطـاـقةـ وـالـتـيـ تـكـوـنـ عـلـىـ شـكـلـ اـشـعـةـ كـهـرـوـمـغـناـطـيـسـيـةـ لـهـاـ طـوـلـ مـوـجـيـ مـمـيـزـ لـكـلـ عـنـصـرـ.

#### إجابة السؤال السادس

نفرض أنـناـ سـنـحـضـرـ هـذـهـ الـمـحـالـيـلـ فـيـ حـجـمـ 250ـ مـلـلـترـ ،ـ وـالـمـحـالـيـلـ الـمـطـلـوـبـ تـحـضـيرـهـاـ جـمـيـعـهـاـ سـتـكـوـنـ مـخـفـقـةـ مـنـ الـمـحـلـوـلـ الـأـصـلـيـ (ppm500)ـ إـذـنـ نـحـسـبـ حـجـمـ الـمـحـلـوـلـ الـأـصـلـيـ الـلـازـمـ أـخـذـهـ لـتـحـضـيرـ كـلـ مـحـلـوـلـ مـنـ قـانـونـ التـخـفـيفـ :

$$C_{XV} = \frac{C_{XV}}{(\text{المحلول الأصلي})} = \frac{C_{XV}}{(\text{المحلول المخفف})}$$

لـتـحـضـيرـ مـحـلـوـلـ تـرـكـيـزـ 12.5ppmـ نـحـسـبـ حـجـمـ الـمـحـلـوـلـ الـأـصـلـيـ كـالـاتـيـ :

$$12.5 \times 25 = \frac{12.5}{(\text{المحلول الأصلي})} \times 500 = 500 \times V$$

$$V = \frac{6.25}{(\text{المحلول الأصلي})} \text{ ml}$$

أنـقـلـ هـذـهـ الـحـجـمـ 6.25ـ مـلـلـترـ إـلـىـ دـوـرـقـ قـيـاسـيـ سـعـتـهـ 250ـ مـلـلـترـ وـأـكـمـلـ الـحـجـمـ إـلـىـ الـعـلـامـةـ المـحـدـدـةـ بـالـمـاءـ المـقـطـرـ مـنـزـوـعـ الـاـيـوـنـاتـ.

لـتـحـضـيرـ مـحـلـوـلـ تـرـكـيـزـ 10ppmـ نـحـسـبـ حـجـمـ الـمـحـلـوـلـ الـأـصـلـيـ كـالـاتـيـ :

$$250 \times 10 = \frac{250}{(\text{المحلول الأصلي})} \times 500 = 500 \times V$$

$$V = \frac{5}{(\text{المحلول الأصلي})} \text{ ml}$$

أنـقـلـ هـذـهـ الـحـجـمـ 5ـ مـلـلـترـ إـلـىـ دـوـرـقـ قـيـاسـيـ سـعـتـهـ 250ـ مـلـلـترـ وـأـكـمـلـ الـحـجـمـ إـلـىـ الـعـلـامـةـ المـحـدـدـةـ بـالـمـاءـ المـقـطـرـ مـنـزـوـعـ الـاـيـوـنـاتـ.

لتحضير محلول تركيزه 7.5 ppm نحسب حجم محلول الأصلي كالتالي:

$$500 \times V \text{ (المحلول الأصلي)} = 250 \times 7.5 \text{ (المحلول المخفف)}$$

$$V = 3.75 \text{ ml (المحلول الأصلي)}$$

أنقل هذا الحجم 3.75 ملتر إلى دورق قياسي سعته 250 ملتر وأكمل الحجم إلى العلامة المحددة بالماء المقطر منزوع الأيونات.

لتحضير محلول تركيزه 5 ppm نحسب حجم محلول الأصلي كالتالي:

$$500 \times V \text{ (المحلول الأصلي)} = 250 \times 5 \text{ (المحلول المخفف)}$$

$$V = 2.5 \text{ ml (المحلول الأصلي)}$$

أنقل هذا الحجم 2.5 ملتر إلى دورق قياسي سعته 250 ملتر وأكمل الحجم إلى العلامة المحددة بالماء المقطر منزوع الأيونات.

لتحضير محلول تركيزه 2.5 ppm نحسب حجم محلول الأصلي كالتالي:

$$500 \times V \text{ (المحلول الأصلي)} = 250 \times 2.5 \text{ (المحلول المخفف)}$$

$$V = 1.25 \text{ ml (المحلول الأصلي)}$$

أنقل هذا الحجم 1.25 ملتر إلى دورق قياسي سعته 250 ملتر وأكمل الحجم إلى العلامة المحددة بالماء المقطر منزوع الأيونات.

**الباب السادس :**

**إجابة السؤال الثاني**

مبادلات كاتيونية على شكل هيدروجين ومبادلات أنيونية على شكل هيدروكسيد .

**إجابة السؤال الرابع**

كروماتغرافيا اللورق الصاعد يوضع الطور المتحرك في قاع حوض التحليل ويتحرك الطور المتحرك إلى أعلى الورقة بخاصية الجاذبية الشعرية أما كروماتغرافيا الورق النازل يوضع الطور المتحرك في قمة حوض التحليل ويتحرك الطور المتحرك إلى أسفل بفعل الجاذبية

#### إجابة السؤال السادس

شروط المذيب الجيد في عملية الاستخلاص هي:  
أن يكون مناسب للمادة المراد استخلاصها - أن ينفصل عن الماء بسرعة أي كلما كان الوزن النوعي للمذيب أكبر أو أقل بكثير من الواحد كان المذيب مناسبا للاجراء عملية الفصل - له قدرة عالية على الإذابة .

#### إجابة السؤال الثامن

يتميز فصل كروماتغرافيا العمود بأنه يفصل كميات كبيرة ويمكن فصل المركبات التي تتطاير أو التي تتحلل جزئيا عند درجات الحرارة الازمة للتطاير - يعتمد مبدأ الفصل على امتزاز احدى المواد المراد فصلها على سطح المادة المازة (الطور الثابت) بشكل أكثر من الأخرى لذلك نجد المادة الأقل امتزاز تتحرك بشكل اسرع وتنفصل أولا.

#### إجابة السؤال العاشر

بعض مخاليط المذيبات التي تستخدم للفصل بواسطة كروماتغرافيا الورق هي:  
حمض الخليك الثاجي : الكحول ميثنيلي 5%

ايثيل : ميثنيل كيتون

استيل اسيون المشبع بالماء

كحول البيوتانول مشبع بحمض الهيدروكلوريك

#### إجابة السؤال الثاني عشر

$$R_f = \frac{\text{المسافة التي يقطعها المادة (سم)}}{\text{المسافة التي تقطعها المذيب (سم)}}$$

$$R_{f=}\frac{(س) 6.5}{(س) 10}$$

$$R_f=0.65$$

## الباب السابع:

### إجابة السؤال الثاني

- الماصة المدرجة: يتم استخدامها في معمل الكيمياء لقياس حجم معلوم من المحاليل أو نستخدمها لقياس حجم معلوم من محلول لكي يتم معايرته.
- السحاحة: وتشتمل السحاحة عادة في العديد من التجارب التي تتطلب نسبة عالية من الدقة في القياس مثل عمليات المعايرة في الكيمياء.
- المخار المدرج : يستخدم لقياس حجم السوائل بدقة نسبية تصل إلى 0.5 مل.
- الكؤوس الزجاجية: ويستخدم لتحريك وخلط ودمج السوائل في المختبرات الكيميائية-
- قمع الفصل: يستخدم قمع الفصل في العديد من العمليات مثل عملية استخلاص سائل- سائل لفصل الأطوار في مزيج متكون من مذيبين غير قابلين للامتصاص نتيجة لاختلاف الكثافات فيما بينهما. غالباً ما يتم استخدام قمع الفصل في فصل الطور المائي عن الطور العضوي.

### إجابة السؤال الرابع

الأدلة هي قواعد عضوية ضعيفة او احماض عضوية ضعيفة يتغير لونها بتغيير الوسط اي بتغيير pH وتستعمل الأدلة لمعرفة نقطة التكافؤ وذلك بتغيير لونها او ظهور تعكر.

الملحق (2)

جدول خواص أغلب المواد الكيميائية المستخدمة في معمل الكيمياء التحليلية

النسبة المئوية %	درجة الانصهار ودرجة الغليان (درجة مئوية)		الكثافة (g/ml)	الرمز الكيميائي	المادة الكيميائية
	الانصهار	الغليان			
36.00	-	80	1.10	HCl	حمض الهيدروكلوريك
72.00		83	1.42	HNO <sub>3</sub>	حمض النيترิก
-	-	203	1.67	HClO <sub>4</sub>	حمض البيروكلوريك
96.00	-	279.6	1.84	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	حمض الكبريتิก
99.50	-	118	1.05	CH <sub>3</sub> COOH	حمض الخليك
98.00	-	158	1.69	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	حمض الفوسفوريك
-	102-101	-	1.9	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	حمض الاوكزاليك
99.5	174-170	-	1.79	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub>	حمض الطرطريك
-	122.4	-	1.32	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	حمض البنزويك
-	318	-	2.13	NaOH	هيدروكسيد الصوديوم
-	851	-	2.53	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	كربونات الصوديوم اللامائة
-	270	-	2.70	KMnO <sub>4</sub>	برمنجانات البوتاسيوم
-	48.3	-	1.66	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ثيوکبریتات الصوديوم
-	122.4	-	1.32	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	حمض البنزويك
-	1710	-	2.20	SiO <sub>2</sub>	السليكاجل
-	884	-	2.66	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	كبريتات الصوديوم
-	1180	-	1.86	Na <sub>2</sub> S	كبريتيد الصوديوم
-	324	-	1.53	CH <sub>3</sub> COO Na .3H <sub>2</sub> O	خلات الصوديوم

-	360	-	2.044	KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم
35	-	37.7	0.91	NH <sub>4</sub> OH	هيدروكسيد الامونيوم
-	338	-	1.53	NH <sub>4</sub> Cl	كلوريد الامونيوم
-	1137	-	2.66	MgSO <sub>4</sub>	كبريتات الماغنيسيوم
-	772	-	2.15	CaCl <sub>2</sub>	كلوريد الكالسيوم
-	1580	-	4.48	BaSO <sub>4</sub>	كبريتات الباريوم
-	150	-	2.284	CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O	كبريتات النحاس المائية
-	209.7	-	4.35	AgNO <sub>3</sub>	نترات الفضة
-	681	-	3.123	KI	يوديد البوتاسيوم
-	175	-	1.89	KSCN	ثيوسيانات البوتاسيوم
-	113.7	-	4.933	I <sub>2</sub>	الليود

الملحق (3)

جدول أهم أدلة معايرات التعادل الكيميائية

نوع الدليل	لون الدليل في الوسط القاعدي	لون الدليل في الوسط الحمضي	مجال الرقم المهيدروجيني Ph	الدليل
قاعدة ضعيفة	أصفر	أحمر	4.40 - 3.10	الميثيل البرتقالي
حامض ضعيف	أحمر	عديم اللون	9.60 - 8.00	الفينولفاتلين
قاعدة ضعيفة	أصفر	أحمر	4.00 - 2.90	الميثيل الأصفر
قاعدة ضعيفة	أصفر	أحمر	6.30 - 4.20	الميثيل الأحمر
حامض ضعيف	أحمر	أصفر	8.00 - 6.40	أحمر الفينول

#### الملحق (4)

#### جدول أهم أدلة معايرات الأكسدة والإحتزال

لون التأكسد	لون الإختزال	الدليل
أزرق	عديم اللون	أزرق الميثنين
بنفسجي	عديم اللون	ثنائي فينيل أمين
أحمر بنفسجي	عديم اللون	ثنائي فينيل أمين حمض السلفونيك

### الملحق (5)

#### جدول مقارنة بين طرق معايرات الترسيب

طريقة فولهارد	طريقة فاجان	طريقة موهر	الطريقة
$\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{SCN}^-$	$\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{SCN}^-$	$\text{Br}^-$ , $\text{Cl}^-$	المواد التي تقدر بها الطريقة
أيون الحديديك الثلاثي	الفلورسين	الكرومات	الدليل المستخدم
أحمر بني	يتتحول من أخضر إلى وردي	احمر	اللون عند نقطة التكافؤ
حمضي	حمضي	متعادل	الوسط
نترات الفضة	نترات الفضة	نترات الفضة	المحلول القياسي
غير مباشرة	مباشرة	مباشرة	نوع المعايرة

### الملحق (6)

#### جدول أهم أدلة معاييرات تكوين المعقدات

الفلزات	الرقم الهيدروجيني pH	أسم الدليل
Ca,Mg,Cd,Pb,Zn	10-8	Eriochrome Black T
Co,Ni,Ca,Cu	13-6	الموركسيدين
Fe	3-2	حمض السالساليك
Cu,Ca,Cd,Ni,Pb,Ba,Zn	8-10	

### الملحق (7)

#### أهم المذيبات المستخدمة في عمليات الإستخلاص

الكثافة ( g/ml )	درجة الغليان C°	المذيب
0.71	35	داي ايثيل ايثر
0.62	36	بنتان
0.064	60-40	ايثر بترولي
1.32	40	داي كلوروميثان
1.48	61	كلوروفورم
0.66	69	هكسان
0.87	111	تولوين

### الملحق (8)

#### جدول أهم المذيبات الشائعة المستخدمة في كروماتغرافيا العمود

المذيبات الشائعة
بترول خفيف ( ايثر بترولي ، هكسان ، هبتان )
سيكلوهكسان
رباعي كلوريد الكربون
طلوبين
بنزين
كلوروفورم
ايثل ايثر
أسيتات الإيثيل
اسيتون
بروبانول انتيادي
ميثانول
ايثانول
ماء
بيريدين
أحماض عضوية
أحماض غير عضوية وقواعد

### الملحق (9)

#### جدول أنواع المبادلات الأيونية حسب استخدام المواد العضوية والمواد الغير عضوية

مواد عضوية	نوع المبادل	مواد غيرعضوية
مواد طبيعية: الخشب الصخري نصف متقدم, فحم بني داكن مواد مصنعة: راتجات بوليميرية تحتوي على موقع حامضية للتبادل	مبادلات الكاتيون	مواد طبيعية: زبولييت , طفل مواد مصنعة: $MgO, SiO_2, Al_2O_3, SiO_2-$ $Al_2O_3$
مصنعة: راتجات بوليميرية تحتوي على موقع قاعدية للتبادل	مبادلات الانيون	طبيعية: دلوميت مصنعة: سليكات المعادن الثقيلة

**الملحق (10)**

**جدول إستخدامات Eriochrome Black T فى معايرات EDTA**

ظروف التجربة	الفلز
pH=10	ماغنيسيوم، رصاص، خارصين، كادميوم، منجنيز، كالسيوم
وجود آثار قليلة من الماغنيسيوم، pH=10	الفلزات الأرضية النادرة
يستخدم الماغنيسيوم للمعايرة العكسية، pH=10	الالومنيوم، الحديديك، الكوبالت، نيكل، نحاس، الفضة، الزئبق الثنائي، الجاليوم، الفلزات الأرضية النادرة

## الملحق (11)

### جدول وحدات التعبير عن التركيز

رمزها	تعريفها	الوحدة القياسية
M	عدد مولات المذاب الموجودة في لتر من المحلول	المولارية
N	عدد مكافئات المذاب الموجودة في لتر من المحلول	العيارية
M	عدد مولات المذاب الموجودة في 1000 جرام من المذيب	المولالية
ppm (mg/l) ppm (mg/kg)	عدد المليجرام للمذاب في لتر من المحلول او في كيلوجرام من المحلول	الجزء من المليون
ppb ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) ppb ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	عدد الميكروجرام من المذاب في لتر أوفي الكيلوجرام من المحلول	الجزء من البليون
%(W/W)	النسبة بين وزن المذاب بالجرام إلى وزن المحلول بالجرام	النسبة المئوية الوزنية
%(V/V)	النسبة بين حجم المذاب بالملتر إلى حجم المحلول بالملتر	النسبة المئوية الحجمية
%(W/V)	النسبة بين وزن المذاب بالجرام إلى حجم المحلول بالملتر	النسبة المئوية الوزنية الحجمية

## الملحق (12)

### جدول الأطوار المتحركة الأساسية في عمليات كروماتغرافيا الورق

الطور الأساسية	ت
أيزوبروبانول - أمونيا - ماء (2:1:9)	1
بيوتانول - حمض الأستيك - ماء (5:1:4)	2
ماء - فينول	3
فورماميد - كلورفورم	4
فورماميد - كلورفورم - بنزين	5
فورماميد - بنزين	6
فورماميد - بنزين - سيكلوهكسان	7
ثنائي ميثيل فورماميد - سيكلوهكسان	8
زيت بارفين - ثنائي ميثيل فورماميد - ميثانول - ماء	9

### الملحق (13)

#### جدول الأوزان الجزئية والأوزان المكافئة لاغلب المواد والاحماض الكيميائية الشائعة

الرقم	المادة الكيميائية	الرمز	الوزن الجزيئي (جرام/مول)	الوزن المكافئ (جرام/كافيء)	الوزن المكافئ (جرام/كافيء)
1	حمض الكبريتيك	$\text{H}_2\text{SO}_4$	98.00	49.00	
2	حمض الهيدروكلوريك	HCl	36.60	36.60	
3	حمض الخليك	$\text{CH}_3\text{COOH}$	60.00	60.00	
4	حمض البيروكلوريك	$\text{HClO}_4$	100.46	100.46	
5	حمض النيتريك	$\text{HNO}_3$	63.00	63.00	
6	حمض البنزويك	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$	122.12	122.12	
7	حمض الفوسفوريك	$\text{H}_3\text{PO}_4$	98.00	32.66	
8	حمض الاوكزاليك	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	90.00	45.00	
9	هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	40.00	40.00	
10	هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH	56.10	56.10	
11	هيدروكسيد الكالسيوم	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	74.00	37.00	
12	هيدروكسيد الامونيوم	$\text{NH}_4\text{OH}$	53.50	53.50	
13	برمنجانات البوتاسيوم	$\text{KmnoO}_4$	157.90	31.58	
14	كلوريد الحديديك	$\text{FeCl}_3$	163.50	54.50	
15	كلوريد الامونيوم	$\text{NH}_4\text{Cl}$	53.50	53.50	

71.03	142.06	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	كربونات الصوديوم	16
53.00	106.00	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	كربونات الصوديوم	17
39.02	78.04	$\text{Na}_2\text{S}$	كربونات الصوديوم	18
-	136.08	$\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	خلات الصوديوم	19
79.80	159.60	$\text{MgSO}_4$	كربونات ماغنيسيوم	20
-	169.87	$\text{AgCl}$	نترات الفضة	21
-	166.00	$\text{KI}$	يوديد البوتاسيوم	22
-	97.18	$\text{KSCN}$	ثيوسيانات البوتاسيوم	23
-	254.00	$\text{I}_2$	اليود	24

الملحق (14)

جدول الاعداد الذرية لعناصر الجدول الدوري

العنصر	رمزه	العدد الذري
هيدروجين	H	1
هيليوم	He	2
ليثيوم	Li	3
بريليوم	Be	4
بورون	B	5
كريون	C	6
نيتروجين	N	7
أكسجين	O	8
فلور	F	9
نيون	Ne	10
صوديوم	Na	11
ماغنيسيوم	Mg	12
الومنيوم	Al	13
سيليكون	Si	14
فوسفور	P	15
كبريت	S	16
كلور	Cl	17
بوتاسيوم	K	19

20	Ca	كالسيوم
24	Cr	كروم
25	Mn	منجنيز
26	Fe	حديد
27	Co	كوبالت
28	Ni	نيكل
29	Cu	نحاس
30	Zn	زنك
35	Br	بروم
47	Ag	فضة
48	Cd	كادميوم
50	Sn	قصدير
79	Au	ذهب
78	Pt	بلاتين
80	Hg	الزئبق
82	Pb	رصاص

الملحق (15)

جدول الكميات التحليلية القياسية الأساسية

القيمة العددية	الرمز	الوحدة	ت
$10^{12}$	Tera	T	1
$10^9$	Gige	G	2
$10^6$	Mega	M	3
$10^3$	Kilo	K	4
$10^{1-}$	Deci	D	5
$10^{2-}$	Centi	C	6
$10^{3-}$	Milli	M	7
$10^{6-}$	Micro	$\mu$	8
$10^{9-}$	Nano	N	9
$10^{12-}$	Pico	P	10
$10^{15-}$	Femto	F	11
$10^{18-}$	Atto	A	12

## الملحق (16)

### جدول دليل المصطلحات أغلب الكيميائية العلمية

المصطلح بالإنجليزي	المصطلح بالعربي
Absorption	إمتصاص
Acid	حمض
Basic	قاعدة
Atomic Weight	الوزن الذري
Buffer Solution	محلول منظم
Boiling Point	درجة الغليان
Melting Point	درجة الانصهار
Freezing Point	درجة التجمد
Burette	سحاحة
Pipette	ماصة
Calibration	معايرة
Chemical Equation	معادلة كيميائية
Chemical Reaction	تفاعل كيميائي
Chemical	مادة كيميائية
Chemical Properties	خواص كيميائية

Colorless	عديم اللون
Complex	معقد (متراكب)
Ion	أيون
Concentrated Acid	حمض مركز
Dilute Acid	حمض مخفف
Concentration	تركيز
Distilled Water	ماء مقطّر
Calibration Curve	منحنى معايرة
Density	كثافة
Deposition	ترسيب
Dissociation	تفكك
Dissociation Constant	ثابت التفكك
Drop	قطرة
Equivalent Weight	وزن مكافئ
End Point	نقطة النهاية
Equivalent Point	نقطة التعادل
Layer	طبقة
Material	مادة

Reagent	كاشف
Volume	حجم
Mixture	مخلوط
Measurement	قياس
Soluble	يذوب
Insoluble	لايذوب
Organic Layer	طبقة عضوية
Aqueous Layer	طبقة مائية
Liquid	سائل
Solid	صلب
Gas	غاز
Molar Concentration	تركيز مولاري
Molecule	جزيئه
Mole	مول
Neutral	متعادل
Normality	العياريه
Normal Solution	محلول عياري
Oxidation Number	عدد التأكسد

Oxidizing Agent	عامل مؤكسد
Reducing Agent	عامل مختزل
pH	الاس الهيدروجيني (الرقم الهيدروجيني)
pH Range	مدى الرقم الهيدروجيني
Precipitate	راسب
Precipitation	ترسيب
Reaction	تفاعلات
Primary Standard	مادة قياسية أولية
Purification	تنقية
Quantitative Analysis	تحليل كمي
Qualitative Analysis	تحليل نوعي
Redox Reaction	تفاعل أكسدة واختزال
Separation	فصل
Solubility	الذوبانية
Solubility Product	حاصل الإذابة
Solute	مذاب
Solvent	مذيب
Solution	محلول

Spectroscopy	التحليل الطيفي
Standard Solution	محلول قياسي
Strong Acid	حمض قوي
Strong Base	قاعدة قوية
Volumetric Analysis	التحليل الحجمي
Weight Analysis	التحليل الوزني

الملحق (17)

جدول أغلب أنواع المقطرات النفطية المستخدمة بالمعامل الكيميائية

الاستخدام	درجة الغليان ( $^{\circ}\text{C}$ )	عدد الذرات الكربونية (C)	اسم المقطر
أسطوانات الغاز	30 >	34	الغازات
وقود السيارات	150-100	79	الكازولين
مذيبات	200-70	611	النفثاليين
وقود الغازات	300-200	810	الكريوسين
وقود الشاحنات	350-300	1720	زيت الغاز
وقود السفن	450-340	5027	زيت الوقود
تشحيم الآلات	500-350	1825	زيوت التزييت
تشحيم وشموع	500 <	2530	شحوم وشموع

## الملحق ( 18 )

### الجدول الدوري للعناصر الكيميائية الأساسية

**Periodic Table of the Elements**

**Legend:**

- Gas (Yellow)
- Liquid (Blue)
- Solid (Green)

Group	Element	Atomic Number	Symbol	Atomic weight
1A	H	1	H	1.008
2A	Li	3	Li	6.939
3	Be	4	Be	9.012
4	Na	11	Na	22.990
5	Mg	12	Mg	24.312
6	K	19	K	39.102
7	Ca	20	Ca	40.08
8	Sc	21	Sc	44.956
9	Ti	22	Ti	47.90
10	V	23	V	50.942
11	Cr	24	Cr	51.996
12	Mn	25	Mn	54.938
13	Fe	26	Fe	55.847
14	Co	27	Co	58.933
15	Ni	28	Ni	58.71
16	Cu	29	Cu	63.54
17	Zn	30	Zn	65.37
18	Ga	31	Ga	69.72
19	Ge	32	Ge	72.59
20	As	33	As	74.922
21	Se	34	Se	78.96
22	Br	35	Br	79.904
23	Kr	36	Kr	83.80
24	Rb	37		
25	Sr	38	Y	
26	Zr	39		
27	Nb	40		
28	Mo	41		
29	Tc	42		
30	Ru	43		
31	Rh	44		
32	Pd	45		
33	Ag	46		
34	Cd	47		
35	In	48		
36	Sn	49		
37	Sb	50		
38	Te	51		
39	I	52		
40	Xe	53		
41		54		
42		55		
43		56		
44		57		
45		58		
46		59		
47		60		
48		61		
49		62		
50		63		
51		64		
52		65		
53		66		
54		67		
55		68		
56		69		
57		70		
58		71		
59	Ce	58		
60	Pr	59		
61	Nd	60		
62	Pm	61		
63	Sm	62		
64	Eu	63		
65	Gd	64		
66	Tb	65		
67	Dy	66		
68	Ho	67		
69	Er	68		
70	Tm	69		
71	Yb	70		
72	Lu	71		
73	Hf	72		
74	Ta	73		
75	W	74		
76	Re	75		
77	Os	76		
78	Ir	77		
79	Pt	78		
80	Au	79		
81	Hg	80		
82	Tl	81		
83	Pb	82		
84	Bi	83		
85	Po	84		
86	At	85		
87	Rn	86		
88	Fr	87		
89	Ra	88		
90	Ac	89		
91	Th	90		
92	Pa	91		
93	U	92		
94	Np	93		
95	Pu	94		
96	Am	95		
97	Cm	96		
98	Bk	97		
99	Cf	98		
100	Es	99		
101	Fm	100		
102	Md	101		
103	No	102		
104	Lr	103		

## الملحق (19)

### أهم أنواع الزجاجيات المستخدمة في المختبرات الكيميائية



الملحق (20)

أهم الأدلة والرموز الاسترشادية بالمعامل الكيميائية

مواد قابلة للانشئال	مواد متقدمة	مواد سامة	مواد أكلة	خطر فوق الرافعة	شاحنات، عربات حملة	على الجهد
تحذير عام	إشعاع الليزر	مواد مشعة	مواد مؤكسدة	سطح ساخن	خطر الوقوع شراك	خطر الموت
مواد خطيرة	خطر الانزلاق	خطر التعرّض	خطر القطع	حرارة مرتفعة	خطر زجاج	خطر الاختناق

## الملحق (21)

### العلامات الاساسية الاسترشادية لإجراءات السلامة بالمعامل الكيميائية



يجب ارتداء ملابس السلامة



يجب ارتداء نظارات السلامة



يجب ارتداء أحذية السلامة



يجب ارتداء قفازات الأمان



يجب ارتداء جهاز التنفس



يجب ارتداء قناع الوجه



يجب ارتداء قناع اللحام



مواد سامة



خطر بيولوجي



ممنوع التدخين



منطقة مشعة



خطر الإشعاع البصري



خطر مادة أكلة



خطر الانفجار



قابل للأشتعال

## المراجع العلمية

### أولاً: المراجع العلمية باللغة العربية:

1. عمر بن عبد الله الهازري ، (تجارب في الكيمياء العامة) ، منشورات مكتبة فريد الإلكترونية ، القاهرة ، مصر ، 2004.
2. مسعود فرج بستة ، تجارب في الكيمياء التحليلية (تحليل حجمي وزني) ، كلية العلوم الهندسية والتكنولوجيا (قسم علوم البيئة) ، منشورات جامعة سبها ، ليبيا ، 2007.
3. ريم محمد الغانمي ، الكيمياء التحليلية الكمية ( التحليل الحجمي والوزني ) ، كلية العلوم جامعة الملك عبد العزيز ، منشورات جامعة الملك عبد العزيز ، المملكة العربية السعودية ، 2008.
4. جون أج كندي ، ( الكيمياء التحليلية العملي ) ، منشورات وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة صلاح الدين ، عمان ،الأردن ، 1991.
5. دونالد بيترزيك - (ترجمة : عبد المطلب جابر & سليمان سعسع) ، ( الكيمياء التحليلية ) ، منشورات مجمع اللغة العربية الاردني ، عمان ،الأردن ، 1984.
6. محمد ايمن سمرة ، (مبادئ الكيمياء التحليلية) ، منشورات جامعة عمر المختار ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، البيضاء ، ليبيا ، 2002.
7. عادل عباس حسن ، (تجارب في التحليل الآلي) ، المملكة العربية السعودية - منشورات جامعة الملك سعود ، الرياض ، السعودية ، 2001.
8. الإدراة العامة لتصميم وتطوير المناهج ، (اساسيات الكيمياء التحليلية) ، المملكة العربية السعودية ، منشورات وزارة التعليم العالي التقني والفنى والمهنى ، الرياض ، السعودية ، 2008.
9. سامي الحارث ، عادل كريري ، (المحاليل الكيميائية) ، المملكة العربية السعودية ، منشورات وزارة التعليم العالي التقني والفنى والمهنى ، الرياض ، السعودية ، 2009.

10. محى الدين البكوش ، نوري بسيسو ، ياسر حورية ، نبيل قروش ، (مبادئ الكيمياء العامة) ، فاليتا ، مالطا ، منشورات شركة أجا للطباعة والنشر ، طرابلس ، ليبيا ، 2003.
11. صالح بن علي علان ، علي بن محمد الرئيس ، حسن بن علي الشهري ، صالح بن محسن العطاس ، (دليل السلامة في المختبرات المدرسية) ، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، اللجنة الوطنية للتعليم ، الرياض ، السعودية ، 2000.
12. محمود أحمد بكار ، محمد سالم بكار ، (إدارة المواد الكيميائية في المختبرات: المراحل الهامة للسلامة) ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، 2007.
13. علي الطيب الازرق ، محبوبة البشير النائي ، علي عبد السلام العجمي ، (أساسيات الكيمياء العضوية) ، منشورات دار الحكمة للطباعة والنشر ، طرابلس ، ليبيا ، 2014.
14. فتحي سالم معتوق وأخرون ، (الكيمياء العضوية العملية : التقنيات والتحليل النوعي) ، منشورات شركة أجا للطباعة والنشر ، طرابلس ، ليبيا ، 1998.
15. الصديق عبد الله عبيد ، علي محمد الصل ، مدخل الي ميكانيكيات التفاعلات العضوية ، منشورات جامعة 7 أكتوبر ، مصراته ، ليبيا ، 2010 .
16. نجم ليون وأخرون ، الكيمياء التحليلية (2) القسم العملي ، منشورات جامعة حلب ، سوريا ، 2002.
17. عمر فاروق ، عمر مرتضى ، سعدية سحر ، الكيمياء اللاعضوية (الجزء العملي) ، منشورات جامعة حلب ، حلب ، سوريا ، 1993.
18. علي زايد الريبيعي ، المبادئ والتجارب المعملية في الكيمياء الغير العضوية ، المكتب الوطني للبحث والتطوير (وزارة التربية والتعليم - طرابلس/ليبيا) ، منشورات دار الكتب الوطنية ، بنغازي ، ليبيا ، 2007.

19. الحصاوي عوض ، عبد الرؤوف عبد المنعم ، النقاش سهيل ، الأسس النظرية والعملية للتحليل الكيميائي النوعي ، منشورات جامعة قار يونس ، بنغازي ، ليبيا ، 1994.
20. كامل محمد قاسم ، علي الميهوب عبد السلام ، الكيمياء المعملية للمراحل الأولى من التعليم الجامعي ، منشورات جامعة الفاتح ، طرابلس ، ليبيا ، 1995.
21. الهادي زروق وآخرون ، كيمياء العناصر ، منشورات المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم ، صفاقس ، تونس ، 1988.
22. أسماء عبد الحميد وآخرون ، دراسة الخواص الكيميائية و الفيزيائية للمياه المعبأة من منطقة غرب ليبيا ، المجلة الجامعية ، منشورات جامعة الزاوية ، الزاوية ، ليبيا ، المجلد الأول (1) ، العدد (21) ، 2019.
23. دليل الموصفات و المعايير القياسية الليبية ، المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية الليبية ، مركز البحوث الصناعية تاجوراء ، طرابلس - ليبيا. الإصدار: م ق ل (82) : 1995.
24. عبد القادر الرابطي ، محمد الغويل ، تطور استخدام تقنيات تحلية المياه في الجماهيرية: تحديات الحضارة وأفاق المستقبل، منشورات جامعة طرابلس ، ليبيا ، المجلد (2) ، العدد (1) ، 1996.
25. ميلاد شلوف وآخرون ، دراسة بعض الدلائل عن جودة المياه الجوفية في مدينة مصراتة ، ليبيا ، مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية ، المجلد (2) ، العدد (1) ، 2018.
26. الرزوقي وآخرون ، دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والميكروبية للمياه المعبأة المنتجة والمستوردة في مدينة بغداد ، العراق ، منشورات المجلة العراقية للبحوث البيئية ، مجلد (2) ، العدد (3) ، 2010.

27. مفتاح داعوب وآخرون ، تقدير كمية المواد الصلبة المذابة والأس الهيدروجيني للمياه الجوفية في مدينة هون ، ليبيا ، منشورات المجلة الليبية العالمية ، المجلد (1) ، العدد (2) ، 2005.

28. حسن أحمد شحاته ، الكيمياء العامة ، منشورات الدار المصرية اللبنانية ، كلية العلوم ، جامعة الازهر ، القاهرة ، مصر ، 2009.

29. جميل نعمان شاهين ، الطرائق العملية في المختبرات التعليمية ، الطبعة الثانية ، منشورات دار المناهج ، عمان ،الأردن ، 2004.

30. جميل شاهين ، خولة خطاب ، المختبر المدرسي ودوره في تدريس العلوم التطبيقية ، الطبعة الاولى ، منشورات دار عالم الثقافة ، عمان ،الأردن ، 2005.

31. منظمة الصحة العالمية ، دليل الطرائق الاساسية في المختبرات الطبية ، جنيف ، سويسرا ، 1983.

32. عبدالرحمن العبادي وأخرون ، تحضير المحاليل الكيميائية ، منشورات وزارة التربية والتعليم الاردنية (م ت / ق م / 1996-95) ، عمان ،الأردن ، 1996.

33. الصديق الشكشوكي وأخرون ، الكيمياء التحليلية والنووية ، منشورات وزارة التربية والتعليم الليبية ، طرابلس ، ليبيا ، 1981.

ثانياً: المراجع العلمية باللغة الإنجليزية:

34. Vogel, G. H. Jeffry, J. Bassett, J. Mendham, R. C. Denney– (Quantitative chemical analy) , Fifth Edition Published in the United States with John Wiley & Sons, Inc., New York , 1989.
35. Jensen, William , The origin of pyrex, Journal of Chemical Education. 83 (5): 692, 2006.
36. Zhang, Jia–Zhong , Laboratory glassware as a contaminant in silicate analysis of natural water samples, Water Research. 33 (12): 2879–2883, 1999.
37. Campoi, M. L. , Dissolved organic carbon in rainwater: Glassware decontamination and sample preservation and volatile organic carbon, Atmospheric Environment. 41 (39): 8924–8931, 2007.
38. Fleming (I) , Selected Organic Synthesis, Willey, New York, USA, 1973.
39. M. E. Green & A. Turk , Safety in Working With Chemicals , Mc Millan Publishing Co. Ine. , 1978.
40. Royston, M. R., C. G. John, L. B., Rodewald & A. S. Wingrove, Modern Experimental Organic Chemistry 3<sup>rd</sup> Edition, New York, USA, 1980.
41. James E. Brady, John R. Holum, Fundementals Of Chemistry, Third Edition, John Wiley & Sons, 1988.

42. James E. Brady, John, Gerard E. Humiston, General Chemistry: (Principles And Structure), Third Edition, John Wiley & Sons, 1986.
43. Wiley, J. , Laboratory Experiment for Introction to chemiStry, by T. R. Dickson, 4th edition, New York, 1983.
44. Oxtoby, D. , Principles of modern chemistry, Sounders college publishing, New York, 1986.
45. Mustafa M. Sofia, Promotion of wind energy in Libya, Renewable Energy Authority of Libya (REAOL), Tripoli, Libya, 2012.

انتهٰي \*\*\*