



دار السعيد للطباعة والنشر SPPH



جامعة السعيد

دليل التجارب المعملية في الكيمياء التحليلية والفيزيائية

LABORATORY MANUAL OF ANALYTICAL &
PHYSICAL CHEMISTRY

إعداد وتأليف:

نيازي عبد المولى سلام العريقي
أحلام عبد الوهاب العلس
سامي التقيب

Niyazi A. S. Al-Areqi Ahlam Al-Alas & Sami Al-Naqeeb

دليل التجارب المعملية في الكيمياء التحليلية والفيزيائية

Laboratory Manual of Analytical & Physical Chemistry

نيازي عبد المولى سلام العريقي
أحلام عبد الوهاب العلس
سامي النقيب

الطبعة الأولى

حقوق الطبع محفوظة لدى دار السعيد للطباعة والنشر

جامعة السعيد، تعز (2026)

الفهرس

رقم الصفحة

1	كلمة المؤلفين
2	قواعد وقوانين العمل في مختبر الكيمياء
3	إرشادات السلامة في مختبر الكيمياء
4	الإجراءات اللازمة إتباعها في حالة الحرائق
5	طلب إقرار شخصي
6	الإستعدادات لتنفيذ الدروس العملية
	<u>تنفيذ التجارب العملية</u>
10	(1) التمهيد لإجراء التجربة
11	(2) قائمة الفحص في المختبر
14	إرشادات في كتابة التقارير العملية
	<u>التجارب العملية</u>
	التجربة (1): تحضير و ضبط تركيز محاليل خام مائية لكواشف كيميائية مختلفة (مثل HCl و NaOH و KMnO_4 و EDTA ... إلخ).
16	التجربة (2): تعيين تركيز الكربونات بطريقة المعايرة في عينة لأحد محاليله أو أملاحه.
30	التجربة (3): تعيين تركيز الكربونات و البيكربونات بطريقة المعايرة في عينة لأحد مخاليطهما.
39	التجربة (4): تعيين كمية كبريتات الحديدوز (FeSO_4) في عينة لأحد مستحضراته الصيدلانية (كبسولات أو أقراص الفيوسوبان®) بمعايرتها بمحلول قياسي من KMnO_4 .
48	التجربة (5): تقدير عسر عينة من ماء الصنبور بطريقة معايرة تكوين المعقدات بواسطة أيثيلين ثنائي أمين رباعي خلات ثنائي الصوديوم (اديتا).
57	التجربة (6): دراسة العلاقة بين كمية المادة المذابة و نقطة التجمد: تعيين الكتلة المولية لمذاب ما بطريقة الانخفاض في نقطة انصهار الفانيللا.
65	التجربة (7): دراسة ذوبانية أزواج السوائل جزئية الامتزاج: مخطط الطور (علاقة التركيب – درجة الحرارة) لنظام الفينول-ماء.
75	التجربة (8): تقدير الضغط الأسموزي لمحلول و الكتلة المولية لمذاب ما مستخدما غشاء من السلوفان.
83	التجربة (9): التقدير الوزني لكمية الكلور في عينة من الملح الصخري ما بطريقة ترسيب كلوريد الفضة AgCl .
93	التجربة (10): تعيين التركيز الميسلي الحرج لأحدى المواد النشطة سطحيا في وسط مائي بطريقة التوصيل الكهربائي.
102	التجربة (11): مقارنة كفاءة الفصل بالتقطير البسيط و التقطير التجزيئي و فصل خليط من سائلين ممتزجين.
111	التجربة (12): إختبار كفاءة الديليزة و فصل خليط من ثلاثة مكونات بأحجام جزيئية مختلفة بواسطة أغشية الديليزة.
122	المراجع
125	الملحقات
i	

كلمة المؤلفين

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين.. وبعد: يُسعدنا أن نضع بين يدي أبنائنا الطلبة والباحثين والمهتمين بالعلوم الكيميائية الطبعة الأولى من "دليل التجارب المعملية في الكيمياء التحليلية والفيزيائية" (Laboratory Manual of Analytical & Physical Chemistry)، والذي يأتي كإضافة علمية رصينة منبثقة من رحاب جامعة السعيد بتعز، ليكون رافداً أساسياً في مسيرة التعليم الأكاديمي والتدريب المعلمي المتميز.

لقد اسّهل هذا الدليل بتأصيل ثقافة السلامة والمسؤولية المهنية والأخلاقية في العمل المعلمي؛ إذ أفردنا فصولاً متكاملة تستعرض قواعد وقوانين العمل في مختبر الكيمياء، وإرشادات السلامة الوقائية، وآليات التعامل مع الطوارئ كالحرائق، فضلاً عن تقديم نموذج الإقرار الشخصي، والخطوات التحضيرية المسبقة، وقوائم الفحص التي تضمن سلامة الباحث وتدعم جودة الأداء التجريبي. كما لم يغفل الدليل الجانب التوثيقي والبحثي، فخصصنا دليلاً إرشادياً متكاملًا يعين الطالب على صياغة التقارير العملية بطريقة أكاديمية منظمة تفصح عن نتائج تجاربه بدقة وموضوعية. أما في الشق التطبيقي، فقد تم اختيار وتصميم اثنتي عشرة تجربة معملية بعناية فائقة لتغطي الركائز الأساسية للكيمياء التحليلية والفيزيائية وتطبيقاتهما الحديثة. وتندرج هذه التجارب تباعاً لتسليح الطالب بالمهارات الآتية:

- **التأسيس وضبط الجودة المعملية:** عبر إتقان طرق تحضير وضبط تراكيز المحاليل المائية الخام للكواشف القياسية المختلفة (مثل: HCl، NaOH، $KMnO_4$ ، و EDTA).
- **التحليل الحجمي والوزني القياسي:** من خلال تجارب تعيين تراكيز الكربونات والبيكربونات في عينات ومخاليط مختلفة بطرق المعايرة، والتقدير الوزني للكlor في الملح الصخري بطريقة ترسيب كلوريد الفضة (AgCl).
- **الربط التطبيقي بالصناعة والبيئة:** عبر تقدير كفاءة وجودة المستحضرات الصيدلانية (كعقيدات كبسولات أو أقراص الفايوسبان®) بمعايرة كبريتات الحديدوز، وتقييم جودة المياه عبر تقدير عُسر ماء الصنبور بواسطة معايريات تكوين المعقدات.
- **دراسة الظواهر الفيزيائية والديناميكية الحرارية:** من خلال الغوص في الخواص المجمعّة للمحاليل لتعيين الكتلة المولية والانخفاض في نقطة التجمد، وقياس الضغط الإسموزي عبر الأغشية السلوفانية، بالإضافة إلى دراسة ذوبانية أزواج السوائل جزئية الامتزاج ورسم مخطط الطور لنظام (الفيئول-ماء).
- **الظواهر السطحية وتقنيات الفصل الحديثة:** عبر تعيين التركيز الميسلي الحرج للمواد النشطة سطحياً بالتوصيل الكهربائي، ومقارنة كفاءة الفصل الكيميائي بالتقطير البسيط والتجزيئي، واختبار كفاءة الديليزة لفصل المكونات بناءً على الأحجام الجزيئية.

ختاماً، نتوجه بوافر الشكر والتقدير لجامعة السعيد بتعز، ولدار السعيد للطباعة والنشر على رعاية هذا العمل الأكاديمي وإخراجه في أبهى صورة. ونأمل من الله العليّ القدير أن يجد فيه أبنائنا الطلبة منبجاً ملهماً يفتح لهم آفاق البحث والابتكار، متطلعين دائماً بصدر رحبة إلى ملاحظات زملائنا الأكاديميين ومقترحاتهم البناءة التي تسهم في تطوير هذا العمل وتحديثه في طبعاته القادمة. والله ولي التوفيق والسداد،

المؤلفون:

نيازي عبد المولى سلام العريقي

أستاذ كيمياء وعلم المواد، قسم الكيمياء، جامعة تعز

أحلام عبد الوهاب العلس

أستاذ الكيمياء الفيزيائية، قسم الكيمياء، جامعة تعز

سامي النقيب

باحث كيميائي وخبير في إدارة المختبرات التعليمية، جامعة السعيد

تعز، 2026م

❖ قواعد وقوانين العمل في مختبر الكيمياء

Chemical Laboratory Rules and Regulations

- (1) يجب على جميع الطلبة الحضور الى المختبر قبل الموعد المحدد بعشر دقائق وقد يمنع أي طالب يتأخر عن موعد الدرس من دخول المختبر .
- (2) يمنع العمل في المختبر في غير الأوقات المحددة للدروس العملية، إلا بتصريح من عضو هيئة التدريس المشرف على المختبر و بمبررات مقنعة.
- (3) يمنع التدخين بتاتاً في المختبر وحتى في الاماكن القريبة منه .
- (4) المختبر الكيميائي ليس مسرحاً للعب او المزاح ، لذا يمنع اجراء أي خطوات او تنفيذ أي تجارب قد تكون خطرة لم يتم ذكرها في هذا الدليل . كما يمنع منعاً باتاً المزاح داخل المختبر و الذي قد يهدد بأمن و سلامة المختبر و من فيه. و كل من وجد يرتكب هذه الأخطاء سوف يحرم من دخول المختبر و سيعتبر راسب في المقرر العملي .
- (5) يجب على جميع الطلبة إرتداء معطف المختبر ابيض اللون ، و لن يسمح لأي طالب من حضور الدرس العملي ما لم يكن مرتدي المعطف .
- (6) يمنع منعاً باتاً اخراج او ادخال مواد كيميائية و اجهزة من و الى المختبر وأي طالب يضبط بحوزته مادة كيميائية او جهاز سوف يفصل من الجامعة و يعرض نفسه للمسألة القانونية .
- (7) يرجى عدم اصطحاب أي اشخاص او اصدقاء الى المختبر ليس له صلة بالدرس العملي و ان وجد أي طالب يفعل ذلك سوف يمنع من دخول المختبر و يعتبر غائب بدون عذر .

❖ إرشادات السلامة في مختبر الكيمياء

Occupational Safety Guidelines of Chemical Laboratory

- (1) اقرأ المعلومات المكتوبة على العبوة جيداً.
- (2) تأكد أنك تتعامل مع المادة المطلوبة.
- (3) تأكد من تحذيرات وتصنيف السلامة المكتوب على العبوة.
- (4) عدم وجود تحذيرات مكتوبة على العبوة لا يعني أنها ليست خطيرة.
- (5) استعمل أدوات السلامة المناسبة (قفازات، نظارات،... الخ) للتعامل كل مادة.
- (6) افتح العبوة بحذر.
- (7) افتح العبوة في مكان جيد التهوية (في خزانة شفط الغازات).
- (8) أنقل الكمية التي تريدها من العبوة بحذر، وبحيث يكون استنشاقها أقل ما يمكن (كأن تكون في خزانة شفط الغازات، وباستخدام الكمادات).
- (9) انقل الكمية التي تريدها من العبوة ، بحيث تضمن عدم إتصالها مع الجلد (أي باستخدام القفازات).
- (10) انقل الكمية التي تريدها من العبوة بحيث تضمن عدم وصل أي شيء منها الى العين (البس النظارات).
- (11) تجنب استعمال أو لمس الأدوات الملوثة بالكيمائيات.
- (12) يجب أن لا تستخدم القفازات الملوثة أثناء استعمال الأدوات المكتبية و لرد على الهاتف او ما شابه ذلك.
- (13) استعمل قفازات نظيفة دائماً
- (14) اقل العبوة جيداً بعد الانتهاء من استعمالها.

- (15) لا تأكل أو تشرب داخل المختبر.
- (16) اغسل يديك دائماً بعد الإنتهاء من تنفيذ الأنشطة العملية .
- (17) أبق المساحات التي تعمل فيها أو عليها نظيفة ومرتبّة دائماً.
- (18) استعمل أدوات نظيفة وغير ملوثة.
- (19) في حالة انسكاب المادة استعمل الطريقة الصحيحة للتعامل معها.
- (20) إذا تعرضت للمادة الخطرة استعمل الإسعافات الأولية المناسبة.
- (21) لا تتخلص من بقايا التفاعلات الكيميائية الخطرة في أحواض التصريف العادية و إنما في عبوات خاصة خارجية للتخلص منها بالطريقة المناسبة ، بحسب الإرشادات الموضحة على العبوة.
- (22) ثبت اسطوانة الغاز بالطريقة الصحيحة ان وجدت .
- (23) يفضل تصنيف الكيماويات التي لديك في قائمة حسب خطورتها وعلاج التعرض لها.

❖ الإجراءات اللازمة إتباعها في حالة الحرائق

Precautional Orders in Event of Fire

- (1) يجب على جميع الطلبة إيقاف التجارب مباشرة .
- (2) قدر الامكان حاول فصل الأجهزة و غلق مفاتيح الكهرباء وصمامات الغاز القريبة منك .
- (3) إستخدم جرس الانذار من أجل تنبيه الآخرين و طلب المساعدة من فريق إخماد الحرائق في
- (4) الاستعداد لإخلاء المختبر (إذا لزم الأمر) الى اماكن لا تصل اليه اللسنة للهب .

❖ طلب إقرار شخصي

Acknowledgement Form

بسم الله الرحمن الرحيم

الجامعة :

الكلية :

القسم :

برنامج إعداد معلم العلوم و الرياضيات للتعليم الأساسي (4-9)

طلب إقرار شخصي

أنا الطالب / الطالبة :..... في المستوى :..... و
أحمل رقم قيد :..... أقر بأني على إطلاع وإدراك تام لكل ما تم التنويه عنه
سلفا في كل من الوثيقتين : " **قواعد وقوانين العمل في مختبر الكيمياء** " و " **إرشادات
السلامة في مختبر الكيمياء** ". و علاوة على ذلك ، فأنا على علم بأن مخالفة هذه القواعد و
القوانين و التعليمات سوف تؤدي الى طردي من المختبر و اتخاذ عقوبات أكاديمية تبعا لما
هو مشار اليها في تلك الوثيقتين.

كما أقر بأن التزم بأي قواعد او قوانين او تعليمات إضافية متصلة بالأمن و السلامة
الكيميائية في المختبر سواء ذكرت كتابيا في ملحق لهذا الدليل او ما يصدر منها شفها من
قبل مدرس المقرر العملي او عضو هيئة التدريس المشرف على المختبر.

التوقيع :

التاريخ :

❖ الإستعدادات لتنفيذ الدروس العملية

Arrangements for Laboratory Sessions

• تحدد مواعيد الدروس العملية بحسب الجدول الذي يصدر من القسم للفصل الدراسي الثاني من كل عام . • كما سيعلم مع ذلك تقسيم المجموعات العملية و قوائم أسماء الطلبة في كل مجموعة.	(1) تاريخ و مواعيد الدروس العملية Dates and Times for Practical Sessions
• يجب على جميع الطلبة الحضور الى المختبر قبل الموعد المحدد بعشر دقائق و قد يمنع أي طالب يتأخر عن موعد الدرس من دخول المختبر وسيعتبر بذلك الطالب قد حصل على درجة صفر في التجربة العملية في ذلك الدرس. • إذا تغيب الطالب عن حضور ثلاث تجارب او اكثر بدون عذر فلن يسمح له بدخول المختبر الى نهاية و سيحرم من دخول الاختبار النهائي و سيعتبر بذلك راسبا في المقرر العملي .	(2) الحضور Attendance
• يجب على الطالب ارتداء معطف المختبر الأبيض و النظارات الواقية طوال وجوده داخل المختبر . • يمنع ارتداء الأحذية المفتوحة (كالصندل او الشبشب) و النظارات الشمسية وأغطية الرأس (كالقبعة او المشدة ...الخ) .	(3) اللبس Dress
• يجب أن يبلغ عضو هيئة التدريس المشرف مباشرة عن أي حادث عرضي قد يحدث داخل المختبر ، فهو المسئول عن كتابة التقرير و إجراء التحقيق حول أسباب الحادث . • أي طالب يخفي أي معلومات و يحاول تضليل التحقيق حول الحادث فلن يسمح له بدخول المختبر الى نهاية و سيحرم من دخول الاختبار النهائي و سيعتبر بذلك راسبا في المقرر العملي .	(4) الحوادث Accidents

• يجب أن يبلغ مباشرة عن أي حوادث كسر في الأدوات الزجاجية أو في أي من التجهيزات المعملية إلى الفني المسؤول. • سيقيد تكلفة ما يتم تعويضه من كسريات على حساب الطالب الذي تسبب في ذلك الحادث . • أي طالب يخفي أي كسريات ولم يبلغ عنها فلن يسمح له بدخول المختبر إلى نهاية و سيحرم من دخول الاختبار النهائي و سيعتبر بذلك راسبا في المقرر العملي .	(5) حوادث الكسر Breakages
• يجب على جميع الطلبة الحفاظ على البنش نظيفا بعد الإنتهاء من عملهم . • يرجى تنفيذ توجيهات المدرس في كيفية التخلص من النفايات الناتجة من التجربة (تختلف طريقة التخلص من النفايات بحسب طبيعتها و المخاطر الناجمة عنها) . • أي مجموعة لم تحافظ على موقع عملها نظيفا أو لم تلتزم بإرشادات المدرس في طريقة التخلص من نفايات التجربة قد تعرض جماعيا للعقوبة التي قد تصل إلى الرسوب في درجات تلك التجربة .	(6) التخلص من النفايات Waste Disposal
• يجب أن يدون كل طالب التقارير العملية في كراسة الملاحظات . • يجب أن يسجل كل طالب اسمه و رقم مجموعته على كراسة الملاحظات . • يجب على كل طالب إحضار كراسة الملاحظات في كل درس عملي ، حيث سيقوم المدرس بتصحيح تقرير التجربة التي أخذت في الدرس السابق . • إذا لم يحضر الطالب كراسة الملاحظات و سيحصل على درجة صفر في التقرير العملي لتلك التجربة .	(7) كراسة الملاحظات العملية Laboratory Notebooks

• تحضير الطالب مسبقاً لموضوع التجربة التي سينفذها قبل قدومه الى المختبر يعد المفتاح الأساسي لفهم اهداف و خطوات التجربة و بالتالي يمكن ان يحصل على الاجابات الواضحة حول الكثير من التساؤلات الكثيرة التي قد تعترضه أثناء تنفيذ التجربة . • من خلال التحضير المسبق للتجربة ، يمكن للطالب ان يجيب على الأسئلة التي يطرحها المدرس او المشرف في المختبر قبل او أثناء اجراء التجربة . • أثناء قيام الطالب بالتحضير المسبق للدرس ، يمكن أيضا ان يعد قالب التقرير كتجهيز جدول جمع البيانات و النتائج و كذلك ورقة الرسم البياني .	(8) التحضير المسبق للدرس و إعداد قالب التقارير Pre-practical Preparation and Report Formatting
• يكتب كل تقرير عملي لكل تجربة في كراسة الملاحظات و باستخدام نمط قياسي ثابت كما سيتم توضيح مكوناته لاحقاً. • يذكر في التقرير اليوم و التاريخ و رقم المجموعة. • يجب كتابة التقرير بالقلم الحبر ، فيما عدا الرسم البياني فيستخدم لذلك القلم الرصاص . كما يجب تفادي الشطب على الكلمات و الجمل عند كتابة التقرير. • يجب على كل طالب تسليم تقرير الدرس السابق الى المدرس في موعد الدرس التالي . حيث سيتم تقييم و وضع الدرجات لكل تقرير عملي على نحو منفرد . • لن يقبل تسليم التقرير بعد مضي الموعد المحدد له و سيحصل الطالب على درجة صفر في التقرير العملي عن تلك التجربة .	(9) كتابة التقرير العملي و تسليمه Writing Laboratory Report and Submission
• يعرف الإنتحال او السرقة الأدبية في كل من يقوم بالآتي: (أ) كتابة او استخدام معلومات في تقريرك دون الإشارة الى المرجع التي اخذت منه هذه المعلومات. (ب) كتابة نص ما في تقريرك دون وضعه في اقواس و الإشارة الى المرجع الذي اقتبس منه.	(11) الإنتحال و الغش Plagiarism and Cheating

(ج) استخدام معلومات من الانترنت في كتابة تقريرك دون ذكر عنوان الموقع (URL). • ويعرف الغش في كل من الحالات الآتية : (أ) تقديم بيانات او نتائج في تقريرك تم أخذها من تقارير عملية سبق تقديمها من طلبة السنوات السابقة او من تقارير لمجاميع عملية يعملون معك . (ب) تبديل او اخذ البيانات او النتائج لأحد زملائك بعلم او بدون علم و نسبها لنفسك في كتابة التقرير لاختبار عملي (نصفي او نهائي). (ج) استخدام نفس البيانات او النتائج المدونة مسبقا في تقريرك العملي وذلك في كتابة التقرير لاختبار عملي (نصفي او نهائي). • إذا وجد أي طالب متلبسا بأي من حالات الإنتحال او الغش المذكورة اعلاه ، سيطبق عليه العقوبات المنصوص عليها في لائحة شؤون الطلبة و المتدرجة بين الرسوب في المقرر العملي الى الحرمان من دخول ثلاث من المقررات القادمة الى الفصل النهائي من الدراسة .	
---	--

❖ تنفيذ التجارب العملية :

Experimental Working:

يجدر الإشارة الى أن التجارب الكيميائية تهدف الى تحقيق وتطبيق كثير من القوانين والعلاقات التي تحكم سلوك الانظمة الكيميائية . ويجب على كل طالب و هو يعمل في المختبر إدراك اولا أن أي تجربة لا تجرى إلا لتحقيق هدف منها ، لذا يجب على الطالب ان يعرف فكرة التجربة (نظرية التجربة) و يفهم اهدافها و ما هو مطلوب منه في نهاية التجربة. بعد ذلك يحدد الطالب ما يحتاجه لتنفيذ هذه

التجربة ، مثل الكيمياويات و الأدوات الزجاجية و الأجهزة المطلوبة . و من ثم يستطيع الطالب ان يقوم بإجراء خطوات العمل المتتالية و الموضحة في هذا الدليل. وبعد الإنتهاء من إجراء التجربة يصبح بين يدي الطالب ما يسمى بالنتائج ، وعليه أن يقوم بتحليلها و مناقشتها و أخيراً يمكنه ان يصيغ الاستنتاجات. و هنا كان يجب ان نوجه الطالب تدرجياً لفهم فكرة التجربة وتحقيق اهدافها و اكسابه المهارات العملية و الذهنية و هذا يمكن ان ينجز من خلال المرحلتين التاليتين:

(1) التمهيد لإجراء التجربة

Engagement in Laboratory Experiments

قبل البدء بالتجربة ، يجب على الطالب أن يطرح على نفسه الأسئلة التالية:

(أ) هل فهمت فكرة التجربة ؟
إذا كان الجواب "لا" ، يجب على الطالب العودة و قراءة التجربة كما هي موضح في هذا الدليل و للمزيد من التفاصيل النظرية حول التجربة يرجى الاطلاع على أي من المراجع المذكورة في نهاية الدليل العملي .
(ب) هل تعرف ما هي المتطلبات و التجهيزات اللازمة للتجربة ؟
إذا كان الجواب "لا" ، يجب على الطالب العودة و قراءة متطلبات التجربة المذكورة في هذا الدليل او أن يسأل مدرس المقرر العملي عنها و بعد ذلك يمكن أن يحصل عليها من امين المختبر او الفني المسئول عن التجهيزات .
(ج) هل لديك كراسة ملاحظات عملية جاهزة ؟
إذا كان الجواب "لا" ، يجب أن يتذكر الطالب أن إحضار كراسة الملاحظات الخاصة به دائماً معه الى المختبر مهما جدا ليس فقط لغرض التقييم ، بل لأجل تدوين جميع الملاحظات و الإرشادات حول التجربة و التي قد لا تكن مذكورة في دليل التجارب العملية و انما يعطيها المدرس او الاستاذ المشرف للطلاب في المختبر . حيث تساعد هذه الملاحظات و الإرشادات الطالب في التحكم في الزمن اللازم لتنفيذ التجربة وكتابة التقارير العملية على نحو صحيح و منهجي .

(2) قائمة الفحص في المختبر

In- Laboratory Checklist

و أثناء القيام بالتجربة ، يجب على الطالب أن يستعين بقائمة الفحص التالية:

(أ) هل كل التجهيزات و المستلزمات الضرورية لتنفيذ التجربة موجودة في المختبر ؟
☐ نعم ☐ البعض فقط غير موجود ☐ لا
(ب) كيف يمكنك أن تصل هذه الأدوات و البدء بالتجربة ؟
☐ بمفردي ☐ بالاشتراك مع زملائي في المجموعة ☐ بمساعدة المدرس / الفني
مدى السلامة في التجربة
(أ) في حالة ما إذا كانت التجربة تتطلب رفع درجة الحرارة، هل تعلم كيف ستقوم بعملية التسخين ؟
☐ مباشرة على اللهب ☐ في حمام مائي ☐ سخان كهربائي
(ب) يجب التعامل بحذر مع الأحماض و القواعد، هل تستخدم في تجربتك :
☐ أحماض او قواعد قوية ؟ ☐ أحماض او قواعد ضعيفة ؟ ☐ قوية و ضعيفة معا ؟
(ج) كيف أدرك مخاطر الكيمياء التي تستخدمها في تجربتك ؟
☐ من المعلومات المدونة على العبوة ☐ من خلال ارشادات المدرس ☐ من معلوماتي السابقة ☐ كل ماسبق
(د) يجب تجنب إستنشاق الأبخرة المتصاعدة من التفاعلات ، هل يصاحب التفاعلات التي تجريها:

☐ أبخرة ملونة و عديمة الرائحة ؟ ☐ أبخرة عديمة اللون و ذو رائحة ؟ ☐ رائحة و بدون أبخرة ؟

جمع و تدوين البيانات/الملاحظات

(أ) ما هي طبيعة البيانات التي ستحصل عليها من التجربة؟

☐ قراءات رقمية فقط ☐ ملاحظات فقط ☐ قراءات رقمية و صور ☐ ملاحظات و صور

(ب) هل تكرار التجربة عند نفس الظروف العملية يؤدي الى :

☐ إختلاف كبير في البيانات ؟ ☐ إختلاف ضئيل في البيانات ؟ ☐ ثباتية في البيانات ؟

(ج) هل تكرار التجربة عند احداث تغييرات بسيطة في الظروف العملية يؤدي الى :

☐ إختلاف كبير في البيانات ؟ ☐ إختلاف ضئيل في البيانات ؟ ☐ ثباتية في البيانات ؟

عند الإنتهاء من التجربة

(أ) هل تأكدت من فصل التيار الكهربائي عن الأجهزة التي إستخدمتها؟

☐ نعم ☐ لا

(ب) هل قمت بتنظيف الزجاجيات و الأدوات التي إستخدمتها و أعدتها الى مكانها المخصص؟

☐ نعم ☐ لا

(ج) هل قمت بتنظيف البنش الذي كنت تعمل عليه و أزلت المخلفات تبعا لإرشادات المدرس ؟

☐ نعم ☐ لا

(د) هل قدمت تقرير إنهاء الأداء للمدرس متضمن الملاحظاتك او المشاكل التي اعترضتك في ما سبق ذكره في (أ) و (ب) و (ج) ؟
☐ نعم ☐ لا
<u>تحليل البيانات</u>
<u>أولا : إذا كانت التجربة تعتمد على الملاحظة</u>
(أ) هل ما شاهدته كان مطابقا لما سبق ذكره في الجانب النظري ؟
☐ نعم ☐ يوجد إختلافات بسيطة ☐ يوجد إختلافات كبيرة ☐ لا
(ب) إذا ما شاهدته كان يختلف عن او لا يطابق ما ذكر في الجانب النظري ، هل علمت السبب في ذلك من :
☐ المدرس ؟ ☐ المصادر والمراجع ؟ ☐ زملائك ؟
(ج) بعد أن علمت السبب في ذلك الإختلاف، هل قمت بإعادة التجربة و حصلت على نتيجة مطابقة ؟
☐ نعم ☐ لا
(د) عند تدوين ملاحظاتك في التقرير العملي ، هل عززت ذلك بـ :
☐ وصف النتيجة كما لاحظتها ؟ ☐ اضافة صور فوتوغرافية ؟ ☐ الوصف و الصور معا ؟
<u>ثانيا : إذا كانت التجربة تعتمد على الحسابات و التمثيل البياني</u>

(أ) هل حصلت على المعادلة التي ستستخدمها في الحسابات او التمثيل البياني من :
☐ دليل التجارب العملية ؟ ☐ المدرس ؟ ☐ المصادر والمراجع ؟
(ب) هل العلاقات بين المتغيرات المستقلة / المرتبطة التي لاحظتها من خلال التجربة (او الرسم البياني) يتماشى مع المعادلة ؟
☐ نعم ☐ يوجد إختلافات بسيطة ☐ يوجد إختلافات كبيرة ☐ لا
(ج) إذا ما لاحظته من علاقات كان يختلف عن او لا يطابق ما تنص عليه المعادلة ، هل علمت السبب في ذلك من :
☐ المدرس ؟ ☐ المصادر والمراجع ؟ ☐ زملائك ؟
(د) بعد أن علمت السبب في ذلك الإختلاف ، هل قمت بـ :
☐ رفض النتائج و إعادة التجربة ؟ ☐ معالجة البيانات احصائيا ؟ ☐ قبلت النتائج و أعزيتها لأسباب مقنعة ؟

❖ إرشادات في كتابة التقارير العملية :

Guidelines for Writing Laboratory Reports:

بما يتناسب مع المستوى الدراسي للطلاب في هذه المرحلة ، تم إعداد في نهاية كل تجربة قالب التقرير العملي بحسب طبيعة التجربة. و هنا نوضح للطلاب بعض الإرشادات الهامة التي سوف تساعده في كتابة التقرير العملي للتجارب التي سينفذها في هذا المقرر و ذلك من خلال تقديم هذا القالب النموذجي :

(1) المعلومات الشخصية Identification	في البداية يجب على الطالب أن يكتب اسمه و اسماء الطلبة المشاركين معه في تنفيذ التجربة مع الإشارة الى رقم المجموعة و التاريخ و الزمن للدرس العملي وفقا لما ورد في الجدول و نلخص البيانات الضروري بالتالي :
---	---

أسم الطالب :-..... اسماء الطلبة المشاركين :- (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :-.....الزمن :- من.....الى..... اليوم و التاريخ :-.....(...../...../20.....)	
يكتب عنوان التجربة بخط واضح و كما هو مذكور في الدليل او بحسب ما يقترحه المشرف او المدرس من تعديل .	(2) عنوان التجربة Title of Experiment
يكتب بما لا يزيد عن سطرين الهدف من التجربة و ليس من الضروري ان يكون نسخا من عنوان التجربة .	(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations وهنا يختلف نمط وضع النتائج و تمثيلها بحسب طبيعة البيانات التي سيحصل عليها الطالب من التجربة و كذلك الهدف من التجربة . و عموما يمكن ان يطلب من الطالب أن يدون نتائج التجربة في جداول او ان يطبق عليها بعض الحسابات و المعالجات الرياضية او يعززها بالمعادلات الكيميائية الموزونة او من خلال استخدام الصور الفوتوغرافية او قد يطلب منه ايضا ان يمثل هذه النتائج بيانيا. (أ) الجداول Tables (ب) الحسابات Calculations (ج) المعادلات Chemical Equations (د) الاشكال و الصور و المنحنيات Figures, Photos & Plots	
(5) المناقشة Discussion بعد ان تقديم النتائج و تمثيلها بوضوح في التقرير، يقوم الطالب بمناقشتها من حيث تقديم الدلائل التي تعزز من صحة هذه النتائج ، بالإضافة الى توضيح المعنى و الهدف من هذه النتائج و يفسرها على ضوء المبادئ و الاسس النظرية .	
(6) الاستنتاج Conclusion و هنا يلخص الطالب في ما لا يزيد ثلاثة اسطر أهم النتائج و الملاحظات التي حصل عليها. وقد يذكر ايضا الاختلافات في النتائج التي وجدت من خلال التجربة و يحاول أن يعزوها الى أسباب مقنعة.	
(7) الأسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions و في نهاية كل تقرير ، يعطى الطالب مجموعة من الأسئلة المتنوعة (الكتابية و الحسابية) المتصلة بفكرة التجربة و عليه ان يجيب عليها بالاستعانة بالمراجع و المصادر. و يجب ان تكتب الإجابة بخط اليد في الحيز المخصص أدنى كل سؤال .	

❖ التجارب العملية Experiments

التجربة (1): تحضير و ضبط تركيز محاليل خام مائية لكواشف كيميائية مختلفة (مثل HCl و NaOH و KMnO_4 و EDTA ... إلخ)

Lab.(1): Preparation and standardization of stock aqueous solutions of different chemical reagents (e.g., HCl , NaOH , KMnO_4 , EDTA , etc.).

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور الى المختبر:

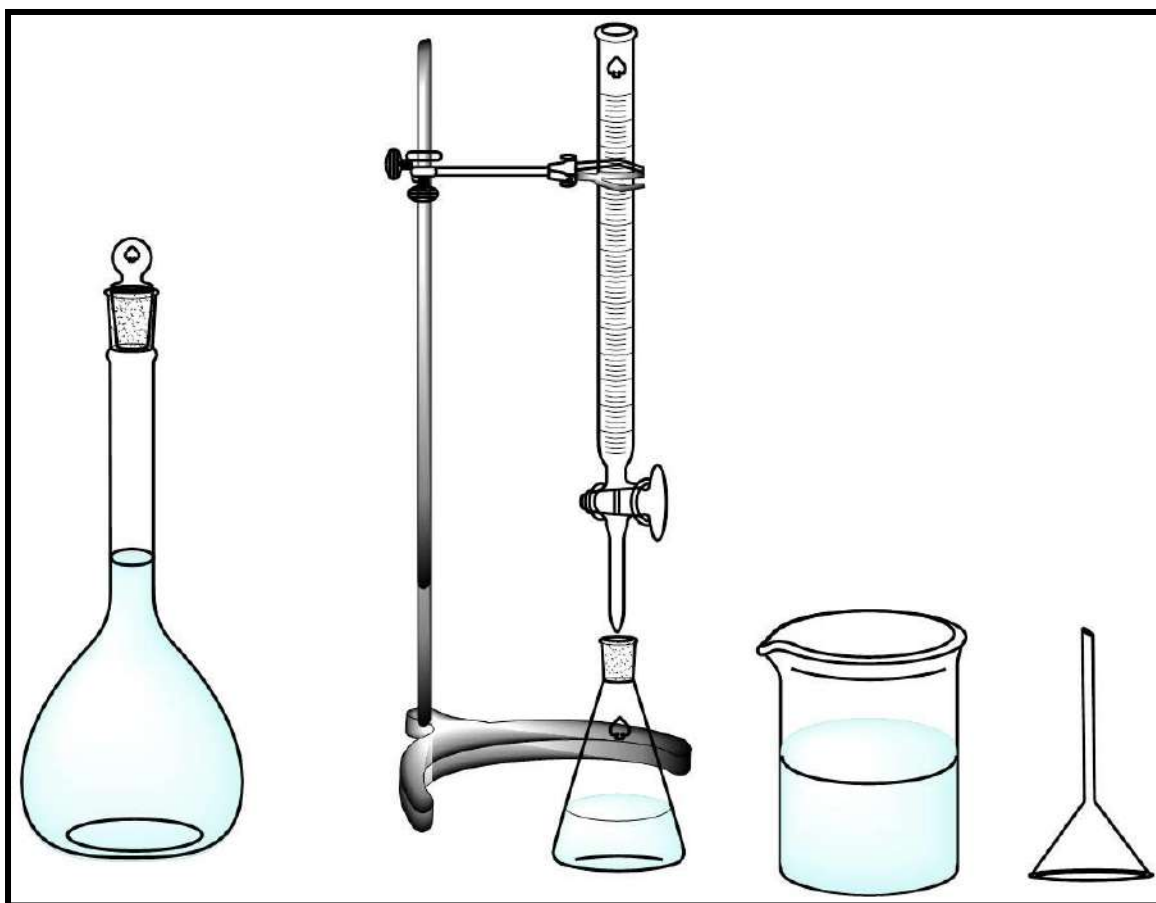
- 1 - ما هي الوزن المكافئ ؟ كيف يمكن حساب الوزن المكافئ لكل من؟
(أ) الحمض (ب) القاعدة (ج) العامل المؤكسد (د) العامل المختزل (هـ) العامل المرسب

- 2 - ما الفرق بين معايرة الأحماض و القواعد و معايرة الأكسدة و الاختزال؟ وضح إجابتك بمثال واحد لكل نوع.

3 - ما هي أدلة المعايرة؟ لماذا نستخدمها في عملية المعايرة؟

الأساس النظري:

في العديد من المختبرات قد تستدعي الحاجة الى تقدير تركيز أيون او مركب في عينة لمحلول ما. و في مثل هذه التحاليل، يتطلب تحضير محاليل قياسية لأحماض أو قواعد و عوامل مؤكسد او مختزلة و عوامل تعقيد مخلبية بتراكيز معلومة بدقة عالية. و لسهولة تحضير هذه المحاليل القياسية، يجب في البداية أن تحضر **محاليل خام (Stock solutions)** من تلك المواد سواء في أوساط مائية (مذابة في الماء) او لامائية (مذابة في أي من المذيبات العضوية). و تحضر هذه المحاليل من مواد كيميائية عالية في النقاوة سواء كانت صلبة او سائلة. وتتميز المحاليل الخام بأن تراكيزها كبيرة نسبياً و لا تتغير بمرور الزمن حيث يظل تركيز المحلول الخام ثابتاً لعدة شهور او سنوات من تحضيره. و بحسب الحاجة يتم تخفيف هذه المحاليل الخام الى **محاليل قياسية مخففة (Dilute standard solutions)** لاستخدامها في التحاليل. لكن في الواقع قليل من المحلول الخام تبقى تراكيزها ثابتاً لفترة طويلة من الزمن، لذا فإن كثيراً منها يحتاج الى عملية **ضبط التركيز (Standardization)** قبل تحضير المحاليل القياسية منها. و تتم عملية ضبط تركيز المحاليل الخام بمعايرتها بمواد قياسية أولية، وبالتالي تحديد تركيزها بدقة قبل تخفيفها بالمذيب الى تراكيز أدنى للمحاليل القياسية المراد استخدامها لغرض التحليل او لإجراء تجربة لفحص عينة ما في المختبر. و في هذه التجربة سيقوم الطلبة بتحضير محاليل خام مائية لكواشف كيميائية مختلفة مثل حمض الهيدروكلوريك (HCl) و هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) و برمنجنات البوتاسيوم (KMnO_4) كعامل مؤكسد قوي و الأيثيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الحليك (EDTA) و الذي يعتبر من أهم و أكثر العوامل المعقدة المخلبية استخداماً في تقدير الفلزات الأيونية. كما سيتمكن الطلبة من ضبط تراكيز هذه المحاليل الخام التي سبق تحضيرها و ذلك من خلال معايرتها بمواد قياسية أولية او ثانوية.



شكل (1): تجهيزات المعايرة الحجمية

■ مخرجات التعلم

بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادراً على أن:

- 1 - تحضير العديد من محاليل الكواشف الخام من موادها الصلبة او السائلة.
- 2 - تضبط تركيز المحاليل الكواشف الخام و المحاليل المخففة منها.
- 3 - تحضر المحاليل القياسية بتخفيف محاليلها الخامة و التعبير عن تراكيزها بوحدات مختلفة.
- 4 - تمييز بين المواد القياسية الأولية و الثانوية.

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ميزان حساس
- ❖ دوارق قياسية (500 mL)
- ❖ كأس زجاجي (500 mL)

- ❖ مخبر مدرج (25 mL)
- ❖ زجاج ساعة
- ❖ سحاحة (50 mL)
- ❖ ماصة (10 mL) مزودة بشفاط مطاطي
- ❖ ورق مخروطي (250 mL)
- ❖ حامل لتثبيت السحاحة
- ❖ موقد بنزن
- ❖ قمع
- ❖ ورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ❖ حمض الهيدروكلوريك المركز Conc. HCl
- ❖ حمض الأوكساليك النقي $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$
- ❖ محلول حمض الكبريتيك بتركيز H_2SO_4 (9 M)
- ❖ برمنجنات البوتاسيوم عالي النقاوة $KMnO_4$
- ❖ هيدروكسيد الصوديوم عالي النقاوة NaOH
- ❖ فيثالات البوتاسيوم الهيدروجينية $C_8H_5O_4K$ (KHP)
- ❖ إيثيلين ثنائي أمين رباعي خلات ثنائي الصوديوم (الاديتا) $(C_{10}H_{18}N_2O_8Na_2)$ (EDTA)
- ❖ نترات المغنسيوم $Mg(NO_3)_2$
- ❖ محلول الأمونيا NH_3 (aq) or NH_4OH
- ❖ دليل الفينولفثالين PhPh
- ❖ دليل الميثيل البرتقالي MO
- ❖ دليل الايروكروم بلاك- تي Erichrome black-T
- ❖ ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ هيدروكسيد الصوديوم مادة كاوية لها تأثير كاوي على الجسم وعليه يجب الحذر من ملامستها للجسم أو العينين.
- ❖ برمنجنات البوتاسيوم (KMnO_4) من العوامل المؤكسد القوية و الذي قد يؤدي إتصالها المباشر بالمواد العضوية او حمض الكبريتيك المركز الى تكون مواد قابلة للإنفجار.
- ❖ يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة (HCl او H_2SO_4) عند نقل الكميات المطلوبة التي تريدها من الزجاجاة و اضافتها الى المخبار المدرج ، بحيث تضمن عدم إتصالها مع الجلد و ذلك بارتداء قفازات اليدين. كمل يجب استخدام الشفاط المطاطي لنقل الحمض بواسطة الماصة لتفادي وصول الحمض الى الفم.
- ❖ يجب الإسراع في وزن هيدروكسيد الصوديوم و برمنجنات البوتاسيوم، وعدم ترك الزجاجاة مفتوحة بل يجب غلقها. تستخدم زجاجة الساعة لوزن هيدروكسيد الصوديوم و برمنجنات البوتاسيوم و إرتداء قفاز اليدين عند التعامل مع هاتين المادتين.
- ❖ حمض الأوكساليك يعتبر ساما عند حرقه على اللهب، لذا يجب تفادي إتصاله المباشر مع اللهب كما يجب ارتداء الكمادات عند تسخين المحلول المحتوي على حمض الأوكساليك الذائب.
- ❖ يجب غسل الكأس الزجاجي و الماصة و المخبار المدرج قبل و بعد نقل أي سائل من الزجاجاة لتجنب تلوث هذه السوائل ببعضها البعض.

خطوات العمل:

أولاً: تحضير و ضبط تركيز محلول مائي خام من هيدروكسيد الصوديوم

(1) حضر محلول مائي خام من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.10 N

(أ) احسب وزن NaOH معبراً عنه بالجرام اللازم لتحضير محلول مائي تركيزه 0.10 N و ذلك باستخدام العلاقة التالية:

$$\text{Wt. (g)} = \frac{N \times \text{Eq. Wt.} \times V_{\text{mL}}}{10 \times (w/w \%)}$$

حيث : Wt. (g) = وزن NaOH معبراً عنه بالجرام

Eq. Wt. = الوزن المكافئ للمادة (لهيدروكسيد الصوديوم NaOH و يساوي 40 جم/مول)

$N =$ العيارية المطلوبة (تساوي 0.10 N)

$(w/w \%) =$ نقاوة حمض الهيدروكلوريك المركز (مذكور على ملصق الزجاجية)

$V_{mL} =$ حجم المحلول القياسي المراد تحضيره من الحمض (و يساوي حجم الدورق القياسي

المستخدم 500 mL)

(ب) إستخدام الميزان الحساس و في مكان جاف لوزن كمية هيدروكسيد الصوديوم المطلوبة ، ثم

أذب هذه الكمية في 100 mL من الماء المقطر الموجود في الكأس الزجاجي.

(ج) بعد الإنتهاء من الإذابة ، انقل المحلول الى دورق قياسي حجمه 500 mL . و من ثم اكمل

بالماء المقطر حتى العلامة. تأكد من اغلاق الدورق بإحكام.

(2) أضبط تركيز المحلول الخام الذي حضرته من NaOH بمعايرة وزن معين من فيثالات

البوتاسيوم الهيدروجينية (KHP) كمادة قياسية ثانوية

(أ) اغسل السحاحة بالماء العادي ثم بالماء المقطر مرتين أو ثلاثاً ثم اغسلها بمحلول هيدروكسيد

الصوديوم الذي تم تحضيره و يراد ضبط تركيزه.

(ب) املا السحاحة مستخدماً قمع بمحلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يصل سطح المحلول أعلى

العلامة، ثم افتح صمام التحكم السفلي للسحاحة لأنزال مستوى سطح حتى العلامة "صفر" و

كذلك للتخلص من أي فقاعات هوائية قد تكن محتجزة عند صمام التحكم.

(ج) اغسل دورق مخروطي سعته 250 mL بالماء المقطر، ثم ضع فيه وزن معين من فيثالات

البوتاسيوم الهيدروجينية (KHP)، بحيث يكافئ هذا الوزن ما لايزيد عن 10 mL من

هيدروكسيد الصوديوم الذي قد يستهلك أثناء المعايرة (وليكن وزن الـ KHP يساوي $Wt.(g)$

بالجرام)

(د) اضع حوالي 50 mL من الماء المقطر الى الدورق المخروطي لإذابة فيثالات البوتاسيوم

الهيدروجينية (KHP) على البارد او على الساخن بلطف إذا اضطر الامر لذلك.

(هـ) ضع قطرتين او ثلاث من دليل الفينولفثالين (phph) او دليل الميثيل البرتقالي (MO) على

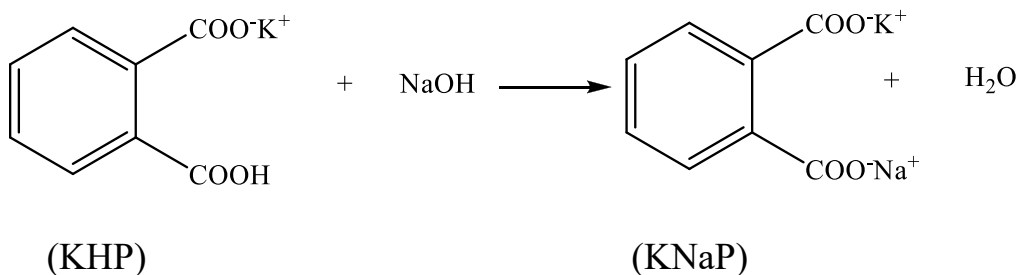
محلول KHP. بعد ذلك قم مباشرة بالمعايرة وذلك بإضافة هيدروكسيد الصوديوم (المحلول

الموجود بالسحاحة) تدريجياً الى محلول الـ KHP الموجود في الدورق مع رج اللطيف و

المستمر أثناء المعايرة حتى الوصول الى نقطة إنتهاء التفاعل (end point – e.p.) وهي

النقطة التي يتفاعل عندها كل الكمية من الـ KHP مع الحجم المسح من NaOH (و ليكن

V) وفقاً للتفاعل التالي:



(و) كرر عملية المعايرة ثلاث مرات: أي كل الخطوة (2) من (أ) حتى (هـ) ، ثم خذ المتوسط.

ثانياً: تحضير و ضبط تركيز محلول مائي خام من حمض الهيدروكلوريك

(3) حضر محلول مائي من حمض الهيدروكلوريك بتركيز 0.10 N

(أ) احسب وزن حمض الهيدروكلوريك المركز معبراً عنه بالجرام اللازم لتحضير محلول مائي تركيزه 0.10 N وذلك باستخدام العلاقة التالية:

$$\text{Wt. (g)} = \frac{N \times \text{Eq. Wt.} \times V_{\text{mL}}}{10 \times (w/w \%)}$$

حيث : Wt.(g) = وزن الحمض معبراً عنه بالجرام

Eq. Wt. = الوزن المكافئ للمادة (لحمض الهيدروكلوريك HCl و يساوي 36.5)

N = العيارية المطلوبة (تساوي 0.10 N)

(w/w %) = نقاوة حمض الهيدروكلوريك المركز (مذكور على ملصق الزجاجية)

V_{mL} = حجم المحلول القياسي المراد تحضيره من الحمض (و يساوي حجم الدورق القياسي

المستخدم 500 mL)

(ب) إستخدم قيمة الكثافة (d) المدونة على زجاجة حمض الهيدروكلوريك HCl المركز لتحويل

وزن الحمض بالجرام الى حجم معبراً عنه بالميليلتر.

(ج) بواسطة الماصة او المخبر المدرج انقل الحجم المطلوب من HCl المركز الى دورق

قياسي سعته 500 mL. بعد ذلك خفف بالماء المقطر و اكمل حتى تصل للعلامة الموضحة

في عنق الدورق و أغلق بعد ذلك الدورق بإحكام.

(4) أضبط تركيز المحلول الخام الذي حضرته من HCl بمعايرته بمحلول قياسي من NaOH

(أ) اغسل السحاحة بالماء العادي ثم بالماء المقطر مرتين أو ثلاثاً ثم اغسلها بمحلول حمض

الهيدروكلوريك.

(ب) املاً السحاحة مستخدماً قمع بحمض الهيدروكلوريك HCl القياسي الأولي (الذي قمت بتحضيره و تركيزه لازال مجهولاً وليكن N) حتى يصل سطح محلول الحمض أعلى العلامة الموضحة، بعد ذلك أفتح صمام التحكم السفلي بالسحاحة لإنزال مستوى سطح الحمض بالسحاحة حتى العلامة صفر.

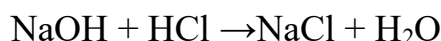
(ج) اغسل دورقاً مخروطياً سعته 250 mL بالماء المقطر ثم بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH القياسي.

(د) اغسل ماصة سعتها (10 mL) بالماء المقطر ثم بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (الذي قمت بضبط تركيزه مسبقاً وليكن N')

(هـ) اسحب بالماصة 10 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم ، ثم ضعها بالكامل في الدورق المخروطي .وإذا بقي شيء من المحلول في نهاية الماصة فإحرص على إنزاله في الدورق برطم نهايتها برفق بقاع الدورق المخروطي.

(و) اضع قطرتين أو ثلاث من دليل الفينولفثالين (phph) أو دليل الميثيل البرتقالي (MO) على محلول NaOH (المحلول بالدورق المخروطي).

(ز) اجري عملية المعايرة بإضافة حمض الهيدروكلوريك (HCl) الموجود بالسحاحة تدريجياً الى محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) الموجود بالدورق المخروطي مع رج الدورق المخروطي باستمرار أثناء المعايرة. عند نقطة النهاية و هي النقطة التي يتفاعل عندها جميع هيدروكسيد الصوديوم في الدورق المخروطي مع الحجم المسح من الحمض (V) وفقاً للتفاعل التالي:



ثالثاً: تحضير و ضبط تركيز محلول مائي خام من برمنجنات البوتاسيوم

(5) حضر محلول مائي من برمنجنات البوتاسيوم بتركيز 0.10 N

كرر الخطوة (1) ولكن مستخدماً برمنجنات البوتاسيوم KMnO_4 بدلاً عن هيدروكسيد الصوديوم NaOH.

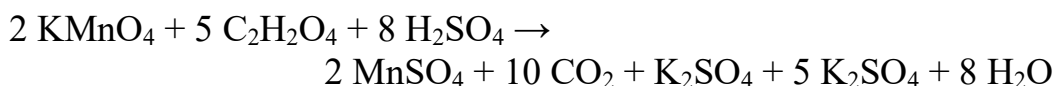
(6) أضبط تركيز المحلول الخام الذي حضرته من KMnO_4 بمعايرته بحمض الأوكساليك ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$) كمادة قياسية أولية

(أ) اغسل السحاحة بالماء العادي ثم بالماء المقطر مرتين أو ثلاثاً ثم اغسلها بمحلول برمنجنات البوتاسيوم الذي تم تحضيره و يراد ضبط تركيزه.

(ب) املاً السحاحة مستخدماً قمع بمحلول برمنجنات البوتاسيوم حتى يصل سطح المحلول أعلى العلامة، ثم افتح صمام التحكم السفلي للسحاحة لإنزال مستوى سطح السائل حتى العلامة.

(ج) اغسل دورق مخروطي سعته 250 mL بالماء المقطر، ثم ضع فيه وزن معين من حمض الأوكساليك ($C_2H_2O_4$)، بحيث يكافئ هذا الوزن تقريباً 10 mL من محلول برمنجنات البوتاسيوم الذي قد يستهلك أثناء المعايرة (وليكن وزن حمض الأوكساليك يساوي $Wt.(g)$ بالجرام).

(د) اضع حوالي 50 mL من الماء المقطر الى الدورق المخروطي لإذابة حمض الأوكساليك.
(هـ) اضع ببطء شديد و حذر 5 mL (على هيئة قطرات) من حمض الكبريتيك بتركيز 9 M، سخن المحلول بلطف على اللهب حتى تصل درجة حرارته الى $70^\circ C$ تقريباً. بعد ذلك قم بمعايرة المحلول الساخن ببرمنجنات البوتاسيوم مع الرج بلطيف و المستمر أثناء المعايرة حتى الوصول الى نقطة إنتهاء التفاعل (end point – e.p.) وهي النقطة التي يتفاعل عندها كل الكمية من حمض الأوكساليك مع الحجم المسح من $KMnO_4$ (و ليكن V) وفقاً للتفاعل التالي:



(و) كرر عملية المعايرة ثلاث مرات، ثم خذ المتوسط.

رابعاً: تحضير و ضبط تركيز محلول مائي خام من إيثيلين ثنائي أمين رباعي خلات ثنائي الصوديوم

0.10 N (EDTA)($C_{10}H_{18}N_2O_8Na_2$)

(7) حضر محلول مائي خام من الـ EDTA بتركيز 0.10 N

كرر الخطوة (1) ولكن مستخدماً ملح الاديثا (EDTA) بدلاً عن هيدروكسيد الصوديوم $\equiv NaOH$

(8) أضبط تركيز المحلول الخام الذي حضرته من الاديثا (EDTA) بمعايرته بنترات المغنسيوم ($Mg(NO_3)_2$) كمادة قياسية أولية

- (أ) اغسل السحاحة جيداً كما في السابق، ثم املاًها بمحلول الاديتا (EDTA) وجهازها لعملية المعايرة.
- (ب) املاً السحاحة مستخدماً قمع بمحلول برمنجنات البوتاسيوم حتى يصل سطح المحلول أعلى العلامة، ثم افتح صمام التحكم السفلي للسحاحة لإنزال مستوى سطح السائل حتى العلامة.
- (ج) ضع في ورق مخروطي نظيف وزن معين من حمض ملح لنترات المغنسيوم، بحيث يكافئ هذا الوزن تقريباً 10 mL من محلول الاديتا و الذي قد يستهلك أثناء المعايرة (وليكن وزن نترات المغنسيوم يساوي **Wt.(g)** بالجرام).
- (د) اضع حوالي 50 mL من الماء المقطر الى الدورق المخروطي لإذابة نترات المغنسيوم.
- (هـ) اضع 3-5 قطرات من محلول الامونيا 1 M، حتي يصبح المحلول قلوياً (أي يضبط الـ pH للمحلول عند 10 تقريباً). بعد ذلك أضف 100 mg من دليل الايروكروم بلاك-تي (Erichrome black-T). لاحظ لون المحلول الناتج.
- (و) اجري عملية المعايرة مع الرج المستمر حتى يتغير لون الدليل (ما هو لون الدليل عند نقطة إنتهاء التفاعل سجل الحجم المقابل، و ليكن V).
- (ز) كرر عملية المعايرة ثلاث مرات، ثم خذ المتوسط.
- (9) دون كل ملاحظتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.
- (10) اغسل يدك جيداً بعد الإنتهاء من تنفيذ التجربة.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification اسم الطالب :- اسماء الطلبة المشاركين :- (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :-الزمن :- من الى اليوم و التاريخ :-(...../...../20.....) تحضير و ضبط تركيز محاليل خام مائية لكواشف كيميائية مختلفة (مثل HCl و NaOH و $KMnO_4$ و EDTA ... إلخ)																					
(2) عنوان التجربة Title of Experiment																					
(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose																					
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations																					
(1) ضبط تركيز حمض الهيدروكلوريك المحضر:																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>رقم المعايرة</th> <th>وزن الـ KHP بالجرام (Wt.(g))</th> <th>الحجم المسح من NaOH (V')</th> <th>عيارية HCl (N)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Titration 1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Titration 2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Titration 3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>المتوسط</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	رقم المعايرة	وزن الـ KHP بالجرام (Wt.(g))	الحجم المسح من NaOH (V')	عيارية HCl (N)	Titration 1				Titration 2				Titration 3				المتوسط				
رقم المعايرة	وزن الـ KHP بالجرام (Wt.(g))	الحجم المسح من NaOH (V')	عيارية HCl (N)																		
Titration 1																					
Titration 2																					
Titration 3																					
المتوسط																					
(2) ضبط تركيز هيدروكسيد الصوديوم المحضر:																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>رقم المعايرة</th> <th>حجم NaOH بالمل (V)</th> <th>الحجم المسح من HCl (V')</th> <th>عيارية NaOH (N)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Titration 1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Titration 2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Titration 3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>المتوسط</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	رقم المعايرة	حجم NaOH بالمل (V)	الحجم المسح من HCl (V')	عيارية NaOH (N)	Titration 1				Titration 2				Titration 3				المتوسط				
رقم المعايرة	حجم NaOH بالمل (V)	الحجم المسح من HCl (V')	عيارية NaOH (N)																		
Titration 1																					
Titration 2																					
Titration 3																					
المتوسط																					

(3) ضبط تركيز برمنجنات البوتاسيوم المحضر:

رقم المعايرة	وزن $C_2H_2O_4$ بالجرام (Wt.(g))	الحجم المسح من $KMnO_4$ (V')	عيارية $KMnO_4$ (N)
Titration 1			
Titration 2			
Titration 3			
المتوسط			

(4) ضبط تركيز الـ EDTA المحضر:

رقم المعايرة	وزن $Mg(NO_3)_2$ بالجرام (Wt.(g))	الحجم المسح من الـ EDTA (V')	عيارية EDTA (N)
Titration 1			
Titration 2			
Titration 3			
المتوسط			

لضبط العيارية لكل من HCl و $KMnO_4$ و EDTA ، إستخدم العلاقة التالية:

$$N = \frac{Wt. (g) \times 1000}{Eq. Wt. \times V'}$$

و لضبط عيارية الـ NaOH ، إستخدم العلاقة التالية:

$$N \times V = N' \times V'$$

(5) قارن بين العيارية المحسوبة نظريا و العيارية التي حصل عليها عمليا (بعد ضبط التركيز):

	عيارية NaOH (N)	عيارية HCl (N)	عيارية $KMnO_4$ (N)	عيارية EDTA (N)
نظريا				
عمليا				
الخطأ (الفرق) = نظري - عملي				
النسبة المئوية للخطأ				

(6) عبر عن تركيز المحاليل القياسية التي حضرته بالوحدات الموضحة في الجدول:

CONC. UNIT	عيارية NaOH (N).....	عيارية HCl (N)	عيارية KMnO ₄ (N)	عيارية EDTA (N)
M				
w/v%				
ppt				
ppm				

(5) المناقشة Discussion

(6) الاستنتاج Conclusion

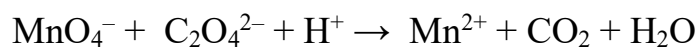
(7) الأسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

(1) احسب وزن KMnO₄ اللازم لتحضير 40 mL من محلول له بتركيز 0.002 M

(2) كم هو الحجم المتوقع تسحيحه من حمض الهيدروكلوريك تركيزه 0.2005 N الى
دورق يحتوي 5 mL من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.0997 N؟

(3) لماذا لم يستخدم دليل لوني للأستدلال على نقطة إنتهاء التفاعل في هذه المعايرة
حمض الأوكساليك ببرمنجنات البوتاسيوم؟

(4) وضح بالخطوات كيف يمكن وزن معادلة تفاعل الأكسدة و الإختزال الآتية:

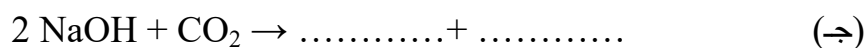
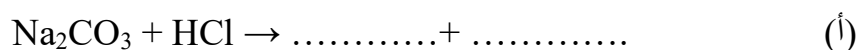


التجربة (2): تعيين تركيز الكربونات بطريقة المعايرة في عينة لأحد محاليله أو أملاحه
Lab.(2): Titrimetric determination of carbonate concentration in a given sample of its solution/salt.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور الى المختبر:

1 - لماذا تعد كربونات الصوديوم ملحاً قاعدياً في الوسط المائي؟

2 - أكمل المعادلات التالية:

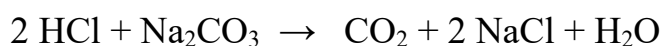


3 - احسب الأس الهيدروجيني (pH) لمحلول تم تحضيره بإذابة 2.05 g من كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) في 500 من الماء المقطر؟

الأساس النظري:

كربونات الصوديوم هو مركب كيميائي له الصيغة Na_2CO_3 ، ويدعى أيضاً بالإسم الشائع رماد الصودا أو صودا الغسيل، يتواجد بالشكل العادي على شكل بودرة بيضاء، محاليله في الماء قلوية. يمكن أن يوجد طبيعياً كمعدن أو صناعياً. يدخل بشكل رئيسي في صناعة الزجاج و صناعة الصابون

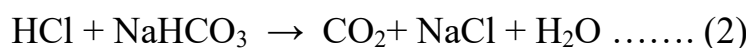
والمنظفات المنزلية. و يستخدم في صناعة عجينة الورق. كما يدخل في مجال معالجة مياه المجاري. و في الكثير من التطبيقات الصناعية الذي تدخل فيها كربونات الصوديوم، يتطلب منا في بداية أن نقدر نقاوتها. وفي هذه التجربة، سوف يجرى الطالب تجربة في التحليل الكمي لتقدير نقاوة عينة من ملح كربونات الصوديوم بمعايرة محلول محضر منه بمحلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك. و يتفاعل حمض الهيدروكلوريك HCl مع كربونات الصوديوم Na₂CO₃ كما يلي:



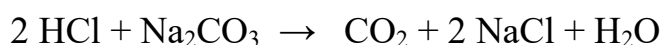
وهذا يدل على أن مولين من HCl قد تفاعلا مع مول واحد من Na₂CO₃ لإنتاج المواد وفق المعادلة السابقة. ولكن هل تؤدي إضافة مول واحد من HCl الى مول واحد من Na₂CO₃ الى تفاعل هذا المول من HCl مع نصف مول فقط من Na₂CO₃ لإعطاء المواد الناتجة حسب المعادلة السابقة مع بقاء نصف مول من Na₂CO₃ بحالة غير متفاعلة؟ الإجابة: لا والسبب أن تكوين المواد الناتجة أعلاه يحصل على مرحلتين:



أي أن جميع الكربونات تتحول أولاً الى بيكربونات .



يتفاعل الهيدروكلوريك مع البيكربونات الناتجة من التفاعل الأول ليحولها الى ثاني أكسيد الكربون وماء بالإضافة الى كلوريد الصوديوم. و إذا تفاعل مولين من HCl مع مول من Na₂CO₃ فإنه يعطي التفاعل الكلي :



وجد أن الاستهلاك الكامل للكربونات وتحويلها الى بيكربونات تكون قيمة الأس الهيدروجيني pH لمحلول التفاعل تساوي (8.3)، وبإستمرار إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl يشرع التفاعل الثاني في الحدوث، فإنه بإتتمام هذا التفاعل أي استهلاك كامل للبيكربونات التي تكونت نتيجة التفاعل الأول تكون قيمة الأس الهيدروجيني لمحلول التفاعل تساوي (3.8). وهما المدى للأس الهيدروجيني الذي يتغير فيه لون كل دليل الفينولفثالين (8 – 10) ودليل الميثيل البرتقالي (3.1 – 4)، على التوالي.

■ مخرجات التعلم

بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادراً على أن:

1 - تقدر نقاوة عينات مختلفة من الأحماض و القواعد و الأملاح الحامضية و القاعدية.

- 2 - تحديد الدليل المناسب في معايرة الأحماض و القواعد.
- 3 - تحضير المحاليل القياسية بتخفيف محاليلها الخامة و التعبير عن تراكيزها بوحدات مختلفة.
- 4 - تمييز معايرة الأحماض و القواعد التي تتم بمرحلة واحدة او عدة مراحل و الحسابات الكيميائية المتصلة بها.

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ميزان حساس
- ❖ دورق قياسي (500 mL)
- ❖ دوارق قياسية متنوعة السعة (100, 200 & 250 mL)
- ❖ كأس زجاجي (500 mL)
- ❖ كأس زجاجي (300 mL)
- ❖ مخبار مدرج (25 mL)
- ❖ سحاحة (50 mL)
- ❖ ماصة (10 mL) مزودة بشفاط مطاطي
- ❖ دورق مخروطي (250 mL)
- ❖ حامل لتثبيت السحاحة
- ❖ قمع
- ❖ دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ❖ حمض الهيدروكلوريك المركز Conc. HCl
- ❖ كربونات الصوديوم Na_2CO_3
- ❖ هيدروكسيد الصوديوم عالي النقاوة NaOH
- ❖ فيثالات البوتاسيوم الهيدروجينية $\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}$ (KHP)
- ❖ دليل الفينولفتالين PhPh
- ❖ دليل الميثيل البرتقالي MO
- ❖ ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ هيدروكسيد الصوديوم مادة كاوية لها تأثير كاوي على الجسم وعليه يجب الحذر من ملامستها للجسم أو العينين.
- ❖ يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة (HCl) عند نقل الكميات المطلوبة التي تريدها من الزجاجات و اضافتها الى المخبر المدرج ، بحيث تضمن عدم إتصالها مع الجلد و ذلك بإرتداء قفازات اليدين. كمل يجب استخدام الشفاط المطاطي لنقل الحمض بواسطة الماصة لتفادي وصول الحمض الى الفم.
- ❖ يجب الإسراع في وزن هيدروكسيد الصوديوم، وعدم ترك الزجاجات مفتوحة بل يجب غلقها. كما يجب إستخدام زجاجة الساعة لوزن الكمية المطلوبة من هيدروكسيد الصوديوم و ارتداء قفاز اليدين عند التعامل مع هذه المادة القلوية.
- ❖ يجب غسل الكأس الزجاجي و الماصة و المخبر المدرج قبل و بعد نقل أي سائل من الزجاجات لتجنب تلوث هذه السوائل ببعضها البعض.

خطوات العمل:

- (1) حضر محلول مائي خام من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.10 N، ثم أضبط تركيزه بمعايرة كمية محددة او وزن معين من فيثالات البوتاسيوم الهيدروجينية (KHP) كمادة قياسية أولية (راجع التجربة (1)). إستخدم قانون التخفيف، لتحضير 200 mL من محلول مخفف من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.010 N.
- (2) حضر محلول مائي خام من حمض الهيدروكلوريك بتركيز 0.10 N، ثم إستخدم قانون التخفيف، لتحضير 200 mL من محلول مخفف منه بتركيز 0.010 N . بعد ذلك أضبط تركيز حمض الهيدروكلوريك المخفف بمعايرته بالمحلول القياسي المخفف من هيدروكسيد الصوديوم الذي تم تحضيره في الخطوة (1).
- (3) زن جرام واحد تقريباً من عينة لكاربونات الصوديوم و أنقلها الى كأس زجاجي يحتوي على 100 mL من الماء المقطر. أذب العينة تماماً في الماء المقطر، ثم أنقل المحلول الناتج الى

دورق قياسي سعة 250 mL، وبعد ذلك اكمل بالماء المقطر حتى العلامة الموضحة في عنق الدورق.

(4) اغسل السحاحة جيداً، ثم املاًها بمحلول حمض الهيدروكلوريك المخفف الذي تم تحضيره و ضبط تركيزه في الخطوة (2). بعد ذلك اعد السحاحة في وضع الجاهزية لعملية المعايرة.

(5) أنقل بالماصة 10 mL من محلول كربونات الصوديوم الذي تم تحضيره في الخطوة (3) الى دورق مخروطي نظيف و جاف، ثم اضع قطرتين او ثلاث من دليل الفينولفثالين (phph).

(6) عاير محلول العينة (محلول كربونات الصوديوم في الدورق)، بإضافة حمض الهيدروكلوريك (HCl) القياسي الموجود بالسحاحة تدريجياً مع رج الدورق باستمرار حتى الوصول الى نقطة نهاية التفاعل. سجل الحجم المسح من الحمض.

(7) كرر عملية المعايرة ثلاث مرات، أي الخطوتين (5) و (6).

(8) كرر الخطوات (5) و (6) و (7)، مع استخدام دليل الميثيل البرتقالي (MO) بدلاً عن دليل الفينولفثالين (phph).

(9) اغسل يديك جيداً بعد الإنتهاء من تنفيذ التجربة.

(10) دون كل ملاحظاتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.

التقرير العملي:

أسم الطالب :..... اسماء الطلبة المشاركين :..... (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن :.....من.....الى..... اليوم و التاريخ :.....(...../...../.....) (20.....)	(1) المعلومات الشخصية Identification												
تعيين تركيز الكربونات بطريقة المعايرة في عينة لأحد محاليله او أملاحه	(2) عنوان التجربة Title of Experiment												
	(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose												
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations													
(1) الحجم المسح من محلول حمض الهيدروكلوريك القياسي:													
رقم المعايرة	<table border="1"> <tr> <th colspan="2" data-bbox="647 974 1019 1031">الحجم المسح من HCl</th></tr> <tr> <th data-bbox="647 1031 1019 1087">في حالة دليل الـphph (V_{phph})</th><th data-bbox="1019 1031 1390 1087">في حالة دليل الـMO (V_{MO})</th></tr> <tr> <td data-bbox="280 1087 647 1150">Titration 1</td><td data-bbox="647 1087 1019 1150"></td></tr> <tr> <td data-bbox="280 1150 647 1213">Titration 2</td><td data-bbox="647 1150 1019 1213"></td></tr> <tr> <td data-bbox="280 1213 647 1276">Titration 3</td><td data-bbox="647 1213 1019 1276"></td></tr> <tr> <td data-bbox="280 1276 647 1339">المتوسط</td><td data-bbox="647 1276 1019 1339"></td></tr> </table>	الحجم المسح من HCl		في حالة دليل الـphph (V_{phph})	في حالة دليل الـMO (V_{MO})	Titration 1		Titration 2		Titration 3		المتوسط	
الحجم المسح من HCl													
في حالة دليل الـphph (V_{phph})	في حالة دليل الـMO (V_{MO})												
Titration 1													
Titration 2													
Titration 3													
المتوسط													
(2) حساب عيارية محلول عينة كربونات الصوديوم باستخدام قانون التعادل:													
$(N_1 \times V_1)_{HCl} = (N_2 \times V_2)_{Na_2CO_3}$													

(3) حساب قوة تركيز ($S_{Na_2CO_3}$) محلول عينة كربونات الصوديوم معبراً عنها بـ (g/L):

$$S_{Na_2CO_3} = N_2 \times Eq.Wt.Na_2CO_3$$

حيث $Eq.Wt.Na_2CO_3$ هو الوزن المكافئ لكربونات الصوديوم.

(4) حساب الوزن النقي بالجرام ($Wt.(g)_{Na_2CO_3}$) من كربونات الصوديوم في العينة:

$$Wt.(g)_{Na_2CO_3} = S_{Na_2CO_3} \times V(L)_{Na_2CO_3}$$

حيث $V(L)_{Na_2CO_3}$ يمثل حجم محلول عينة كربونات الصوديوم التي تم تحضيرها معبراً عنها بالتر.

(5) حساب نقاوة عينة كربونات الصوديوم في العينة معبراً عنها بالنسبة المئوية الوزنية ($w/w\%$):

$$w/w\% Na_2CO_3 = \frac{Wt.(g)_{Na_2CO_3}}{Wt(g)_{sample}} \times 100$$

حيث $Wt(g)_{sample}$ يساوي وزن عينة كربونات الصوديوم المذابة بالجرام.

(5) المناقشة Discussion

(6) الاستنتاج Conclusion
(7) الأسئلة اللاحقة Post– Laboratory Questions
(1) لماذا حجم حمض الهيدروكلوريك المسح مع الكربونات عند استخدام دليل الـ phph يساوي نصف الحجم المسح عند استخدام دليل الـ MO؟ وضح إجابتك بالمعادلات.

(2) عينة من كربونات البوتاسيوم تزن 3.089 g أذيت في الماء المقطر وخففت الى حجم 500 mL. وعند معايرة 25 mL من المحلول الناتج بمحلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك 0.0544 N HCl، كان حجم الحمض اللازم للوصول الى نقطة إنتهاء المعايرة هو 18.97 mL في حالة استخدام دليل الميثيل البرتقالي. احسب نقاوة العينة معبراً عنها بـ % K_2CO_3 w/w.

التجربة (3): تعيين تركيز الكربونات و البيكربونات بطريقة المعايرة في عينة لأحد مخاليطهما
Lab.(3): Titrimetric determination of carbonate and bicarbonate concentration in a given sample of their mixture.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور الى المختبر:

1 - ماذا يحدث عند تسخين بيكربونات الصوديوم في الأوساط الجافة او الأوساط المائية؟ وضح إجابتك بالمعادلات الكيميائية.

2 - عرف منحنى المعايرة؟ ارسم مخطط تقريبي يوضح منحنى معايرة محلول لكربونات الصوديوم بمحلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك.

الأساس النظري:

بالإضافة الى فوائد الصناعية لكربونات الصوديوم، هنالك تطبيقات واسعة و متنوعة لبيكربونات الصوديوم NaHCO_3 في مجالات الصناعات الغذائية و الطبية و في مستحضرات الصيدلانية و التجميل و غيرها. و يعتبر بيكربونات الصوديوم او ما يسمى **بصودا الخبز** أهم مشتقات كربونات الصوديوم، لذا عادةً ما يتواجد كل من الكربونات و البيكربونات على هيئة مخاليط بنسب متفاوتة منهما. وفي هذه التجربة، سيقوم الطالب بتقدير كمية كل من الكربونات و البيكربونات بمعايرة محلول محضر من أحد مخاليطهما بمحلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك. حيث تتم عملية المعايرة بمرحلتين:

(أ) المرحلة الأولى و يتم خلالها معايرة نصف كمية الكربونات بإستخدام دليل الفينولفثالين (phph) لتحديد نقطة نهاية معايرة.



(ب) المرحلة الثانية و يتم خلالها معايرة كل من الكربونات والبيكربونات في الخليط و ذلك باستخدام دليل الميثيل البرتقالي (MO).



و بتحديد حجم HCl المسح و الذي يكافئ كل من الكربونات و البيكربونات، يمكن حساب كمية كربونات الصوديوم و بيكربونات الصوديوم في خليط العينة.

■ مخرجات التعلم

بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادراً على أن:

- 1- تحدد كمياً مكونات خليط يتألف من أملاح حامضية أو القاعدية او من حمض و ملح حامضي او قاعدة و ملح قاعدي.
- 2- تعالج حجوم المادة المسححة رياضياً عند استخدام أدلة مختلفة وتجري الحسابات الكيميائية في معايرة المخاليط.
- 3 - تحضر المحاليل القياسية بتخفيف محاليلها الخامة و التعبير عن تراكيزها بوحدات مختلفة.
- 4 - تختار الأدلة المناسبة في التحليل الكمي لمكونات عينة خليط باستخدام طريقة معايرة التعادل.

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ميزان حساس
- ❖ ورق قياسي (500 mL)
- ❖ دوارق قياسية متنوعة السعة (100, 200 & 250 mL)
- ❖ كأس زجاجي (500 mL)
- ❖ كأس زجاجي (300 mL)
- ❖ مخبر مدرج (25 mL)
- ❖ سحاحة (50 mL)

- ❖ ماصة (10 mL) مزودة بشفاط مطاطي
- ❖ ورق مخروطي (250 mL)
- ❖ حامل لتثبيت السحاحة
- ❖ قمع
- ❖ ورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ❖ حمض الهيدروكلوريك المركز Conc. HCl
- ❖ كربونات الصوديوم Na_2CO_3
- ❖ بيكربونات الصوديوم NaHCO_3
- ❖ هيدروكسيد الصوديوم عالي النقاوة NaOH
- ❖ دليل الفينولفثالين PhPh
- ❖ دليل الميثيل البرتقالي MO
- ❖ ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ هيدروكسيد الصوديوم مادة كاوية لها تأثير كاوي على الجسم وعليه يجب الحذر من ملامستها للجسم أو العينين.
- ❖ يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة (HCl) عند نقل الكميات المطلوبة التي تريدها من الزجاجات و اضافتها الى المخبار المدرج ، بحيث تضمن عدم إتصالها مع الجلد و ذلك بارتداء قفازات اليدين. كمل يجب استخدام الشفاط المطاطي لنقل الحمض بواسطة الماصة لتفادي وصول الحمض الى الفم.
- ❖ يجب الإسراع في وزن هيدروكسيد الصوديوم، وعدم ترك الزجاجات مفتوحة بل يجب غلقها. كما يجب إستخدام زجاجة الساعة لوزن الكمية المطلوبة من هيدروكسيد الصوديوم و ارتداء قفاز اليدين عند التعامل مع هذه المادة القلوية.
- ❖ يجب غسل الكأس الزجاجي و الماصة و المخبار المدرج قبل و بعد نقل أي سائل من الزجاجات لتجنب تلوث هذه السوائل ببعضها البعض.

خطوات العمل:

- (1) حضر محلول مخفف من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.010 N (راجع التجربة (2)).
- (2) حضر محلول مائي خام من حمض الهيدروكلوريك بتركيز 0.10 N، ثم استخدم قانون التخفيف، لتحضير 200 mL من محلول مخفف منه بتركيز 0.010 N. بعد ذلك أضبط تركيز حمض الهيدروكلوريك المخفف بمعايرته بالمحلول القياسي المخفف من هيدروكسيد الصوديوم الذي تم تحضيره في الخطوة (1).
- (3) زن جرام واحد تقريباً من عينة لخليط يتألف من كربونات الصوديوم و بيكربونات الصوديوم و أنقلها الى كأس زجاجي يحتوي على 100 mL من الماء المقطر. أذب العينة تماماً في الماء المقطر، ثم أنقل المحلول الناتج الى دورق قياسي سعته 250 mL، وبعد ذلك اكمل بالماء المقطر حتى العلامة الموضحة في عنق الدورق.
- (4) اغسل السحاحة جيداً، ثم املاًها بمحلول حمض الهيدروكلوريك المخفف الذي تم تحضيره و ضبط تركيزه في الخطوة (2). بعد ذلك اعد السحاحة في وضع الجاهزية لعملية المعايرة.
- (5) أنقل بالماصة 10 mL من محلول الخليط الذي تم تحضيره في الخطوة (3) الى دورق مخروطي نظيف و جاف، ثم اضع قطرتين او ثلاث من دليل الفينولفثالين (phph):
- * **ملاحظة:** يجب عدم النفخ في الماصة لإنزال ما تبقى من محلول الخليط وأكتفي برطم فوهة الماصة يلفظ شديد على الجدار الداخلي للدورق. كما يجب تفادي تسخين محلول العينة قبل او أثناء المعايرة.
- (6) عاير محلول الخليط، بإضافة حمض الهيدروكلوريك (HCl) القياسي الموجود بالسحاحة تدريجياً مع رج الدورق باستمرار حتى الوصول الى نقطة نهاية التفاعل. سجل الحجم المسح من الحمض.
- (7) كرر عملية المعايرة ثلاث مرات، أي الخطوتين (5) و (6).
- (8) كرر الخطوات (5) و (6) و (7)، مع استخدام دليل الميثيل البرتقالي (MO) بدلاً عن دليل الفينولفثالين (phph).
- (9) اغسل يديك جيداً بعد الإنتهاء من تنفيذ التجربة.
- (10) دون كل ملاحظاتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.

التقرير العملي:

أسم الطالب :-..... اسماء الطلبة المشاركين :- (1).....(2).....(3)..... المجموعة :-.....الزمن :- من.....الى..... اليوم و التاريخ :-.....(...../...../20.....)	(1) المعلومات الشخصية Identification												
تعيين تركيز الكربونات و البيكربونات بطريقة المعايرة في عينة لأحد مخاليطهما	(2) عنوان التجربة Title of Experiment												
	(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose												
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations													
(1) الحجم المسح من محلول حمض الهيدروكلوريك القياسي:													
رقم المعايرة	<table border="1"> <tr> <th colspan="2" data-bbox="647 974 1019 1031">الحجم المسح من HCl</th></tr> <tr> <th data-bbox="647 1031 1019 1087">في حالة دليل الـ phph (V_{phph})</th><th data-bbox="1019 1031 1388 1087">في حالة دليل الـ MO (V_{MO})</th></tr> <tr> <td data-bbox="280 1087 647 1150">Titration 1</td><td data-bbox="647 1087 1388 1150"></td></tr> <tr> <td data-bbox="280 1150 647 1213">Titration 2</td><td data-bbox="647 1150 1388 1213"></td></tr> <tr> <td data-bbox="280 1213 647 1276">Titration 3</td><td data-bbox="647 1213 1388 1276"></td></tr> <tr> <td data-bbox="280 1276 647 1339">المتوسط</td><td data-bbox="647 1276 1388 1339"></td></tr> </table>	الحجم المسح من HCl		في حالة دليل الـ phph (V_{phph})	في حالة دليل الـ MO (V_{MO})	Titration 1		Titration 2		Titration 3		المتوسط	
الحجم المسح من HCl													
في حالة دليل الـ phph (V_{phph})	في حالة دليل الـ MO (V_{MO})												
Titration 1													
Titration 2													
Titration 3													
المتوسط													
خذ بعين الاعتبار أن الحجم المسح من HCl في حالة استخدام دليل الـ phph يكافئ نصف كمية الكربونات الموجودة في الخليط، أي أن:													
$V_{phph} \equiv \frac{1}{2} Na_2CO_3$													
و أن الحجم المسح من HCl في حالة استخدام دليل الـ MO يكافئ كل الكمية من الكربونات و البيكربونات الموجودة في الخليط:													
$V_{MO} \equiv Na_2CO_3 + NaHCO_3$													

(2) حساب عيارية كربونات الصوديوم في محلول الخليط باستخدام قانون التعادل:

$$(N_1 \times V_1)_{HCl} = (N_2 \times V_2)_{mix}$$

حيث V_2 يمثل حجم الخليط الذي تم معايرته و V_1 هو حجم HCl المكافئ لكربونات الصوديوم في الخليط، أي أن $(V_1 = 2 V_{phph})$.

(3) حساب عيارية بيكربونات الصوديوم في محلول الخليط باستخدام قانون التعادل:

$$(N'_1 \times V'_1)_{HCl} = (N'_2 \times V'_2)_{mix}$$

حيث V'_1 هو حجم HCl المكافئ لبيكربونات الصوديوم في الخليط، أي أن $(V'_1 = V_{MO} - 2 V_{phph})$

(4) حساب قوة تركيز كل من كربونات الصوديوم و بيكربونات الصوديوم في المحلول معبراً عنها بـ (g/L)

$$S_{Na_2CO_3} = N_2 \times Eq.Wt. Na_2CO_3$$

حيث $Eq.Wt. Na_2CO_3$ هو الوزن المكافئ لكربونات الصوديوم.

$$S_{NaHCO_3} = N'_2 \times Eq.Wt. NaHCO_3$$

حيث $Eq.Wt. NaHCO_3$ هو الوزن المكافئ لبيكربونات الصوديوم.

(5) حساب الوزن النقي بالجرام لكل من كربونات الصوديوم و بيكربونات الصوديوم في العينة:

$$Wt.(g)_{Na_2CO_3} = S_{Na_2CO_3} \times V(L)_{mix}$$

$$Wt.(g)_{NaHCO_3} = S_{NaHCO_3} \times V(L)_{mix}$$

حيث $V(L)_{mix}$ يمثل حجم محلول عينة الخليط التي تم تحضيرها معبراً عنها باللتر.

(6) حساب النسبة المئوية الوزنية (w/w%) لكل من كربونات الصوديوم و بيكربونات الصوديوم في العينة:

$$w/w\% \text{ Na}_2\text{CO}_3 = \frac{Wt.(g)_{Na_2CO_3}}{Wt(g)_{sample}} \times 100$$

$$w/w\% \text{ NaHCO}_3 = \frac{Wt.(g)_{NaHCO_3}}{Wt(g)_{sample}} \times 100$$

حيث $Wt(g)_{sample}$ يساوي وزن عينة خليط الكربونات و اليكربونات المذابة بالجرام.

(5) المناقشة Discussion

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الأسئلة اللاحقة Post-Laboratory Questions

(1) ما الخطأ التقديري الذي سينجم عندما يتم نفخ الهواء من الفم خلال الماصة في محلول خليط الكربونات و البيكربونات قبل إجراء المعايرة بمحلول حمض الهيدروكلوريك؟ هل سيتغير تركيز الكربونات ام البيكربونات؟ و لماذا؟ عزز إجابتك بالمعادلات.

(2) ما الخطأ التقديري الذي سينجم عندما يتم تسخين محلول خليط الكربونات و البيكربونات قبل او أثناء المعايرة بمحلول حمض الهيدروكلوريك؟ هل سيتغير تركيز الكربونات ام البيكربونات؟ و لماذا؟ عزز إجابتك بالمعادلات.

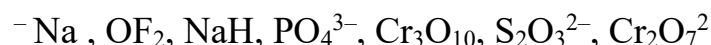
(3) عينة تحتوي على كربونات البوتاسيوم (K_2CO_3) و بيكربونات الليثيوم ($LiHCO_3$) و كلوريد الصوديوم ($NaCl$) فقط تزن 4.050 g، أُذيبت في الماء المقطر وخففت الى حجم 500 mL. وعند معايرة 20 mL من المحلول الناتج بمحلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك 0.0256 N HCl، كان حجم الحمض اللازم للوصول الى نقطة إنتهاء المعايرة هو 7.5 mL في حالة استخدام دليل الميثيل البرتقالي 22.80 mL. احسب النسبة الوزنية لمكونات العينة.

التجربة (4): تعيين كمية كبريتات الحديدوز (FeSO_4) في عينة لأحد مستحضراته الصيدلانية (كبسولات او أقراص الفيوسبان®) بمعايرتها بمحلول قياسي من KMnO_4 .

Lab.(4): Titrimetric determination of ferrous sulphate (FeSO_4) content in a given sample of its pharmaceutical forms (Feospan® capsules/tablets) using a standard solution of KMnO_4 as a titrant.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور الى المختبر:

1 - عرف رقم التأكسد و احسب رقم التأكسد للذرات المركزية للمواد التالية:



2 - زن معادلاتي الأكسدة و الإختزال التاليتين. حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل، ثم احسب

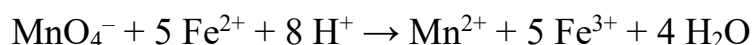
الوزن المكافيء لهما:



3 - اكتب معادلة نرنست لكل من التفاعلات في السؤال (2).

الأساس النظري:

تناول الأطعمة الغنية بالحديد هو جزء رئيسي من علاج فقر الدم الناجم عن انخفاض مستويات الحديد و لكن قد تحتاج الحالة الى أخذ مكملات غذائية محتوية على عنصر الحديد وكذلك لإعادة بناء مخازن الحديد في الجسم. فيمكن أن تكون المكملات على هيئة كبسولات او أقراص او شراب او حقن. و جدير بالذكر أن الكمية الأكثر شيوعاً و التي تكون في كل وحدة من الدواء هي 325 mg (كبريتات الحديدوز FeSO_4)، بمعنى أن القرص الواحد او الكبسولة الواحد في العادة ما تحتوي على 325 mg من كبريتات الحديدوز. وتباع هذه الأقراص او الكبسولات بالاسم التجاري لكبريتات الحديدوز و المعروف بالفيوسبان **Feospan**. و في هذه التجربة سيقوم الطالب بتقدير كمية كبريتات الحديدوز في عينة من أقراص او كبسولات صيدلانية وذلك بمعايرة محلول محضر منها بمحلول قياسي من برمنجنات البوتاسيوم في وسط حامضي. حيث يتأكسد أيون الحديدوز (Fe^{2+}) الى أيون الحديديك (Fe^{3+}) أثناء تبعاً لمعادلة تفاعل الأكسدة و الإختزال التالية:



و عند نقطة إنتهاء التفاعل يتلون لون المحلول بلون البرمنجنات (الوردي) و الذي من خلاله يمكن الإستدلال عن نقطة نهاية المعايرة. لذا لا نحتاج لاستخدام دليل خارجي في هذا النوع من معايرة الأكسدة و الإختزال.

■ مخرجات التعلم

بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادراً على أن:

1 - تجري معايرة الأكسدة و الإختزال في التحليل الكمي لمادة ما في عينة تسلك كعامل مؤكسد او

عامل مختزل.

2- تستخلص المواد الفعالة من مستحضراتها الصيدلانية و تحضر محلول متجانس منها لعملية التحليل الكمي.

3 - تحضر المحاليل القياسية بتخفيف محاليلها الخامة و التعبير عن تراكيزها بوحدات مختلفة.

4 - حساب الوزن المكافئ و عيارية المواد التي تدخل في معايرة الأكسدة و الإختزال.

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ميزان حساس
- ❖ دورق قياسي (500 mL)
- ❖ دوارق قياسية متنوعة السعة (100, 200 & 250 mL)
- ❖ كأس زجاجي (500 mL)
- ❖ كأس زجاجي (300 mL)
- ❖ مخبار مدرج (25 mL)
- ❖ سحاحة (50 mL)
- ❖ ماصة (10 mL) مزودة بشفط مطاطي
- ❖ دورق مخروطي (250 mL)
- ❖ حامل لتثبيت السحاحة
- ❖ قمع
- ❖ أوراق ترشيح وتمان
- ❖ دورق غسيل
- ❖ موقد بنزن

الكواشف المطلوبة:

- ❖ حمض الأوكساليك النقي $C_2H_2O_4.2H_2O$
- ❖ محلول حمض الكبريتيك بتركيز H_2SO_4 (9 M)
- ❖ برمنجنات البوتاسيوم عالي النقاوة $KMnO_4$
- ❖ أقراص او كبسولات من الفيوسبان Feospan®
- ❖ ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ برمنجنات البوتاسيوم (KMnO_4) من العوامل المؤكسد القوية و الذي قد يؤدي إتصالها المباشر بالمواد العضوية او حمض الكبريتيك المركز الى تكون مواد قابلة للإنفجار.
- ❖ يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة (H_2SO_4) عند نقل الكميات المطلوبة التي تريدها من الزجاجاة و اضافتها الى المخبار المدرج ، بحيث تضمن عدم إتصالها مع الجلد و ذلك بإرتداء قفازات اليدين. كما يجب استخدام الشفاط المطاطي لنقل الحمض بواسطة الماصة لتفادي وصول الحمض الى الفم.
- ❖ يجب الإسراع في نقل برمنجنات البوتاسيوم، وعدم ترك الزجاجاة مفتوحة بل يجب غلقها. تستخدم زجاجة الساعة لوزن برمنجنات البوتاسيوم مع إرتداء قفاز اليدين عند التعامل معا.
- ❖ حمض الأوكساليك يعتبر ساماً عند حرقه على اللهب، لذا يجب تفادي إتصاله المباشر مع اللهب كما يجب ارتداء الكمادات عند تسخين المحلول المحتوي على حمض الأوكساليك الذائب.
- ❖ يجب غسل الكأس الزجاجي و الماصة و المخبار المدرج قبل و بعد نقل أي سائل من الزجاجاة لتجنب تلوث هذه السوائل ببعضها البعض.

خطوات العمل:

- (1) حضر محلول مائي خام من برمنجنات البوتاسيوم بتركيز 0.10 N، ثم أضبط تركيزه بمعايرة وزن معين من حمض الأوكساليك ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) كمادة قياسية أولية- (راجع التجربة (1)). إستخدم قانون التخفيف، لتحضير 200 mL من محلول قياسي مخفف من برمنجنات البوتاسيوم بتركيز 0.010 N.
- (2) قم بسحق خمسة أقراص او كبسولات موزونة من الفيوسوبان على الهون، ثم اخلط المسحوق جيداً. زن 3 g تقريباً من مسحوق العينة و أنقلها الى كأس زجاجي يحتوي على 100 mL من الماء المقطر. أذب العينة تماماً بتسخينها بلطف على اللهب.
- (3) رشح المحلول الناتج، بحيث يجمع الراشح في دورق قياسي سعته 250 mL، وبعد ذلك أكمل بالماء المقطر حتى العلامة الموضحة في عنق الدورق.
- (4) اغسل السحاحة جيداً، ثم املاها بمحلول برمنجنات البوتاسيوم المخفف بتركيز 0.010 N الذي تم تحضيره و ضبط تركيزه في الخطوة (1). بعد ذلك اعد السحاحة في وضع الجاهزية لعملية المعايرة.

(5) أنقل بالماصة 10 mL من محلول العينة الذي تم تحضيره في الخطوة (2 و 3) الى دورق مخروطي نظيف و جاف، ثم اضع ببطء شديد و حذر 5 mL (على هيئة قطرات) من حمض الكبريتيك بتركيز 9 M. بعد ذلك قم بمعايرة المحلول ببرمنجنات البوتاسيوم مع الرج بلطيف و المستمر أثناء المعايرة حتى الوصول الى نقطة إنتهاء التفاعل. سجل الحجم المسح من برمنجنات البوتاسيوم.

(6) كرر عملية المعايرة ثلاث مرات، أي الخطوة (5).

(7) اغسل يديك جيداً بعد الإنتهاء من تنفيذ التجربة.

(8) دون كل ملاحظتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.

التقرير العملي:

أسم الطالب:..... اسماء الطلبة المشاركين:..... (1).....(2).....(3)..... المجموعة:.....الزمن:.....من.....الى..... اليوم و التاريخ:.....(...../...../20.....)	(1) المعلومات الشخصية Identification										
تعيين كمية كبريتات الحديدوز (FeSO_4) في عينة لأحد مستحضراته الصيدلانية (كبسولات او أقراص الفيو سبان®) بمعايرتها بمحلول قياسي من KMnO_4.	(2) عنوان التجربة Title of Experiment										
	(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose										
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations											
(1) الحجم المسح من محلول برمنجنات البوتاسيوم القياسي: <table border="1" data-bbox="360 1024 1307 1327"> <thead> <tr> <th>رقم المعايرة</th> <th>الحجم المسح من KMnO_4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Titration 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Titration 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Titration 3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>المتوسط</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> (2) حساب عيارية كبريتات الحديدوز في محلول العينة باستخدام قانون التعادل: $(N_1 \times V_1)_{\text{KMnO}_4} = (N_2 \times V_2)_{\text{FeSO}_4}$ حيث V_2 يمثل حجم محلول العينة الذي تم معايرته و V_1 هو متوسط حجم برمنجنات البوتاسيوم المكافئ.		رقم المعايرة	الحجم المسح من KMnO_4	Titration 1		Titration 2		Titration 3		المتوسط	
رقم المعايرة	الحجم المسح من KMnO_4										
Titration 1											
Titration 2											
Titration 3											
المتوسط											

(3) حساب قوة تركيز كل من كبريتات الحديدوز في المحلول معبراً عنها بـ (g/L):

$$S_{FeSO_4} = N_2 \times Eq.Wt. FeSO_4$$

حيث $Eq.Wt. FeSO_4$ هو الوزن المكافئ لكبريتات الحديدوز.

(3) حساب الوزن النقي بالمليجرام لكبريتات الحديدوز في العينة:

$$Wt.(mg)_{FeSO_4} = S_{FeSO_4} \times V(mL)_{sample}$$

حيث $V(mL)_{sample}$ يمثل حجم محلول عينة الخليط التي تم تحضيرها معبراً عنها بالمليتر.

(4) حساب متوسط وزن القرص او الكبسولة من الفيوستاب®:

وزن القرص او الكبسولة بالجرام	رقم القرص او الكبسولة
	1
	2
	3
	4
	5
	مجموع وزن القرص او الكبسولة
	$Wt.(g)_{Total}$
	متوسط وزن القرص او الكبسولة
	$Wt.(g)_{Avg}$

(5) حساب الوزن النقي بالمليجرام من كبريتات الحديدوز لكل قرص او كبسولة:

$$Wt.(mg)_{FeSO_4/tablet(capsule)} = \frac{Wt.(mg)_{FeSO_4} \times Wt.(g)_{Avg}}{Wt.(g)_{Total}}$$

(5) المناقشة Discussion

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الأسئلة اللاحقة Post-Laboratory Questions

(1) ما الخطأ التقديري الذي سينجم إذا كانت كمية حمض الكبريتيك المضافة الى محلول العينة غير كافية قبل إجراء المعايرة بمحلول برمنجنات البوتاسيوم؟ هل سيتغير تركيز كبريتات الحديدوز المقدر؟ و لماذا؟ عزز إجابتك بالمعادلات.

(2) عند معايرة 271 mg من أوكسالات الصوديوم ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) بمحلول قياسي من برمنجنات البوتاسيوم KMnO_4 ، كان حجم البرمنجنات المسح و اللازم للوصول الى نقطة النهاية يساوي 40.21 mL. احسب عيارية محلول برمنجنات البوتاسيوم.

(3) عينة من خام الهيماتيت تزن 0.497 g أذيت في حمض الهيدروكلوريك (HCl) المركز، ثم اختزل الحديدك (Fe^{3+}) الى الحديدوز (Fe^{2+}) بواسطة كلوريد القصديروز (SnCl_2). بعد ذلك تم معايرة المحلول الناتج بمحلول برمنجنات البوتاسيوم ذات التركيز 0.1075 N. فإذا تطلبت هذه العينة 47.35 mL من محلول البرمنجنات للوصول الى نقطة النهاية، احسب النسبة المئوية لأكسيد الحديدك (Fe_2O_3) في عينة خام الهيماتيت.

التجربة (5): تقدير عسر عينة من ماء الصنبور بطريقة معايرة تكوين المعقدات بواسطة إيثيلين ثنائي أمين رباعي خلات ثنائي الصوديوم (اديتا).

Lab.(5): Complexometric determination of the degree of hardness of a municipal water sample by reacting it with a solution of disodium ethylenediamine tetraacetate (EDTA).

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور الى المختبر:

- 1 - أرسم التركيب البنائي لكل من جزيء الاديتا (EDTA) و جزيء دليل الايروكروم بلاك-تي (Erichrome black-T). حدد عليهما المواقع او الذرات التي يمكن أن تكون و رابط تناسقية (مخلبية) مع الأيون الفلزي، و ليكن M^{n+} .

- 2 - لماذا معايرة تكوين المعقدات بواسطة الاديتا (EDTA) تجرى دائماً في وسط قلوي (pH~10)؟

الأساس النظري:

عسر الماء (أو قساوة الماء) هو تعبير يستخدم لوصف حالة الماء عندما تكون نسبة الأملاح المعدنية فيه عالية، والتي غالباً ما تكون أملاح الكالسيوم (Ca^{+2}) والمغنسيوم (Mg^{+2}) ، بالإضافة الى بعض الأملاح المنحلة من البيكربونات والكبريتات. يوجد الكالسيوم في المياه العسرة على شكل كربونات الكالسيوم (CaCO_3) حجر جيري (أو كبريتات الكالسيوم CaSO_4) أما المغنسيوم فيأتي على شكل معدن الدولوميت. والماء العسر هو عادة غير ضار بالصحة ولكن يمكن أن يتسبب بمشاكل خطيرة في البيئات الصناعية ، حيث يتم رصد عسر المياه لتجنب حدوث أعطال مكلفة في المراجل وأبراج التبريد، وغيرها من المعدات التي تعالج المياه.

أقسام العسر

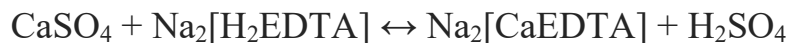
العسر المؤقت

ويعود لوجود أملاح البيكربونات وسمي بالعسر المؤقت لسهولة التخلص منه، ويمكن إزالة عسر الماء في هذه الحالة وتحويله الى ماء يسر بغلي الماء او تسخينه فينتقل غاز ثاني أكسيد الكربون وتترسب كربونات الكالسيوم مكونة طبقة بيضاء على سطح غلاية الماء.

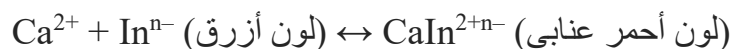
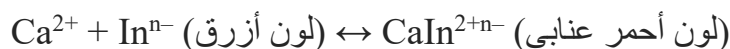
العسر الدائم

ويعود لوجود أملاح كبريتات وكلوريدات المغنسيوم والكالسيوم ذائبة في الماء، وسمي عسراً دائماً لأن أملاح هذه الأيونات لا تترسب بعملية التسخين البسيطة، وإنما تحتاج الى معالجات كيميائية. الأضرار الناتجة عن استعمال الماء العسر: (1) في الغلايات والمواسير: يؤدي استعمال الماء العسر بنوعيه المؤقت والدائم في الغلايات الى ترسيب أملاح الكالسيوم والمغنسيوم بالحرارة وزيادة تركيزها، ويؤدي وجود تلك الطبقات المترسبة الى أضرار كثيرة منها: (أ) تقليل التوصيل الحراري في مختلف الأوعية الحرارية. (ب) صعوبة وعدم وصول الحرارة الى السائل المسخن وبالتالي فقد وزيادة استهلاك الوقود. (ج) يؤدي وجود تلك الطبقات المترسبة الى تكون طبقة عازلة مما يؤدي الى عدم تبريد الأجزاء الملامسة للهب تبريداً نسبياً، وبالتالي الى ارتفاع درجة حرارة تلك الأجزاء بشكل خطر قد يؤدي الى انفجار الغلايات. (د) قد يؤدي الترسيب المتزايد الى انسداد مواسير الغلاية وانفجارها. (2) في الغسيل: يسبب استعمال الماء العسر استهلاكاً كبيراً في الصابون المعدني غير الذائب والذي يرسب على الأسطح المراد غسلها. (3) في صناعة الغزل والنسيج: تترسب أملاح الحديدوز والمنجنيز على الأنسجة ثم تتأكسد الى أملاح الحديدك التي تكون بقع سمراء على الأنسجة يصعب إزالتها. (4) تكون الصدأ وتآكل المعدن.

و في هذه التجربة سيقوم الطالب بتقدير عسر عينة من ماء الصنبور باستخدام معايرة تكوين المعقدات بواسطة الاديتا (EDTA). حيث يتفاعل الملح الصوديومي للاديتا (EDTA) مع أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم مكونة معقدة ثابتة:



وهذا التفاعل يميل الى الجهة اليمنى وذلك بإضافة مادة قلوية تتفاعل مع حامض الكبريتيك المتكون أما عند pH حامضية فسوف يسير التفاعل الى الجهة اليسرى. ولذلك يستخدم محلول منظم عند $\text{pH} = 10$. وهذه الطريقة مناسبة ودقيقة، وفيها يتم أخذ عينة من ماء الصنبور ويضاف اليها المحلول المنظم او محلول الأمونيا المائي (NH_4OH) لجعل الوسط قلوي ثم تعابير بمحلول الاديتا في وجود دليل الايروكروم بلاك تي (Erichrome black- T) الذي يعطي لون أحمر عنابي في وجود الكالسيوم والمغنيسيوم لتكوينه معقد مع أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم:



ونظراً لكون هذا المعقد أقل ثباتاً من معقد الاديتا مع هذه الأيونات لذلك فإنه عند المعايرة يتكون معقد الاديتا مع الكالسيوم والمغنيسيوم تاركة الدليل الذي يصبح لونه أزرق و بالتالي يمكن حساب العسر الكلي لعينة الماء. أما لتقدير العسر الدائم فإنه يتطلب غلي الماء و ترشيحه لإزالة العسر المؤقت (الراسب المتكون من كربونات الكالسيوم و المغنيسيوم) و من ثم إجراء عملية المعايرة بالاديتا كما في السابق.

■ مخرجات التعلم

بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادراً على أن:

- 1 - تستخدم معايرة تكوين المعقدات بواسطة الاديتا في تقدير تراكيز الكثير من العناصر الفلزية.
- 2 - تعين العسر الكلي و الدائم و المؤقت لعينة من الماء و تحديد مدى جودة هذه العينة من المياه.
- 3 - تحديد الدليل المناسب او الطريقة الملائمة او إجراءات الصائبة في معايرة تكوين المعقدات.
- 4 - تقوم بالحسابات الكيميائية المتعددة للتعبير عن خصائص المياه بحسب الوحدات المتعارف عليها دولياً.

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ميزان حساس
- ❖ دورق قياسي (500 mL)
- ❖ دوارق قياسية متنوعة السعة (100, 200 & 250 mL)
- ❖ كأس زجاجي (500 mL)
- ❖ مخبر مدرج (25 mL)
- ❖ سحاحة (50 mL)
- ❖ ماصة (10 mL) مزودة بشفاط مطاطي
- ❖ دورق مخروطي (250 mL)
- ❖ حامل لتثبيت السحاحة
- ❖ قمع
- ❖ أوراق ترشيح وتمان
- ❖ لهب بنزن
- ❖ دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ❖ إيثيلين ثنائي أمين رباعي خلات ثنائي الصوديوم (EDTA) ($C_{10}H_{18}N_2O_8Na_2$)
- ❖ نترات المغنسيوم $Mg(NO_3)_2$
- ❖ دليل الايروكروم بلاك- تي Erichrome black-T
- ❖ محلول الأمونيا NH_3 (aq) or NH_4OH
- ❖ ماء مقطر
- ❖ ماء صنبور

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ عند غلي الماء لا تجعل الكأس الزجاجي باتصال مباشر على اللهب بل حافظ على أن يكون أعلى اللهب بمسافة مناسبة.

❖ يجب غسل الكأس الزجاجي و الماصة و المخبار المدرج قبل و بعد نقل أي سائل من الزجاجاة لتجنب تلوث هذه السوائل ببعضها البعض.

خطوات العمل:

- (1) حضر محلول مائي خام من الاديتا (EDTA) بتركيز 0.10 N، ثم أضبط تركيزه بمعايرة كمية محددة او وزن معين من نترات الماغنسيوم ($Mg(NO_3)_2$) كمادة قياسية أولية (راجع التجربة (1)). إستخدم قانون التخفيف، لتحضير 200 mL من محلول مخفف من الاديتا بتركيز 0.010 N.
- (2) غسل السحاحة جيداً، ثم املاها بمحلول الاديتا المخفف الذي تم تحضيره و ضبط تركيزه في الخطوة (1). بعد ذلك اعد السحاحة في وضع الجاهزية لعملية المعايرة.
- (3) أنقل بالماصة 50 mL من ماء الصنبور الى دورق مخروطي نظيف و جاف، ثم اضع اليه 2-3 mL من محلول الأمونيا حتى يصبح الوسط قلوي ($pH \sim 10$)، بعد ذلك اضع قطرتين او ثلاث من دليل الايروكروم بلاك - تي (Erichrome black - T).
- (4) عاير محلول عينة ماء الصنبور، بإضافة محلول الاديتا القياسي تدريجياً مع رج الدورق باستمرار حتى الوصول الى نقطة نهاية التفاعل. سجل الحجم المسح من الحمض.
- (5) كرر عملية المعايرة ثلاث مرات، أي الخطوتين (3) و (4).
- (6) خذ في كأس زجاجي نظيف و جاف حوالي 250 mL من ماء الصنبور، ثم قم بغليه على اللهب لبضع دقائق.
- (7) اترك الماء ليبرد. بعد ذلك رشح ماء الصنبور على البارد. تخلص من الراسب و احتفض بالرشح.
- (8) عاير الرشح بمحلول الاديتا المخفف كما في السابق، أي كرر الخطوات (3) و (4) و (5).
- (9) اغسل يديك جيداً بعد الإنتهاء من تنفيذ التجربة.
- (10) دون كل ملاحظاتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.

التقرير العملي:

أسم الطالب :-..... اسماء الطلبة المشاركين :- (1).....(2).....(3)..... المجموعة :.....الزمن :- من..... الى..... اليوم و التاريخ :-.....(...../...../20.....)	(1) المعلومات الشخصية Identification																		
تقدير عسر عينة من ماء الصنبور بطريقة معايرة تكوين المعقدات بواسطة أيثيلين ثنائي أمين رباعي خلات ثنائي الصوديوم (اديتا).	(2) عنوان التجربة Title of Experiment																		
	(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose																		
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations																			
(1) الحجم المسح من محلول الاديتا (EDTA) القياسي:																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="232 976 600 1087">رقم المعايرة</th> <th colspan="2" data-bbox="600 976 1339 1031">الحجم المسح من الـ EDTA</th> </tr> <tr> <th data-bbox="232 1087 600 1150"></th> <th data-bbox="600 1031 971 1087">قبل الغليان (V_C)</th> <th data-bbox="971 1031 1339 1087">بعد الغليان (V_H)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="232 1087 600 1150">Titration 1</td> <td data-bbox="600 1087 971 1150"></td> <td data-bbox="971 1087 1339 1150"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="232 1150 600 1213">Titration 2</td> <td data-bbox="600 1150 971 1213"></td> <td data-bbox="971 1150 1339 1213"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="232 1213 600 1276">Titration 3</td> <td data-bbox="600 1213 971 1276"></td> <td data-bbox="971 1213 1339 1276"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="232 1276 600 1339">المتوسط</td> <td data-bbox="600 1276 971 1339"></td> <td data-bbox="971 1276 1339 1339"></td> </tr> </tbody> </table>	رقم المعايرة	الحجم المسح من الـ EDTA			قبل الغليان (V_C)	بعد الغليان (V_H)	Titration 1			Titration 2			Titration 3			المتوسط			
رقم المعايرة	الحجم المسح من الـ EDTA																		
	قبل الغليان (V_C)	بعد الغليان (V_H)																	
Titration 1																			
Titration 2																			
Titration 3																			
المتوسط																			
(2) حساب عيارية ماء الصنبور على هيئة كربونات الكالسيوم (CaCO_3) قبل الغليان و بعد الغليان:																			
$(N_1 \times V_1)_{\text{EDTA}} = (N_2 \times V_2)_{\text{CaCO}_3}$																			
حيث $V_C = V_1$ (لحساب العيارية قبل الغليان) و $V_H = V_2$ (لحساب العيارية بعد الغليان).																			

(3) حساب العسر الكلي (*Total hardness*) للماء معبرا عنه بالمليجرام من كربونات الكالسيوم (CaCO_3) لكل لتر من الماء:

$$\text{Total hardness (TH), [CaCO}_3\text{ (mg/L)]} = N_2 \times \text{Eq. Wt. CaCO}_3 \times 1000$$

حيث N_2 هي العيارية لكربونات الكالسيوم على البارد (قبل الغليان) و Eq. Wt. CaCO_3 هو الوزن المكافئ لكربونات الكالسيوم.

(4) حساب العسر الدائم (*Permanent hardness*) للماء معبرا عنه بالمليجرام من كربونات الكالسيوم (CaCO_3) لكل لتر من الماء:

$$\text{Permanent hardness (PH), [CaCO}_3\text{ (mg/L)]} = N_2 \times \text{Eq. Wt. CaCO}_3 \times 1000$$

حيث N_2 هي العيارية لكربونات الكالسيوم بعد الغليان و Eq. Wt. CaCO_3 هو الوزن المكافئ لكربونات الكالسيوم.

(5) حساب العسر المؤقت (*Impermanent hardness*) للماء معبرا عنه بالمليجرام من كربونات الكالسيوم (CaCO_3) لكل لتر من الماء:

$$\text{Impermanent hardness (IH), [CaCO}_3\text{ (mg/L)]} = \text{TH} - \text{PH}$$

Discussion المناقشة (5)

Conclusion الاستنتاج (6)

Post– Laboratory Questions الأسئلة اللاحقة (7)

(1) المقصود بالمعايرة الرجعية؟ وضح بمثال كيف يمكن استخدام هذا النوع من المعايرة في تفاعلات تكوين المعقدات بواسطة الاديتا.

(2) لماذا تم تجاهل وزن الراسب بعد الغليان بالرغم أنه يمثل العسر المؤقت وكان هذا سيغنيينا بطريقة غير مباشرة عن تقدير العسر الدائم بإجراء المعايرة على الرشيق؟



التجربة (6): دراسة العلاقة بين كمية المادة المذابة و نقطة التجمد: تعيين الكتلة المولية لمذاب ما بطريقة الانخفاض في نقطة انصهار الفانيللا.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور الى المختبر:

1 - ما العلاقة بين كمية المادة المذابة و نقطة تجمد المحلول؟

2 - محلول تم تحضيره بخلط 0.30 g من حمض اللوريك ($C_{12}H_{24}O_2$) بـ 1.2 g من الفانيللا ($C_8H_8O_3$). أي من هاتين المادتين تمثل المذاب و المذيب؟ و لماذا؟ احسب التركيز المولالي للمذاب في هذا المحلول.

الأساس النظري:

درجة حرارة التجمد (freezing point) هي خاصية فيزيائية لأي مركب او خليط. فالماء النقي مثلاً يتجمد (او ينصهر) عند درجة حرارة الصفر المئوي ($0^\circ C$). فإذا تحولت المادة من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة نطلق على هذا التحول الفيزيائي بالتجمد، بينما تحول الصلب الى سائل نطلق على هذه العملية بالانصهار. و في حقيقة الأمر كل من عمليتي التجمد و الانصهار تحدثان ضمن مدى معين من درجة الحرارة. فنقطة الانصهار تمتد من درجة الحرارة التي يبدأ عندها أول جزء من البلورة بالتحول الى سائل الى درجة الحرارة التي تنصهر فيها آخر جزء من البلورة الصلبة. كما تمتد نقطة التجمد من درجة الحرارة التي يبدأ عندها تكوين أول جزء من البلورة الى درجة الحرارة التي يحدث عنها تصلب تام للمادة. فمدى نقطة الانصهار و مدى نقطة التجمد دائماً ما يكونا صغيرين و متساوين تماماً الى حد ما في الأنظمة المتجانسة. و مع ذلك هنالك بعض الأنظمة التي تكون بطيئة في عملية التبلور. و هذا يعني

بأن هذه المواد تميل الى تكوين سوائل فوق المبردة (Super-cooled liquids) و التي لا تتبلور إلا إذا اضيف اليها جزء صغير من بلورة نفس المادة و التي يطلق عليها بذرة البلورة. و بسبب خاصية فوق التبريد لمعظم السوائل، أحياناً يتم اعتبار نقطة الانصهار المقاسة على أنها نقطة التجمد. و في الحقيقة نقطة التجمد الي سوف يقوم الطالب بقياسها في هذه التجربة هي نقطة وسطى ضمن مدى نقطة انصهار المادة.

و في هذه التجربة سيقوم الطالب بتحضير ثلاث أنابيب تقدير نقطة التجمد لكل من الفانيللا النقية و خليط من الفانيللا و حمض اللوريك و خليط من الفانيللا و مركب مجهول. سيتم صهر محتويات الأنابيب الثلاث بعدها سيتم تبريدها ببطء وبعدها سيتم أخذ درجة حرارة التجمد. و من خلال تعيين الانخفاض في نقطة تجمد الفانيللا و كذلك باستخدام العلاقة بين كمية المادة المذابة و الانخفاض في نقطة التجمد، فإنه يمكن حساب الكتلة المولية لكل من حمض اللوريك (كمادة مرجعية) و المركب المجهول (عينة قياس).

■ مخرجات التعلم

- بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادراً على أن:
- 1 - تقدر نقطة تجمد او انصهار المركبات الكيميائية عملياً.
 - 2 - تعيين الكتلة المولية لمركب ما من خلال العلاقة بين كمية المادة المذابة و الانخفاض في نقطة التجمد.
 - 3 - تحكم على ما إذا كان مركباً ما نقياً بدرجة معقولة او يحتوي على مستوى كبير من الشوائب.
 - 4 - تميز بين أيزومرات مركباً ما او اطواره التأصلية في الحالة الصلبة باستخدام الاختلاف في نقطة التجمد.
 - 5 - تحدد ما إذا كان مركباً ما موجود منفرداً او مخلوط مع مركبات اخرى في العينة المقاسة.

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ميزان حساس
- ❖ ترمومتر مدرج بالدرجة المئوية وبدقة قياس 0.1°C
- ❖ حامل لتثبيت الترمومتر و الحمام المائي (دورق مملوء بالماء)
- ❖ أنابيب قياس نقطة الانصهار طولها (10 cm) و بقطر (6–10 mm) او أنابيب توصيل طويلة و بقطر داخلي (6–10 mm)

- ❖ دورق مخروطي سعته 500 mL
- ❖ رباط مطاطي
- ❖ ملاعق مختبرية صغيرة Spatulas
- ❖ موقد بنزن
- ❖ قصاصات ورقية ناعمة بمقاس (4 cm × 6 cm)
- ❖ دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

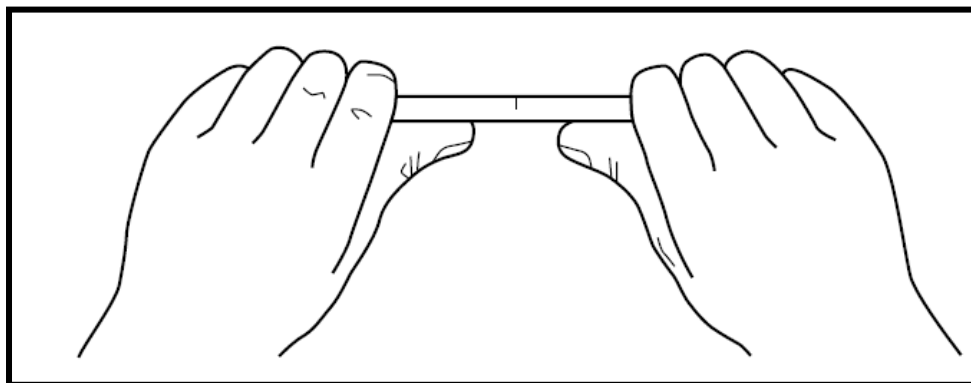
- ❖ فانيللا $C_8H_8O_3$
- ❖ حمض اللوريك $C_{12}H_{24}O_2$
- ❖ عينة المركب المجهول و المراد تعيين وزنه الجزيئي (تأخذ من مدرس العملي)
- ❖ ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ يجب أن تكون مرتدياً لقفازات اليدين و استخدم قطعة قماش عندما تقوم بكسر جزء معين من أنابيب التوصيل لتحمي يديك من أن تتعرض للو غز او أن تجرح يديك و أنت تتعامل مع الأنابيب الزجاجية.
- ❖ يجب أن تكون مرتدياً لقفازات اليدين عندما تقوم بتعبئة الأنابيب بمسحوق المادة لتضمن عدم إتصال هذه المواد مع الجلد مباشرةً.
- ❖ تعامل مع الترمومتر المدرج برفق و تجنب خدش او رطم مستودع الزئبق، لأن ذلك سيؤدي الى كسر الترمومتر و خروج الزئبق.
- ❖ ارتدي نظارات واقية للعين و جعل عينيك على بعد 20 cm من الأشياء الحارة و أنت تراقب عملية التسخين في الأنبوبة.
- ❖ لا تحمل موقد بنزن بيديك او تحركه من موقعه المخصص له على المنضدة، و لكن تحكم في تحريك الحامل إذا كنت تريد أن تجعل اللهب قريباً او بعيداً عن الأنبوبة.

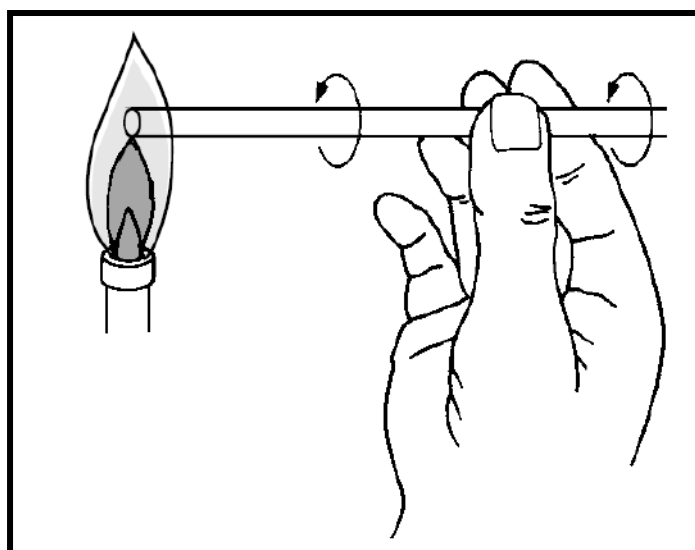
خطوات العمل:

- (1) خذ أنبوبة توصيل و حدد عند طول مناسب (تقريباً 4-5 cm) بعمل خدش على محيطها بواسطة آلة مسننة. قم بكسر الأنبوبة بوضع أبهامي يديك على جانبي الخدش مع دفعهما الى الأمام كما في شكل (2) (يجب أن تكون مرتدياً للقفازات و مستخدماً قطعة قماش).



شكل (2): الوضع المناسب لليدين أثناء كسر أنبوبة التوصيل (يجب أن تكون مرتدياً للقفازات و مستخدماً قطعة قماش).

- (2) عرض أحد طرفي الأنبوبة التي قمت بكسرها للهب مع تدويرها ببطء مستمر، بحيث يكون طرف الأنبوبة في المنطقة الزرقاء من اللهب (شكل (3)). إستمر بدوير الأنبوبة حتى يغلق طرفها تماماً. اترك الأنبوبة بعد ذلك لتبرد في الهواء.

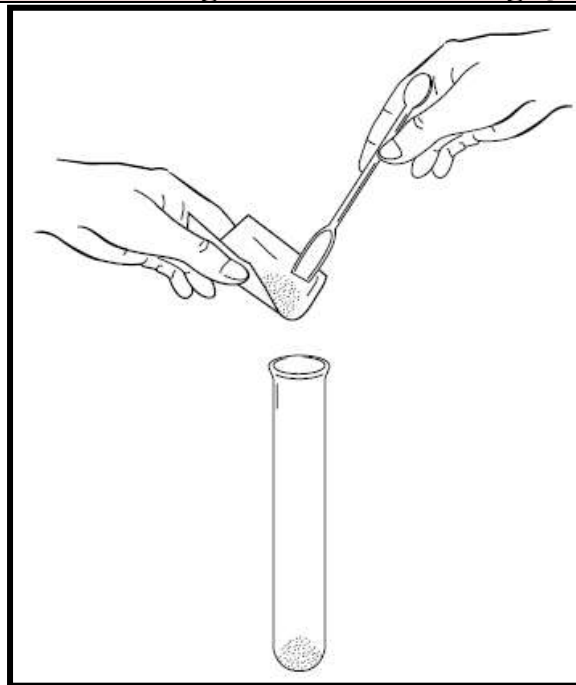


شكل (3): استخدام اللهب لغلق طرفي أنبوبة التوصيل.

(3) كرر الخطوتين (1) و (2) ثلاث مرات للحصول على ثلاث أنابيب مغلق أحد أطرافها بأحكام. إذا كانت مثل هذا النوع من الأنابيب متوفرة في المعمل، لا داعي لإجراء الخطوتين السابقتين و أنتقل مباشرةً للخطوة التالية، أي الخطوة (3).

(4) استخدم القصاصات الورقية لوزن كميات محددة من مساحيق المواد الثلاثة (فانيللا و حمض اللوريك و المركب المجهولة او العينة). انقل هذه الكميات الى الأنابيب الثلاثة (A و B و C)، تبعاً لما هو موضح في الجدول أدناه. استخدم ملعقة المختبر (spatula) كما هو موضح في شكل (4). لتسهيل إنزلاق المسحوق و كذلك لتفتيت الحبيبات الكبيرة التي قد تتواجد في المسحوق داخل الأنبوبة. كما يمكنك ضرب الطرف المغلق من الأنبوبة على غلاف كتاب ما لزيادة مزج و تجانس الخليط.

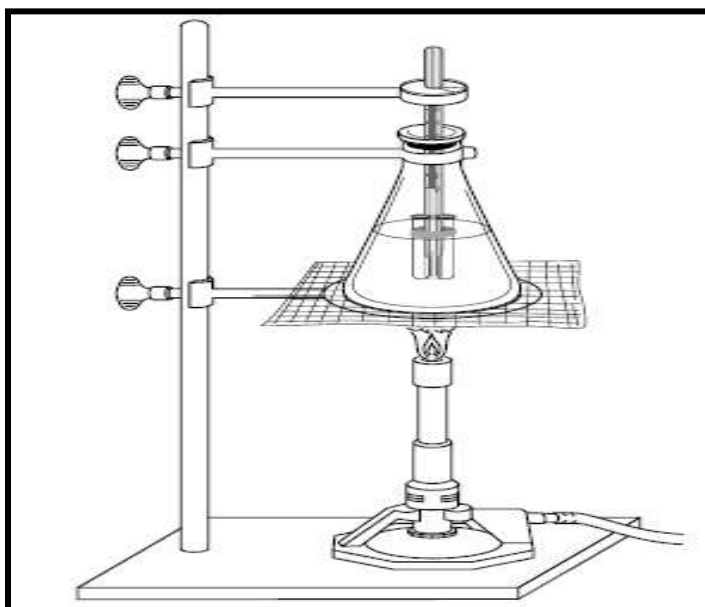
الأنبوبة (A): تحتوي على 1200 mg من الفانيللا فقط
الأنبوبة (B): تحتوي على 900 mg من الفانيللا + 300 mg من حمض اللوريك
الأنبوبة (C): تحتوي على 900 mg من الفانيللا + 300 mg من المركب المجهول (العينة)



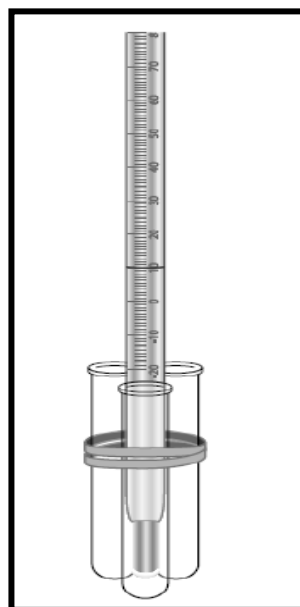
شكل (4): الطريقة المثلى لنقل مسحوق الى أنبوبة قياس.

(5) استخدم الرباط المطاطي لإلصاق الأنابيب الثلاث بإحكام الى الترمومتر (شكل 5-أ). ضع الأنابيب في كأس زجاجي مملوء بحوالي 400 mL ماء مقطر و الذي يلعب دور الحمام المائي. لاحظ أن مستودع الزئبق لترمومتر يجب أن يكون مغموراً تماماً في الماء (شكل 5-ب).

(ب)



(أ)



شكل (5): ربط الأنابيب حول الترمومتر (أ) و غمرها في الحمام المائي (ب)
 (6) استخدم لهب صغير من موقد بنزن لتسخين الماء في الدورق الزجاجي، بحيث لا يتجاوز معدل التسخين $2-3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$. و عندما تصل درجة الحرارة $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ، اخفض معدل التسخين بخفض مستوى اللهب و بعدها راقب المخاليط في الأنابيب الثلاث مع الزيادة البطيئة في درجة الحرارة ثم دون درجة الحرارة التي تبدأ عندها المادة الانصهار في كل أنبوبة (أي حدوث تميع في قوام المادة)، و لتكون درجة الحرارة المقابلة هي (T_1).
***ملاحظة:** يجب أن لا تزيد درجة الحرارة أثناء التسخين عن $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ، حتى لا يحدث تسامي للفانيللا.

(7) استمر بالتسخين حتى تتحول المادة كلياً الى سائل. بعد ذلك ازل اللهب و اترك الماء ليبرد مع مراقبة حالة السائل في الأنابيب الثلاثة معا مع الانخفاض في درجة الحرارة حتي يبدأ حدوث التغبش (أي ظهور العكارة في كل أنبوبة و هي أول مرحلة في عملية التجمد). دون درجة حرارة التغبش و لتكون (T_2).

(8) كرر الخطوتين (6) و (7) ثلاث الى خمس مرات مع تسجيل قيم درجة الحرارة T_1 و T_2 .

(9) اغسل يديك جيداً بعد أن تنتهي من إجراء التجربة.

(10) دون كل ملاحظاتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification اسم الطالب :- اسماء الطلبة المشاركين :- (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن :- من.....الى..... اليوم و التاريخ :-.....(...../...../20.....)																																																					
(2) عنوان التجربة Title of Experiment دراسة العلاقة بين كمية المادة المذابة و نقطة التجمد: تعيين الكتلة المولية لمذاب ما بطريقة الانخفاض في نقطة انصهار الفانيللا.																																																					
(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose																																																					
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations (1) دون في الجدول التالي درجة حرارة التي يبداء عندها تكوين السائل (T_1) و درجة حرارة التي يبداء عندها التغبش (T_2) التي قمت بقياسها لمحتويات كل أنبوبة. احسب المتوسط ثم اوجد نقطة نقطة التجمد (T_f): نقطة التجمد المقاسة (درجة مئوية $^{\circ}C$) لمحتويات الأنابيب الثلاث:																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>أنبوبة (A)</th> <th>التكرار</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>المتوسط</th> <th>T_f</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Vanillin</td> <td>T_1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T_2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	أنبوبة (A)	التكرار	1	2	3	4	5	المتوسط	T_f	Vanillin	T_1								T_2								<table border="1"> <thead> <tr> <th>أنبوبة (B)</th> <th>التكرار</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>المتوسط</th> <th>T_f</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Vanillin + Lauric acid</td> <td>T_1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T_2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	أنبوبة (B)	التكرار	1	2	3	4	5	المتوسط	T_f	Vanillin + Lauric acid	T_1								T_2							
أنبوبة (A)	التكرار	1	2	3	4	5	المتوسط	T_f																																													
Vanillin	T_1																																																				
	T_2																																																				
أنبوبة (B)	التكرار	1	2	3	4	5	المتوسط	T_f																																													
Vanillin + Lauric acid	T_1																																																				
	T_2																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>أنبوبة (C)</th> <th>التكرار</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>المتوسط</th> <th>T_f</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Vanillin + Unknown</td> <td>T_1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T_2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	أنبوبة (C)	التكرار	1	2	3	4	5	المتوسط	T_f	Vanillin + Unknown	T_1								T_2																																		
أنبوبة (C)	التكرار	1	2	3	4	5	المتوسط	T_f																																													
Vanillin + Unknown	T_1																																																				
	T_2																																																				

(2) احسب الانخفاض في نقطة التجمد (ΔT_f) للفينيللا بعد إضافة حمض اللوريك و المركب المجهول:

(أ) الانخفاض في نقطة التجمد بعد إضافة حمض اللوريك $\Delta T_f(LA)$ و يعطى بالفرق في نقطتي التجمد بين الفينيللا النقي (الأنبوبة A) و خليط الفينيللا مع حمض اللوريك (الأنبوبة B):

$$\Delta T_f(LA) = T_f(LA) - T_f(Val)$$

(ب) الانخفاض في نقطة التجمد بعد إضافة المركب المجهول $\Delta T_f(Unk)$ و يعطى بالفرق في نقطتي التجمد بين الفينيللا النقي (الأنبوبة A) و خليط الفينيللا مع المركب المجهول (الأنبوبة B):

$$\Delta T_f(Unk) = T_f(Unk) - T_f(Val)$$

(3) احسب الكتلة المولية (MW) لكل من حمض اللوريك و المركب المجهول:

(أ) الكتلة المولية لحمض اللوريك $MW(LA)$ و يعطى بالعلاقة التالية:

$$MW(LA) = - \frac{Wt.(LA) \times k_f \times 1000}{Wt.(Val) \times \Delta T_f(LA)}$$

حيث $Wt.(LA)$ و $Wt.(Val)$ يعبرا عن وزن كل من حمض اللوريك و الفينيللا في الخليط (الأنبوبة B)، على التوالي. k_f هو ثابت الانخفاض في نقطة تجمد الفينيللا و يساوي 9.76 °C/molal.

(ب) الكتلة المولية للمركب المجهول $MW(Unk)$ و يعطى بالعلاقة التالية:

$$MW(Unk) = - \frac{Wt. (Unk) \times k_f \times 1000}{Wt. (Val) \times \Delta T_f (Unk)}$$

حيث $Wt.(Unk)$ و $Wt.(Val)$ يعبرا عن وزن كل من المركب المجهول و الفينيل في الخليط (الأنبوبة C)، على التوالي. k_f هو ثابت الانخفاض في نقطة تجمد الفينيل.

(5) المناقشة Discussion

ركز في مناقشتك على مقارنة الكتلة المولية المحسوبة و الفعلية لحمض اللوريك (عين نسبة الخطأ). بالإضافة الى مقارنة الكتلة المولية المحسوبة لكل من حمض اللوريك و المركب المجهول.

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الأسئلة اللاحقة Post-Laboratory Questions

(1) إذا علمت بأن المركب المجهول الذي قدرت كتلته المولية في هذه التجربة قد يكون إما حمض البنزويك ($C_7H_6O_2$) أو حمض البالمتيك ($C_{16}H_{32}O_2$)، فأَي من هذين المركبين ترجح أن يكون المركب المجهول المعطى لك؟ كم هي نسبة الخطأ إذا ما اخترته هو المركب الصحيح؟

(2) يتجمد الماء النقي عند $0^\circ C$. فما هي نقطة تجمد محلول مائي حضر بإذابة 50 g من السكروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$) في لتر واحد من الماء. احسب درجة الحرارة المتوقع أن يتجمد عندها هذا المحلول المائي للسكروز (للماء النقي $k_f = 1.86^\circ C/m$).

(3) عند أذابة عينة من مركب مجهول يزن 0.0182 g في 2.135 g من النفثالين اخفض نقطة انصهار مقارنة بالنفثالين النقي بخمس درجات مئوية. احسب الوزن المولي للمركب المجهول (للفنثالين النقي $k_f = 6.90^\circ C/m$).

التجربة (7): دراسة ذوبانية أزواج السوائل جزئية الامتزاج: مخطط الطور (علاقة التركيب – درجة الحرارة) لنظام الفينول-ماء.

Lab.(7): Investigation of the solubility of partially miscible liquid pairs: Phase (composition– temperature) diagram of phenol–water system.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور الى المختبر:

1 - عرف الطور. و ما المقصود بعدد درجات الحرية للنظام؟

2 - اكتب التعبير الرياضي لقاعدة الطور لجبس. اوجد عدد درجات الحرية لنظام يتألف من حمض الخليك المذاب في الماء.

الأساس النظري:

محاليل أزواج السوائل تنشأ من مزج سائلين مع بعضها البعض وتنقسم الي ثلاث اقسام:

(1) أزواج السوائل تامة الامتزاج: و هذه الأزواج من السوائل تمتزج مع بعضها البعض بشكل تام مكونتا طور واحد و عند أي نسبة وتحت أي ظروف مثل الماء والكحول

(2) أزواج السوائل جزئية الامتزاج: هذه الأزواج من السوائل تمتزج مع بعضها البعض بشكل جزئي و تحت ظروف محددة، أي يحدث امتزج للسائلين معا عند تركيب معين و درجة حرارة معينة وإذا تغيرت الظروف، كنغير تركيز أحدهما او تغير درجة الحرارة يؤدي ذلك الي انفصال السائلين وتكوين طبقتين، مثل الفينول والماء او الأنيلين والهكسان. و في حالة هذا النوع من الأنظمة فإن ذوبانية السائلين في بعضهما البعض إما أن يزيد برفع درجة الحرارة حيث تصل الي نهاية عظمي

تعرف درجة الحرارة عندها بالدرجة الحرجة للمحلول مثل نظام الفينول و الماء أو تقل مع زيادة درجة الحرارة حتى تصل الي نهاية صغري مثل نظام الايثر والماء.

(3) أزواج السوائل عديمة الامتزاج: و هذه الأزواج من السوائل لا تمتزج مع بعضها البعض عند أي ظروف كانت، أي انها دائما تكون طبقتين منفصلتين عند أي نسبة وتحت أي ظروف، مثل ثنائي كبريتد الكربون والماء او الزئبق والماء.

و في هذه التجربة سيقوم الطالب بدراسة تأثير التركيب و درجة الحرارة على ذوبانية محلول يتألف من الفينول و الماء كزوج سائل جزئي الامتزاج. فعند أضافة الفينول الى الماء في أنبوبة إحتبار عند أي نسبة تركيبية. سيلاحظ الطالب تكون طبقتين: الطبقة العليا من الفينول مشبعة بالماء و الطبقة السفلى من الماء المشبعة بالفينول. و عند وضع الخليط في حمام مائي و ترتفع درجة حرارته الى حد معين تختفي الطبقتين و بتغيير التركيب و تعيين درجة الحرارة التي يحدث عندها الامتزاج يمكن للطالب من رسم مخطط الطور (علاقة التركيب و درجة الحرارة) لنظام الفينول – ماء. و من ثم سيتمكن الطالب من تحديد درجة الحرارة الحرجة و التركيب الحرج لنظام الفينول – ماء وتعتبر درجة الحرارة الحرجة مميزة للنظام الواحد وتعرف درجة الحرارة الحرجة لنظام الفينول – ماء بأنها درجة الحرارة العظمى التي فوقها يصبح سائلين الفينول و الماء تامي الامتزاج والتركيب المقابل للدرجة الحرجة يسمى تركيب محلول المخلوط الحرج.

■ مخرجات التعلم

بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادرا على أن:

- 1 - تفحص العوامل المؤثرة على ذوبانية أزواج السوائل جزئية الامتزاج.
- 2 - تحدد درجة الحرارة الحرجة و التركيب الحرج لأزواج السوائل جزئية الامتزاج.
- 3 - تطبيق قاعدة الطور و تتحقق منها عملياً.
- 4 - تتابع التغييرات في الطور في أنظمة السوائل المختلفة.

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ميزان حساس
- ❖ ترمومتر مدرج بالدرجة المئوية وبدقة قياس 0.1°C
- ❖ أنبوبة بيريكس كبيرة و واسعة سعتها 50–100 mL مزودة بسداد من فيليني بمنفذين على الأقل

- ❖ حامل لتنبيت الأنبوبة الكبيرة
- ❖ كأس زجاجي سعته 500 mL
- ❖ مخبر زجاجي مدرج
- ❖ ماصة مزودة بشفاط مطاطي
- ❖ سخان طبقي كهربائي (Hot plate)
- ❖ فرن تجفيف
- ❖ سلك معدني للخلط
- ❖ ورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ❖ فينول C_6H_6O
- ❖ ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ الفينول من أشهر خصائصه أنه مادة أكالة للجلد وفي حالة التعرض لتركيز عالي منه يسبب حروق خطيرة. لذلك لابد من ارتداء اللباس المخبري و قفازات اليدين أثناء التعامل مع الفينول.
- ❖ تعامل مع الترمومتر المدرج برفق و تجنب خدش او رطم مستودع الزئبق، لأن ذلك سيؤدي الى كسر الترمومتر و خروج الزئبق.
- ❖ يجب التأكد من غلق الأنبوبة بسداد الفيلين قبل وضعها في الحمام المائي. كما يجب أن لا تتجاوز درجة الحرارة $100^{\circ}C$ لتجنب خروج الفينول المندفع مع بخار الماء من الأنبوبة.
- ❖ ارتدي نظارات واقية للعين و جعل عينيك على بعد 20 cm من الأشياء الحارة و أنت تراقب عملية التسخين في الأنبوبة.

خطوات العمل:

- (1) اغسل أنبوبة كبيرة و واسعة جيداً و احفظها في فرن لتجف تماماً.

(2) زن بدقة 6 g من الفينول و ضعها في الأنبوبة، ثم اصف اليها حجم مناسب من الماء المقطر كما هو موضح في الجدول أدناه للحصول على نسب مختلفة من الفينول و الماء (مثلاً لتحضير المحلول (a) اصف تماماً 2.6 mL من الماء المقطر).

S.No.	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
Phenol (g)	6	6	6	6	6	6	6
H ₂ O (mL)	2.6	4	6	9	14	24	31

***ملاحظة:** لتحضير المحاليل الأخرى لا تقم بوزن كمية أخرى من الفينول وتضعها في أنبوبة جديدة بل أكتفي و حسب بإضافة الفارق في حجم الماء المقطر الى المحتوى السابق في الأنبوبة. على سبيل المثال عند الإنتقال من المحلول (a) الى المحلول (b)، اصف فقط 1.4 mL من الماء المقطر الى المحلول السابق (a) و هكذا.

(3) غطي فوهة الأنبوبة بسداد الفيلين يمرر الترمومتر من احد منافذه بينما يدخل سلك معدني لتحريك الخليط من المنفذ الآخر. ضع الأنبوبة في كأس زجاجي مملوء بحوالي 400 mL ماء مقطر و الذي يلعب دور الحمام المائي. لاحظ أن مستودع الزئبق لترمومتر يجب أن يغمر تماماً في المحلول الموجود في الأنبوبة (شكل 6).

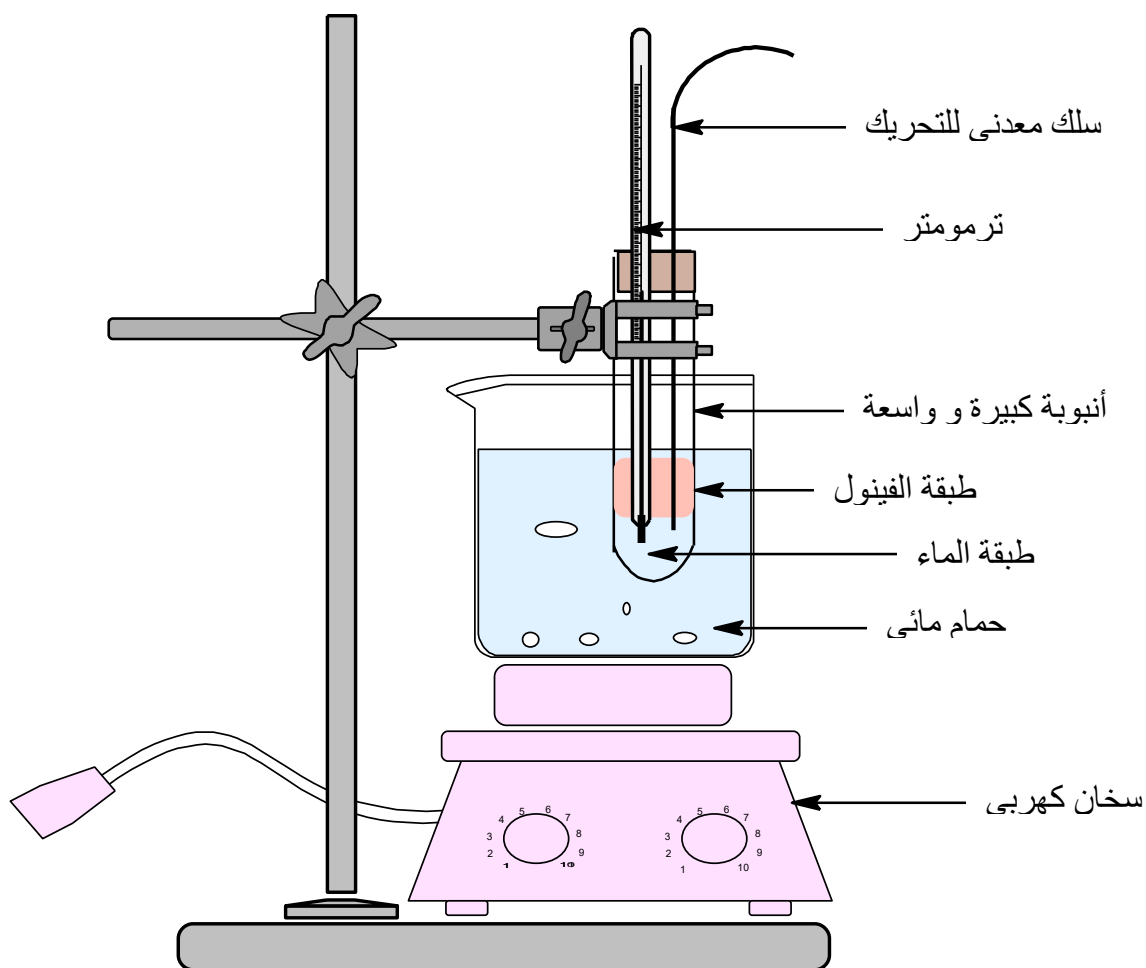
(4) سخن الحمام المائي، بحيث لا يتجاوز معدل التسخين $2-3^{\circ}\text{C}/\text{min}$. بعدها راقب الخليط في الأنبوبة وسجل درجة الحرارة (T_1) التي عندها تختفي الطبقتين (طبقة الفينول و طبقة الماء) ويصبح محلول متجانس.

(5) اخرج الأنبوبة من الحمام المائي و راقب الخليط في الأنبوبة مع الانخفاض في درجة الحرارة، ثم سجل درجة الحرارة (T_2) التي عندها تنفصل الطبقتين من جديد (أي عند بداية ظهور عكارة بيضاء في المحلول).

(6) كرر الخطوتين (4) و (5) مع بقية المخاليل الأخرى ((b) حتى (g))، مسجلاً قيم درجة الحرارة (T_1 و T_2)

(7) اغسل يديك جيداً بعد أن تنتهي من إجراء التجربة.

(8) دون كل ملاحظتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.

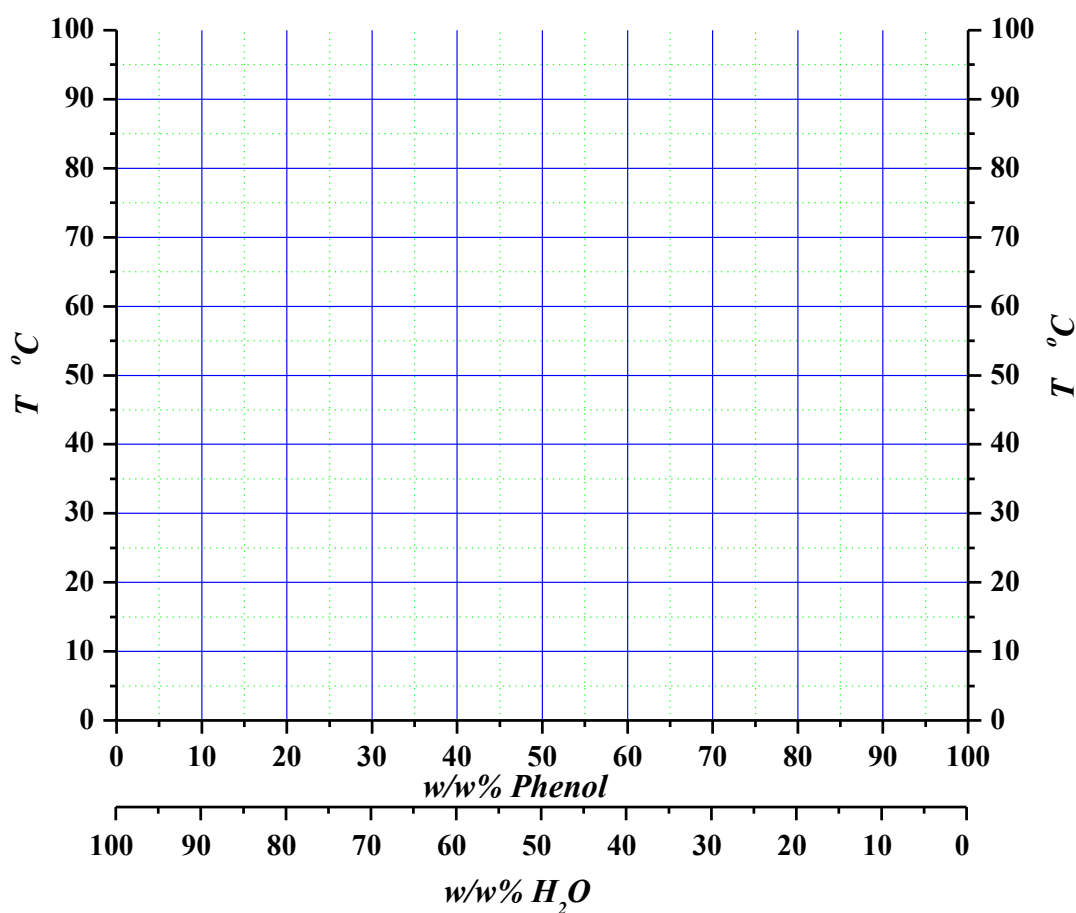


شكل (6): التجهيزات العملية لدراسة تأثير درجة الحرارة و التركيب على الذوبانية في نظام الفينول – ماء.

التقرير العملي:

أسم الطالب :-..... اسماء الطلبة المشاركين :- (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :-.....الزمن :- من..... الى..... اليوم و التاريخ :-.....(...../...../20.....)	(1) المعلومات الشخصية Identification																																																																
دراسة ذوبانية أزواج السوائل جزئية الامتزاج: مخطط الطور (علاقة التركيب - درجة الحرارة) لنظام الفينول- ماء.	(2) عنوان التجربة Title of Experiment																																																																
	(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose																																																																
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations																																																																	
(1) دون في الجدول التالي درجة الحرارة التي عندها تختفي الطبقتين (T_1) و درجة حرارة التي تبدأ عندها الطبقتين بالظهور (T_2). احسب المتوسط (T) ثم اوجد النسبة المئوية الوزنية للفينول و الماء:																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>S.No.</th> <th>Wt. Phenol (g)</th> <th>Wt. H₂O (g)</th> <th>w/w% Phenol</th> <th>w/w% H₂O</th> <th>T_1</th> <th>T_2</th> <th>$T=(T_1+T_2)/2$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>(a)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(b)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(c)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(d)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(e)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(f)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(g)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	S.No.	Wt. Phenol (g)	Wt. H ₂ O (g)	w/w% Phenol	w/w% H ₂ O	T_1	T_2	$T=(T_1+T_2)/2$	(a)								(b)								(c)								(d)								(e)								(f)								(g)								
S.No.	Wt. Phenol (g)	Wt. H ₂ O (g)	w/w% Phenol	w/w% H ₂ O	T_1	T_2	$T=(T_1+T_2)/2$																																																										
(a)																																																																	
(b)																																																																	
(c)																																																																	
(d)																																																																	
(e)																																																																	
(f)																																																																	
(g)																																																																	

(2) في المخطط أدناه ارسم العلاقة بين درجة الحرارة (T) وتركيب النظام ($w/w\%$ Phenol او $w/w\%$ H_2O):



(3) اوجد درجة الحرارة الحرجة القصوى (T_c) و التركيب المقابل في نظام الفينول- ماء.

(4) طبق قاعدة الطور على ثلاث نقاط افتراضية، و لتكن كالتالي:
(أ) نقطة أسفل المنحنى:

(ب) نقطة على المنحنى:

(ج) نقطة أعلى المنحنى:

(5) المناقشة Discussion

ركز في مناقشتك على درجة الحرارة الحرجة القصوى (T_c) و التركيب المقابل و كذلك النتائج التي حصلت عليها من تطبيق قاعدة الطور في نظام الفينول-ماء.

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الأسئلة اللاحقة Post-Laboratory Questions

(1) اوجد عدد درجات الحرية لنظام الفينول – ماء عند درجة الحرارة الحرجة للنظام.

وضح المعنى الفيزيائي لعدد درجات الحرية التي حصلت عليها.

(2) ارسم مخطط الطور (درجة الحرارة – التركيب) لنظام النيكوتين – ماء. ما الفرق

بين نظامي النيكوتين – ماء و الفينول – ماء.

(3) ما التغييرات المتوقعة أن تطرأ على مخطط الطور لنظام الفينول – ماء، في الحالتين

التاليتين:

(أ) وجود شوائب من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) في الماء.

(ب) وجود بقايا من الصابون في الأنبوبة قبل تحضير الخليط.

التجربة (8): تقدير الضغط الأسموزي لمحلول و الكتلة المولية لمذاب ما مستخدما غشاء من السلوفان.
Lab.(8): Determination of the osmotic pressure of a solution and the molar mass of a given solute using cellophane membrane.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور الى المختبر:

1 - استخدم القانون العام للغازات المثالية لتوضح العلاقة بين الضغط الأسموزي لمحلول مادة لا إلكتروليتيّة و تركيزها المولاري. عند أي مدى من التركيز المولاري يمكن تطبيق هذه العلاقة؟

2 - ما العوامل المؤثرة على الضغط الأسموزي لمحلول مادة لا إلكتروليتيّة؟

3 - اذكر ثلاث تطبيقات عملية لظاهرة الانتشار الأسموزي.

الأساس النظري:

الإسموزية هي انتشار المواد (المذيب) خلال غشاء شبه منفذ نتيجة لاختلاف الضغط الانتشاري لهذه المادة (المذيب) على جانبي الغشاء. وتحدث الإسموزية حينما يكون هناك محلولين فيهما المذيب مشترك وضغط الانتشار للمذيب في كلا الجانبين والمحلولين منفصلين عن بعضهما بواسطة غشاء شبه منفذ. فمثلاً عند مليء غشاء شبه منفذ (على شكل كيس) بمحلول ملحي أو سكري ثم ربط هذا الكيس ووضعه في ماء نقي يلاحظ بعد فترة امتلاء هذا الكيس ويحدث هذا الانتفاخ ضغطاً على جدار الكيس من الداخل. وهذا الضغط ينشأ نتيجة لدخول الماء إلى المحلول عن طريق الإسموزية. وفي هذه الحالة يجب مراعاة أن الغشاء المستخدم لابد وأن يكون شبه منفذ أي يكون منفذاً للماء دون المادة المذابة. وتنقسم الأغشية تبعاً لخاصية النفاذية إلى:

- (1) أغشية منفذة: أي تسمح لكل من المذيب والمذاب بالنفاذ خلالها مثل ورق الترشيح.
- (2) أغشية غير منفذة: لا تسمح لأي من المذاب والمذيب بالنفاذ مثل الزجاج.
- (3) أغشية شبه منفذة: تسمح للمذيب فقط دون المذاب بالنفاذ خلالها.

إذا ما وضعنا محلولاً في قمع تيسيل المغطى بغشاء شبه منفذ ووضع القمع في كأس به ماء فإننا نلاحظ ارتفاع عمود الماء في ساق القمع ويثبت الارتفاع بعد فترة عند حد معين. وبالتالي فإن ثقل عمود المحلول يساوي مقدار الضغط اللازم وضعة على جدران الغشاء الداخلي لمعادلة قوة دخول الماء إلى داخل القمع. وهذه القوة تساوي الضغط الإسموزي للمحلول. ويعرف الضغط الإسموزي بأنه يساوي قيمة أعلى ضغط ناتج عن ثقل عمود المحلول ويلزم استمرار حدوث الإسموزية خلال غشاء شبه منفذ ويمكن الحصول على الضغط الإسموزي (π) من العلاقة التالية:

$$\pi = h \rho g$$

حيث h يمثل ارتفاع عمود السائل و ρ كثافة المحلول و g عجلة الجاذبية الأرضية. وفي هذه التجربة سيستخدم الطالب أوراق السلوفان كغشاء شبه منفذ لقياس الضغط الإسموزي لسلسلة من المحاليل المخففة من سكر (السكروز). كما سيعطى للطالب عينة لمركب عضوي لا إلكتروليتي يذوب في الماء و سيطلب منه تقدير الكتلة المولية له من خلال قياسات الضغط الإسموزي لمحلول محضر منه.

■ مخرجات التعلم

- بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادراً على أن:
- 1 - تمييز بين الأغشية شبه المنفذة و الأغشية المنفذة و غير المنفذة.
 - 2 - تقيس الضغط الاسموزي لمحلول مادة لا إلكتروليتيّة.
 - 3 - تعيين الوزن الجزيئي للمواد التي لا تتحلل إلكتروليتيّاً في المذيب.

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ميزان حساس
- ❖ دوارق قياسية بسعات مختلفة (500 mL, 250 mL, 100 mL)
- ❖ أوراق سلفان او أوراق البرشمان (8 cm × 10 cm)
- ❖ أنبوبة او قمع ثيسيل (Thistle tube) سعتها 50–100 mL و قطر فوهتها (5 cm) و قطر أنبوبي لا يتجاوز (5 mm)
- ❖ حامل لتثبيت أنبوبة ثيسيل
- ❖ كأس زجاجي سعته 1L
- ❖ مخبار مدرج
- ❖ مسطرة مدرجة
- ❖ ماصة مزودة بشفاط مطاطي
- ❖ رباط مطاطي
- ❖ ورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ❖ سكر (سكروز) $C_{12}H_{22}O_{11}$
- ❖ عينة من المركب المجهول (المرد تعيين كتلته المولية)
- ❖ ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

❖ لا تتساهل و تعتبر أن عينة المركب المجهول المعطى لك غير خطرة كعينة السكروز، لذا يجب أن تأخذ بعين الاعتبار جميع إحتياطات الأمن و السلامة عند التعامل مع العينة سواءً في حالتها الصلبة او مذابة في محاليلها.

خطوات العمل:

(1) حضر محلول مائي خام للسكر بتركيز 0.10 M (زن بدقة 8.55 g من السكروز و أذبها بالماء المقطر، ثم خففها الى حجم نهائي 500 mL)؛

(2) خفف المحلول الخام للسكر لتحضير سلسلة من المحاليل المخففة بتركيز 0.08 M و 0.06 M و 0.04 M و 0.02 M (استخدم قانون التخفيف بحيث يكون الحجم النهائي لكل محلول 250 mL)؛

(3) بالمثل حضر محلول مائي خام للمركب المجهول بتركيز 20 g/L (زن بدقة 10 g من المركب و أذبها بالماء المقطر، ثم خففها الى حجم نهائي 500 mL)؛

(4) حضر سلسلة من المحاليل المخففة للمركب المجهول بتركيز 8 g/L و 6 g/L و 4 g/L و 2 g/L؛

(5) خذ أنبوبة او قمع ثيسيل نظيفة و جافة، ثم اغلق فوهتا بورقة سلوفان بإحكام بواسطة رباط مطاطي.

(6) ثبت قمع ثيسيل بوضع مقلوب على الحامل كما هو موضح في شكل 7 . من خلال الأنبوبة الضيقة أملأ انتفاخ القمع حتى العلامة بمحلول مخفف من السكر بتركيز 0.02 M؛

(7) اغمر القمع تماماً في الكأس الزجاجي المملوء بالماء المقطر ولاحظ ارتفاع السائل في الأنبوبة حتى يصل الى حالة إستقرار (يتوقف صعود السائل في الأنبوبة). سجل الارتفاع في عمود السائل بالسنتيمتر.

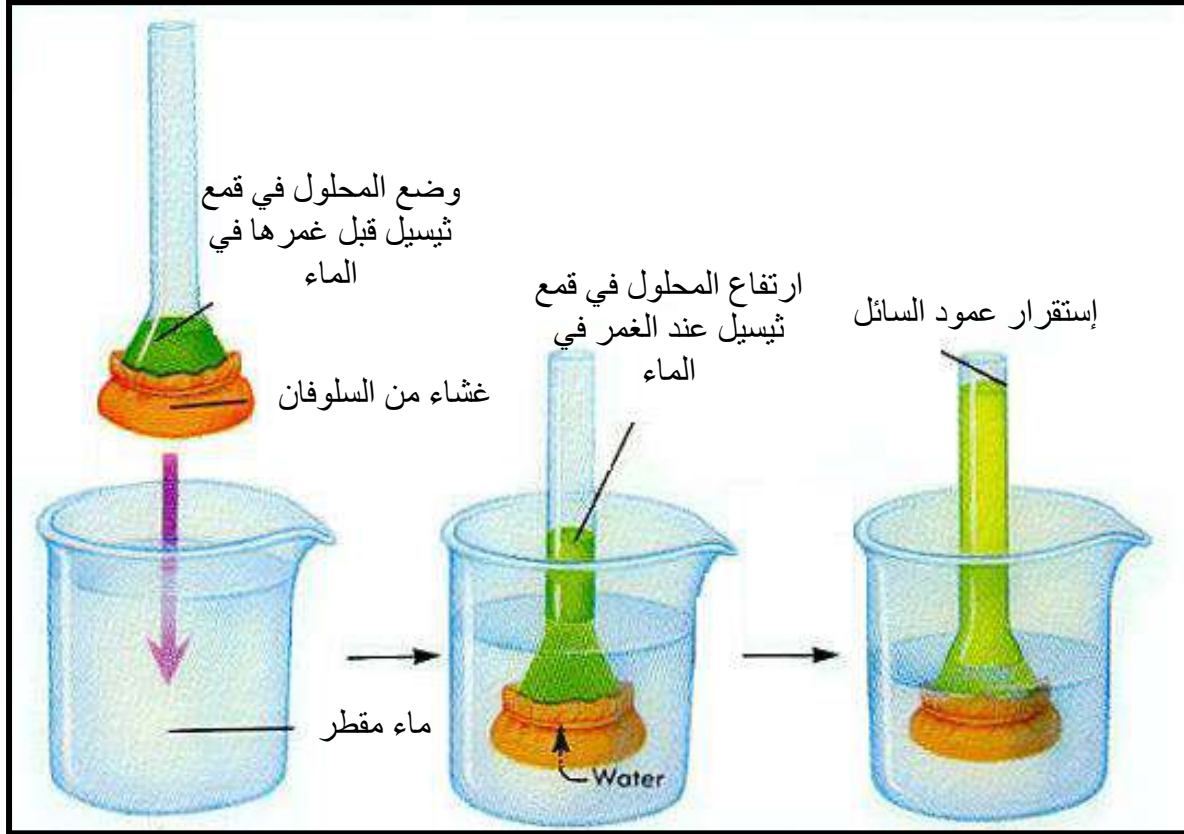
(8) كرر الخطوات من (5) الى (7) مع بقية المحاليل المخففة الأخرى من السكر.

***ملاحظة:** يجب أن تتسلسل في قياس المحاليل المخففة من التركيز الأدنى فالأعلى، إذا استخدمت نفس الغشاء. كما يجب تغيير الماء المقطر في كل مرة.

(9) كرر الخطوات من (5) الى (8) مع المحاليل المخففة المحضرة من المركب المجهول.

(10) اغسل يديك جيداً بعد أن تنتهي من إجراء التجربة.

(11) دون كل ملاحظتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.



شكل (7): التجهيزات العملية لقياس الضغط الاسموزي لمحلول.

التقرير العملي:

اسم الطالب :-..... اسماء الطلبة المشاركين :- (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن :- من..... الى..... اليوم و التاريخ :-.....(...../...../20.....)	(1) المعلومات الشخصية Identification
تقدير الضغط الإسموزي لمحلول و الكتلة المولية لمذاب ما مستخدماً غشاء من السلوفان.	(2) عنوان التجربة Title of Experiment
	(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose

(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations

(1) دون في الجدول التالي ارتفاع عمود السائل بالسنتيمتر ($h(cm)$) مقابل كل تركيز مولاري من محلول السكر (M). ثم اوجد الضغوط الإسموزية المقاسة و المحسوبة معبراً عنها بالأتوموسفير (ضغط جو atm):

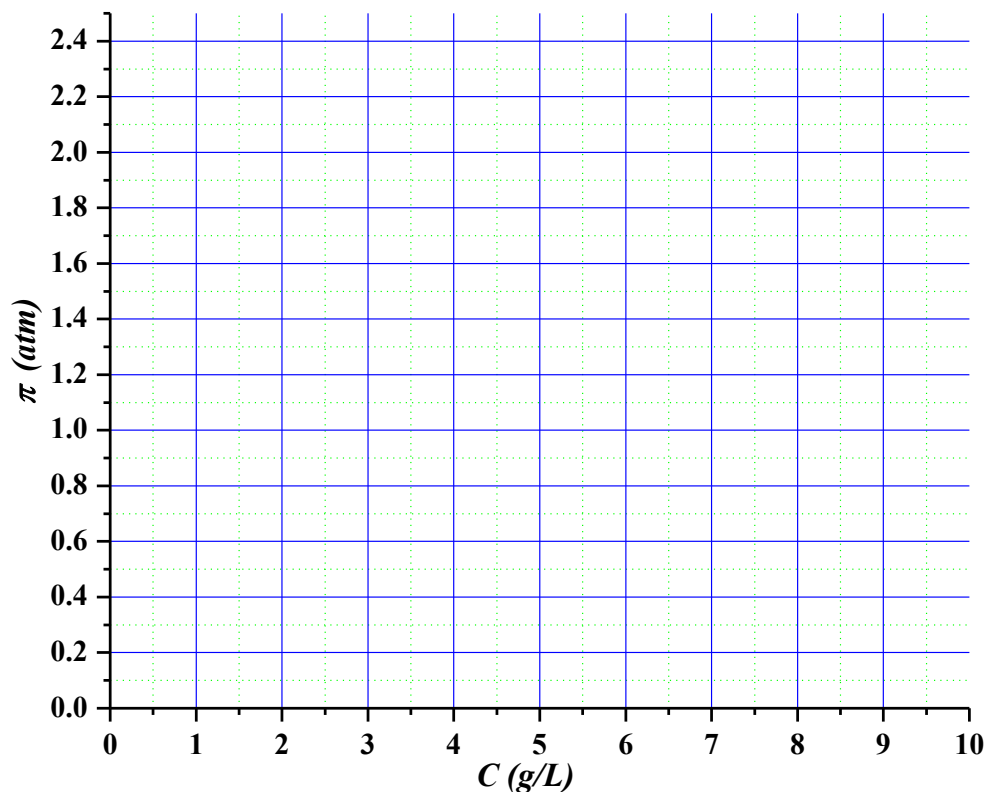
S.No.	التركيز المولاري (M)	$h(cm)$	الضغط الإسموزي المقاس $\pi(atm) = \frac{h \rho g}{10^4}$	الضغط الإسموزي المقاس $\pi'(atm) = MRT$
1				
2				
3				
4				

حيث ρ تمثل كثافة المحلول و يساوي تقريباً كثافة الماء ($\rho = 1 \text{ g cm}^{-3}$) و g عجلة الجاذبية الأرضية و تساوي 981 cm s^{-2} و R هو الثابت العام للغازات المثالية و يساوي $0.0821 \text{ L.atm.K}^{-1}\text{mol}^{-1}$ و يعبر عن درجة حرارة الغرفة بالكلفن (T):

(2) دون في الجدول التالي ارتفاع عمود السائل بالسنتيمتر ($h(cm)$) مقابل كل تركيز من محلول المركب المجهول معبر عنه بالجرام لكل لتر ($C(g/L)$). ثم اوجد الضغوط الإسموزية المقاسة معبراً عنه بالأتوموسفير (ضغط جو atm):

S.No.	تركيز محلول المركب المجهول $C(g/L)$	$h(cm)$	الضغط الإسموزي المقاس $\pi(atm) = \frac{h \rho g}{10^4}$
1			
2			
3			
4			

(3) في المخطط أدناه ارسم العلاقة بين الضغط الإسموزي (π) وتركيز المحلول ($C(g/L)$) من البيانات المدونة في الجدول أعلاه، ثم اوجد قيمة ميل المنحنى (slope):



(4) احسب الكتلة المولية او الوزن الجزيئي (MW) للمركب المجهول من العلاقة التالية:

$$MW = \frac{RT}{(slope)}$$

(5) المناقشة Discussion

ركز في مناقشتك على سبب التباين بين الضغط الإسموزي المحسوب و المقاس لمحلول السكر، ثم تنبأ عن هوية المركب المجهول إن أمكن لك ذلك.

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الأسئلة اللاحقة Post-Laboratory Questions

(1) باختصار صف ما يحدث عند وضع غشاء شبه منفذ في الحالتين التاليتين:

(أ) بين محلول و مذيبه النقي.

(ب) بين محلولين أحدهما مركز والآخر مخفف.

(2) احسب الضغط الإسموزي عند درجة حرارة 27°C لمحلول حجمه 100 mL و

يحتوي 0.15 g من اليوريا $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ مذابة فيه.

(3) إذا علمت أن الضغط الإسموزي للدم هو 7.65 atm عند درجة حرارة 30°C .

احسب وزن الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ لكل لتر و التي تلزم استخدامها للحقن في الوريد

بحيث يكون لها نفس الضغط الإسموزي للدم.

التجربة (9): التقدير الوزني لكمية الكلور في عينة من الملح الصخري ما بطريقة ترسيب كلوريد الفضة AgCl .

Lab.(9): Gravimetric determination of Cl content in a given sample of rock salt by the precipitation of AgCl .

أسئلة يجب عليها قبل الحضور الى المختبر:

1 - عرف حاصل الإذابة. اكتب تعبير حاصل الإذابة للرواسب التالية:



2 - اوجد المعامل الوزني للكلوريد في كل من الرواسب التالية:



3 - عينة غير نقية من ملح الطعام تزن 0.6543 g أذيبت في الماء المقطر و تم بعد ذلك بمعالجتها

بكمية فائضة من محلول نترات الفضة ، حيث تكون راسب من كلوريد الفضة (AgCl) يزن

1.258 g . بفرض أن جميع الكلوريد المترسب كان على هيئة NaCl ، احسب نقاوة عينة ملح

الطعام معبراً عنها بالنسبة المئوية الوزنية لـ NaCl .

الأساس النظري:

التحليل الوزني هو احد طريق التحليل الكمي الذي يعتمد على تقدير المكونات بالوزن وتوجد طرق مختلفة للتحليل الوزني.

(1) **طريقة الترسيب الكيميائي:** في هذه الطريقة يتم ترسيب المادة المراد تعيينها باستخدام كاشف مناسب ويرشح الراسب ويغسل ويجفف ويوزن ومن الوزن يمكن تقدير المادة المراد تعيينها.

(2) **طريقة التبخير:** في هذه الطريقة تقدر كمية النقص في الوزن للمركب المراد دراسته نتيجة لفقدان عنصر معين أو ماء التبخر وذلك بالتسخين عند درجة حرارة معينة. مثل تقدير ماء التبخر في كلوريد الباريوم.

(3) **طريقة الترسيب الكهربائي:** في هذه الطريقة تقدر الزيادة في وزن القطب الكهربائي بعد عملية ترسيب العنصر كهربائياً.

(4) **طريقة التحليل الوزني الحراري:** في هذه الطريقة يتم وزن العينة المراد تحليلها عند درجات حرارة مختلفة تصل إلى ألف درجة مئوية والنقص عند درجات حرارة معينة يدل على وجود مادة معينة مثل مجموعات الهيدروكسيل وتقدر كميتها بالنقص في الوزن.

و هنا سوف يتم التركيز على طرق الترسيب الكيميائي وهي من أكثر الطرق استخداماً في التحليل الوزني وفيها يتم ترسيب المادة المراد تعيينها على هيئة راسب تتوفر فيه الشروط التالية:

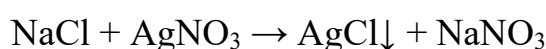
(1) أن تكون ذوبانيته ضئيلة جداً (أي يمتلك حاصل إذابة أقل).

(2) أن يكون سهل الترشيح والغسيل.

(3) أن يكون الراسب خالياً من الشوائب وتكون حبيباته كبيرة.

(4) أن يكون الراسب ثابت عند درجات الحرارة العالية او يمكن تحويله الى صورة ثابتة بالحرق.

و في هذه التجربة سيقوم الطالب بتقدير الكلوريد في عينة من الملح الصخري وزنياً باستخدام طريقة الترسيب. فعند اضافة محلول لنترات الفضة بكمية فائضة الى محلول الملح الصخري المحتوي على كلوريد الصوديوم، يترسب كلوريد الفضة (AgCl) تبعاً للمعادلة التالية:



حيث يعتبر كلوريد الفضة من الرواسب شحيحة الذوبان ($K_{sp}=1.8 \times 10^{-10}$ at 25°C) و له صورة ثابتة عند درجة حرارة مناسبة عملياً. كما أن راسب كلوريد الفضة يتخثر بالتسخين ليعطي حبيبات كبيرة

و هذا ما يجعل من السهل تجميع و فصل الراسب بالترشيح. و من وزن الراسب بعد التجفيف يمكن حساب كمية الكلوريد المتمثل في عينة الملح الصخري و الذي يعبر عن نقاوة كلوريد الصوديوم في العينة.

■ مخرجات التعلم

- بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادراً على أن:
- 1 - تجري التحليل الكمي الوزني لمادة ما في عينة بطريقة الترسيب.
 - 2 - تحدد الظروف القياسية و تتوقع الأخطاء التي قد تنجم في التحليل الوزني بالترسيب.
 - 3 - تختار عوامل الترسيب المناسبة للحصول على صور ثابتة للرواسب يمكن فصلها و وزنها بدقة.

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ميزان حساس
- ❖ فرن تجفيف كهربائي
- ❖ مجفف (وعاء لإزالة الرطوبة و التجفيف Desiccator)
- ❖ هون من السيراميك للطحن (Mortar and pestle)
- ❖ دورق قياسي (250 mL)
- ❖ كأس زجاجي (500 mL)
- ❖ كأس زجاجي (200 mL)
- ❖ مخبر مدرج (25 mL)
- ❖ بوتقات ترشيح زجاجية (بوتقات جووش Gooch crucibles)
- ❖ ماصة (10 mL) مزودة بشفط مطاطي
- ❖ ساق زجاجية للخلط
- ❖ مضخة خلخلة الهواء Vacuum pump
- ❖ دورقي ترشيح (بمنفذ جانبي)
- ❖ دورق غسيل
- ❖ موقد بنزن

الكواشف المطلوبة:

- ❖ حمض نترك مركز Conc. HNO_3
- ❖ ملح نترات الفضة عالي النقاوة AgNO_3
- ❖ محلول غسيل الراسب (2mL من حمض نترك مركز + 100 mL ماء مقطر)
- ❖ عينة من الملح الصخري
- ❖ محلول أمونيا مركز $\text{NH}_3(\text{aq})$
- ❖ ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة (HNO_3) و سوائل القواعد المركزة (الأمونيا المركزة) عند نقل الكميات المطلوبة التي تريدها من الزجاجات و اضافتها الى المخبار المدرج ، بحيث تضمن عدم إتصالها مع الجلد و ذلك بإرتداء قفازات اليدين. كمل يجب استخدام الشفاط المطاطي لنقل هذه السوائل المركزة بواسطة الماصة لتفادي وصولها الى الفم.
- ❖ يجب ان يتوسط دورق ترشيح دورق آخر بين دورق الترشيح المتصل ببوتقة جووش و مضخة خلخلة الهواء لتجنب دخول الماء للمضخة و الذي قد يؤدي الى إتلافها او حدوث شرر كهربائي في المختبر.
- ❖ يجب غسل الكأس الزجاجي و الماصة و المخبار المدرج قبل و بعد نقل أي سائل من الزجاجات لتجنب تلوث هذه السوائل ببعضها البعض.

خطوات العمل:

- (1) حضر محلول من نترات الفضة بتركيز 0.2 M، وذلك بإذابة وزن محسوب من نترات الفضة بالماء المقطر و ليكن الحجم النهائي للمحلول يساوي 250 mL
- (2) حضر محلول اخر من حمض النترك بتركيز M6 ، وذلك بتخفيف حجم محسوب من حمض النترك المركز بالماء المقطر و ليكن الحجم النهائي للمحلول يساوي 250 mL.
- (3) قم بسحق كمية مناسبة من الملح الصخري على الهون. اخلط المسحوق جيدا، ثم خذ عينة موزونة منه (حوالي نصف جرام و ليكن Wt_{Samp}) و أنقلها الى كأس زجاجي يحتوي على

100 mL من الماء المقطر. أذب العينة تماماً، ثم اصف بحذر 5 mL من حمض النتريك المركز. سخن المحلول الناتج بلطف على اللهب عند درجة حرارة 80°C .

(4) اصف 15 mL من محلول نترات الفضة 0.2 M (ليس كدفعة واحدة و لكن على هيئة 4 او 5 أجزاء متقطعة) الى محلول العينة على الساخن مع التحريك المستمر بالساق الزجاجية. بعد تكوين راسب ابيض سخن المحلول مرة أخرى عند درجة حرارة 80°C . استمر بالتحريك بالساق الزجاجية، فهذه العملية مهمة جداً في زيادة حجم حبيبات الراسب و من ثم الإسراع في عملية الترشيح اللاحقة.

(5) غطي الكأس بزجاج الساعة، ثم احفظ المحلول في مكان مظلم لمدة ساعة على الأقل وذلك لإتمام عملية هضم الراسب في محلول الأم.

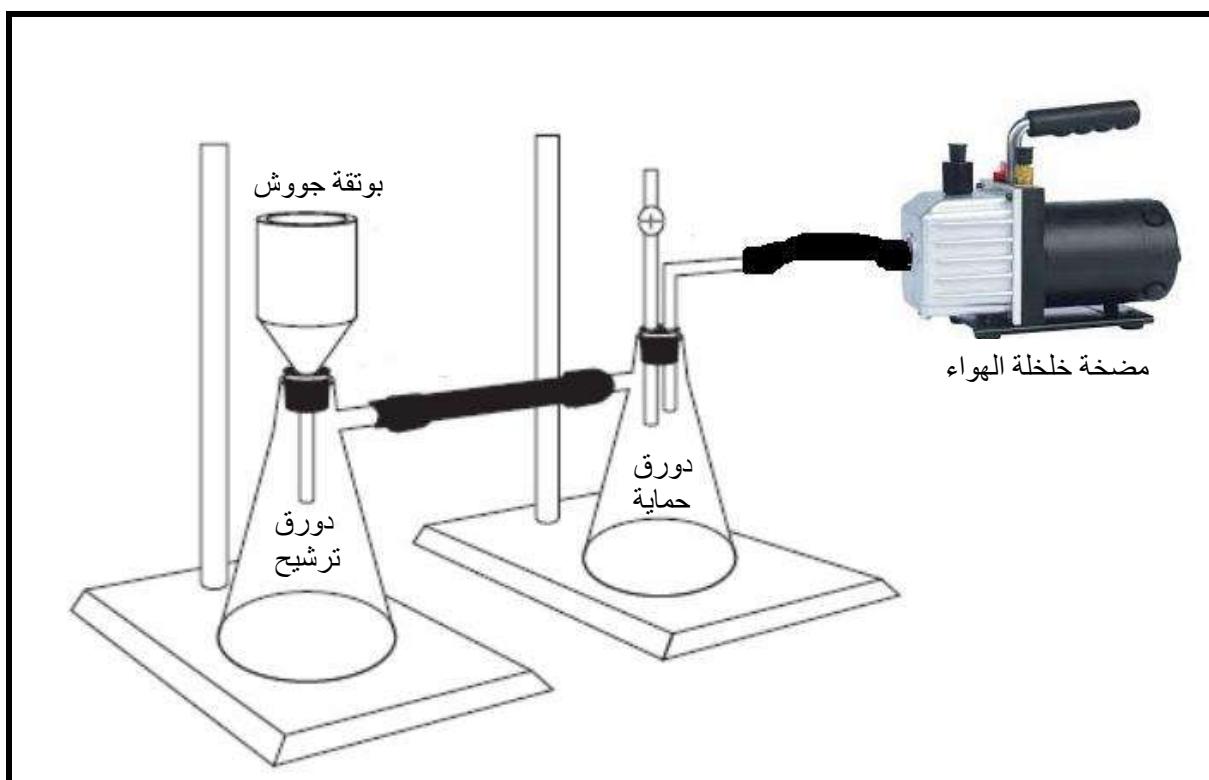
(6) بعد عملية الهضم اختبر تمام الترسيب بإضافة قطرات على جدار الكأس الزجاج. فإذا ظهرت عكارة عند الحد الفاصل بين المحلولين، فهذا يدل على عدم تمام الترسيب. عندها قم بإضافة كمية قليلة أخرى من محلول نترات الفضة مع إتباع الإجراءات كما في الخطوتين (4) و (5). إما في حالة عدم ظهور عكارة بيضاء، فهذا دليل على تمام الترسيب و عندها يمكنك الانتقال الى الخطوات اللاحقة بإطمئنان.

(7) ثبت بوتقة جووش على ورق الترشيح مملوء بالماء حوالي (200 mL)، كما هو موضح في الشكل (8). انقل بحذر 5 mL من حمض النتريك المركز الى البوتقة و اتركها لمدة 10 دقائق. بعد ذلك شغل المضخة لسحب الحمض من البوتقة، ثم قم بإضافة 20-30 mL من الماء المقطر الى البوتقة و المضخة في وضع التشغيل.

(8) كرر الخطوة (7)، مستخدماً محلول الأمونيا المركزة بدلاً من حمض النتريك المركز. بعد ذلك انقل البوتقة الى الفرن لتجف عند درجة حرارة 110°C لمدة لا تقل عن ساعتين.

(9) اخرج البوتقة من الفرن و اتركها لتبرد في المجفف لمدة 10 دقائق تقريباً، ثم خذ وزن البوتقة و هي فارغة (W_t).

(10) ثبت البوتقة على ورق الترشيح كما في السابق، ثم قم بترشيح الراسب بعد الإنتهاء من عملية الهضم. يفضل الإستعانة بالساق الزجاجية لصب السائل الى البوتقة مع تجنب تجاوز السائل في البوتقة ثلثي حجمها.



شكل (8): التجهيزات العملية لإجراء الترشيح بخلخلة الهواء.

- (11) اغسل الراسب بمحلول الغسيل (20 mL على هيئة 5 الى 6 أجزاء متقطعة) ثم بالماء المقطر (20 mL على هيئة 5 الى 6 أجزاء متقطعة). انقل البوتقة الى الفرن لتجفيف الراسب عند درجة حرارة $\pm 10^{\circ}\text{C}$
- (12) اخرج البوتقة من الفرن و اتركها لتبرد في المجفف لمدة 10 دقائق تقريباً، ثم خذ وزن البوتقة مع الراسب و لتكن (Wt_2).
- (13) كرر الخطوات من (3) الى (12) ثلاث مرات.
- (14) اغسل يديك جيداً بعد الإنتهاء من تنفيذ التجربة.
- (15) دون كل ملاحظاتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.

التقرير العملي:

أسم الطالب :-..... اسماء الطلبة المشاركين :- (1).....(2).....(3)..... المجموعة :.....الزمن :- من..... الى..... اليوم و التاريخ :-.....(20/...../.....)	(1) المعلومات الشخصية Identification																
التقدير الوزني لكمية الكلور في عينة من الملح الصخري ما بطريقة ترسيب كلوريد الفضة AgCl	(2) عنوان التجربة Title of Experiment																
	(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose																
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations																	
(1) حساب المعامل الوزن (GF) للكلور في راسب كلوريد الفضة: $GF \text{ of Cl} = \frac{\text{Atomic Wt. (Cl)}}{\text{Mol. Wt. (AgCl)}}$ (2) حساب وزن الراسب و وزن الكلور و النسبة المئوية الوزنية للكلور في عينة الملح الصخري:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>تجربة (1) Trial (1)</th> <th>تجربة (2) Trial (2)</th> <th>تجربة (3) Trial (3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>وزن العينة المأخوذة من الملح (Wt.Samp)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>وزن البوتقة فارغة (Wt.1)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>وزن البوتقة + وزن AgCl (Wt.2)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		تجربة (1) Trial (1)	تجربة (2) Trial (2)	تجربة (3) Trial (3)	وزن العينة المأخوذة من الملح (Wt.Samp)				وزن البوتقة فارغة (Wt.1)				وزن البوتقة + وزن AgCl (Wt.2)				
	تجربة (1) Trial (1)	تجربة (2) Trial (2)	تجربة (3) Trial (3)														
وزن العينة المأخوذة من الملح (Wt.Samp)																	
وزن البوتقة فارغة (Wt.1)																	
وزن البوتقة + وزن AgCl (Wt.2)																	

وزن AgCl (Wt. AgCl)			
وزن Cl في العينة (Wt. Cl) Wt. Cl= GF × Wt. AgCl			
النسبة الوزنية للكلور في العينة $w/w\% Cl = \frac{Wt_{Cl}}{Wt_{Samp}} \times 100$			
المتوسط			
الانحراف المعياري			

Discussion المناقشة (5)			

(7) الأسئلة اللاحقة Post-Laboratory Questions

(1) ما الخطأ التقديري الذي قد ينجم مما يلي على النتيجة النهائية للتحليل الذي ستحصل

عليها؟

(أ) لم تقم بالتجفيف التام لراسب AgCl في الفرن.

(ب) كمية نترات الفضة لم تكن كافية لترسيب كل الكمية الكلوريد الموجودة في

محلول العينة.

(ج) عرضت راسب AgCl للضوء أثناء عملية الهضم.

(د) وجود شوائب من $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ في عينة الملح الصخري.

(2) يمكن تحليل الباريوم (Ba) بترسيبه على هيئة راسب من كبريتات الباريوم

(BaSO_4). عينة نقية من مركب يحتوي على الباريوم تزن 0.2005 g عند

معالجتها بكمية فائضة من حمض الكبريتيك اعطت 0.121 g من راسب كبريتات

الباريوم. احسب النسبة الوزنية للباريوم في هذا المركب.

التجربة (10): تعيين التركيز الميسلي الحرج لأحدى المواد النشطة سطحياً في وسط مائي بطريقة التوصيل الكهربائي.

Lab.(10): Determination of the critical micelle concentration (CMC) of a given surfactant in aqueous medium by electrical conductivity method.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور الى المختبر:

1 - ما هو المحلول الغروي؟ اذكر أهم خصائص المحاليل الغروية.

2 - اكتب التعبير الرياضي و المعنى الفيزيائي للتوصيلية الكهربائية النوعية.

الأساس النظري:

منشطات السطح او المواد النشطة سطحياً او المنشطات السطحية (بالإنجليزية: Surfactants) و التي أتى اسمها من أوائل حروف (Surface acting agent) و تعرف بأنها مركبات قطبية عضوية ذات جزء او ذيل كارهة للماء وزمرة او رأس محب للماء. و تدخل المواد النشطة سطحياً في صناعة المنظفات و المستحضرات الدوائية و المستحلبات و زيوت المحركات وغيرها. و تصنف المنشطات السطحية بحسب الشحنة الموجودة على الرأس المحب للماء:

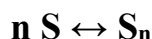
(1) منشطات سطحية أنيونية: عادة ما تكون كبريتات عضوية وسلفونات عضوية.

(2) منشطات سطحية كتيونية: كاتيون أمونيوم رابعي وأملاح البيريدينوم.

(3) منشطات سطحية غير أيونية: تحتوي سلاسل قطبية من أكسيد البولي إيثيلين.

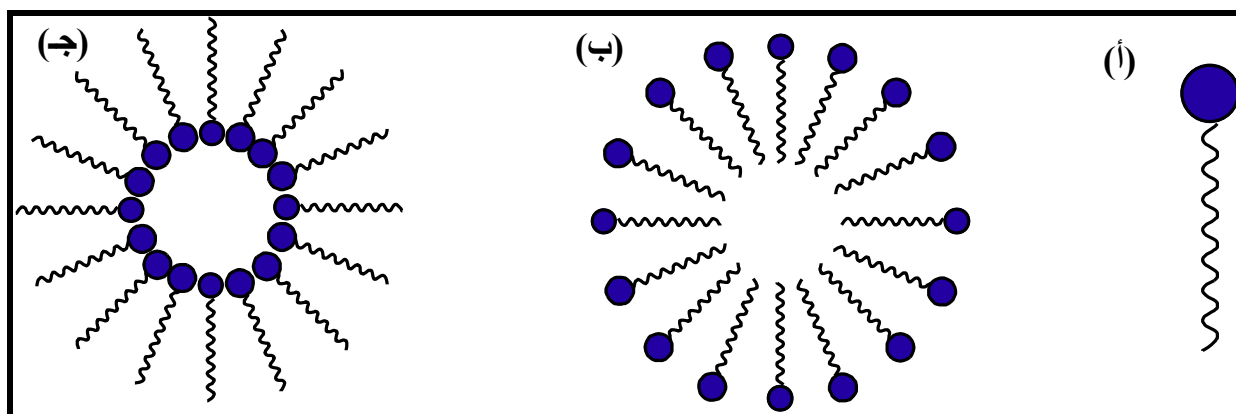
(4) منشطات سطحية متذبذبة: تتضمن مواقع أيونية وكاتيونية.

تعمل المنشطات السطحية على تقليل التوتر السطحي للسائل أو الغاز عن طريق إمتزاجها على السطح الفاصل بين السائل و الغاز (كالماء و الهواء)، كما تقلل التوتر البيني عن طريق إمتزاجها على السطح الفاصل بين سائل وسائل آخر (كالزيت والماء مثلاً). و بسبب ذوبانيتها المحدودة في المذيبات المائية و اللامائية يمكن لكثير من جزيئات هذه المواد أن تشكل تجمعات كبيرة في المحاليل تدعى بالميسلات (Micelles). و يمكن تمثيل تكوين الميسلات بالاتزان الديناميكي كما في المعادلة التالية:



حيث n هو عدد جزيئات المنشطات السطحية المفردة (S) التي تتجمع مع بعضها البعض لتكوين ميسلة واحدة (S_n).

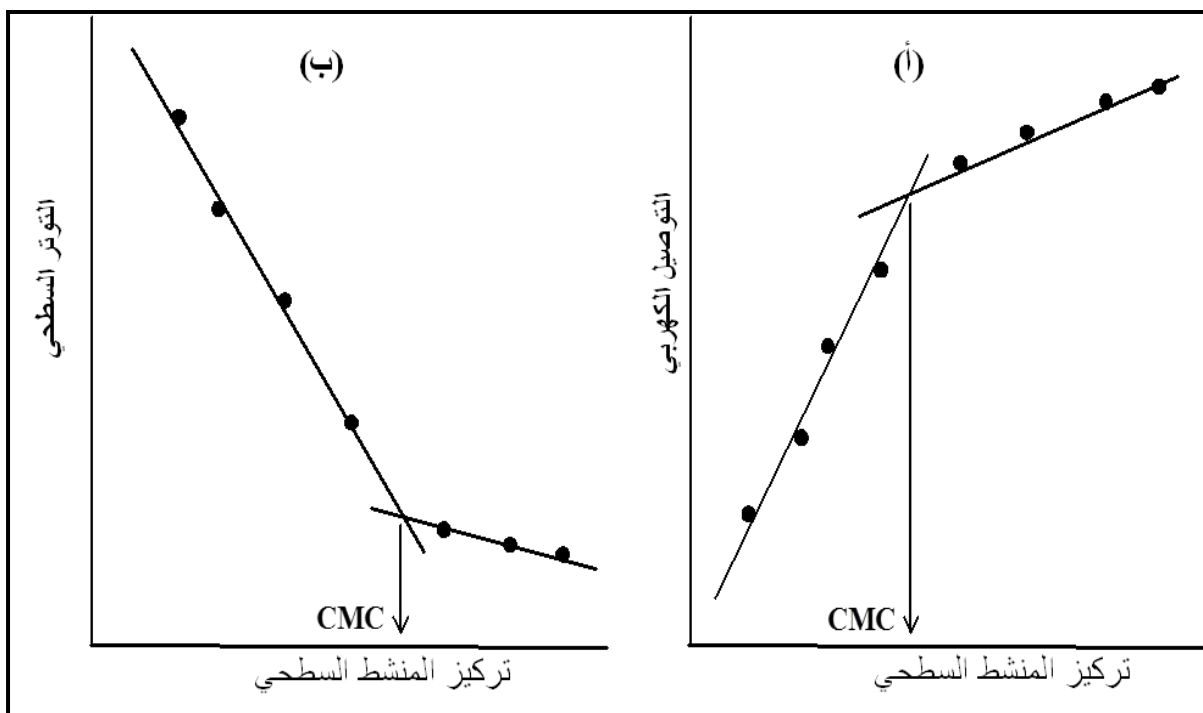
ومن الجدير بالذكر أنه عندما تتكون الميسلات في الماء فإن ذيل الجزيء يتجه نحو الداخل لتوقف عمل الزيت الاعتيادي، ويبقى الرأس المحب للماء متجه نحو الخارج (أي على سطح الميسلة) متصلاً مع الماء كما في الشكل (9)، لكن إذا تجمع جزيئات المواد النشطة سطحياً في الزيت فإن شكلها يكون معاكساً حيث أن رأس الجزيء يكون في الداخل والذيل متصلاً مع الزيت.



شكل (9): تركيب الجزيء النشط سطحياً (أ) و الميسلة الاعتيادية (ب) و الميسلة المعكوسة (ج).

و يعرف تركيز المادة النشطة سطحياً و الذي تبدأ عنده جزيئاتها بالتجمع لتكون تراكيب ميسلية بالتركيز الميسلي الحرج Critical micelle concentration (CMC). و يمكن تحديد التركيز

الميسلي الحرج للمنشطات السطحية من خلال قياس التغير في أي من الخواص الشاملة للمحلول كدالة في تركيز المنشط السطحي. فمثلاً يزداد التوصيلية الكهربائية أو ينخفض التوتر السطحي للمحلول مع زيادة تركيز المنشط السطحي (شكل 10)، بحيث يكون التغير في أي من هاتين الخاصيتين للمحلول قبل تكوين الميسلات مختلفاً تماماً عن التغير بعد تكوين الميسلات. و بالتالي عند نقطة الاختلاف في ميل المنحنى يمكن أن نحصل على قيمة التركيز الميسلي الحرج (CMC).



شكل (10): التغير في التوصيلية الكهربائية (أ) و التوتر السطحي (ب) للمحلول مع تركيز المنشط السطحي.

و في هذه التجربة سيقوم الطالب بتقدير التركيز الميسلي الحرج لدودي سيل كبريتات الصوديوم Sodium dodecyl sulphate (SDS) كمثال لمنشط سطحي أنيوني في محلول مائي منه.



حيث سيتم تحضير تراكيز مختلفة من الـ SDS و من ثم قياس التوصيلية الكهربائية. و برسم العلاقة بين قيم التوصيلية النوعية و التركيز كما في الشكل (10أ)، يمكن الحصول على قيمة التركيز الميسلي الحرج.

■ مخرجات التعلم

بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادرا على أن:

- 1 - تقدر التركيز الميسلي الحرج لأنواع المختلفة من المنشطات السطحية.
- 2 - تقيس التوصيل الكهربائي للمحاليل الإلكتروليتية و الغروانية.
- 3 - تميز بين الميسلات الاعتيادية و المعكوسة من حيث ظروف تكوينها.
- 4 - تدرس العوامل المؤثرة على تكوين الميسلات و التركيز الميسلي الحرج.

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ميزان حساس
- ❖ جهاز قياس التوصيل الكهربائي Conductivity bridge
- ❖ دوارق قياسية متعددة السعة (500 mL, 250 mL, 100 mL)
- ❖ كأس زجاجي سعته 500 mL
- ❖ مخبر زجاجي مدرج
- ❖ ماصة مزودة بشفاط مطاوي
- ❖ ورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ❖ دوديسيل كبريتات الصوديوم ($C_{12}H_{25}OSO_3Na$ (SDS)
- ❖ ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ عند ذوبان مادة الدوديسيل كبريتات الصوديوم (SDS) في الماء تكون محلول غروي شبيه بمحلول الصابون. لذا تفادى كب المحلول على أرضية المختبر لأن ذلك قد يتسبب في خطر الانزلاق لزملائك و العاملين في المختبر.

خطوات العمل:

(1) حضر محلول قياسي من دوديسيل كبريتات الصوديوم (SDS) بتركيز 0.020 M (اذب 2.88 g من SDS في الماء المقطر و أكمل حتى العلامة في ورق قياسي سعته 500 mL).

(2) خفف المحلول القياسي المحضر سابقاً من الـ SDS بالماء المقطر (في حجم نهائي 250 mL) لتحصل على سلسلة من التراكيز المنخفضة كما هي مدونة في الجدول أدناه.

S.No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
SDS ($M \times 10^{-3}$)	17	15	12	10	8	6	4	2

***ملاحظة:** جميع التراكيز مضروبة بالأس (10^{-3}) و لتحضير المحاليل المتتالية، أكتفي و

حسب بتخفيف المحلول السابق بالماء المقطر و هكذا.

(3) شغل جهاز قياس التوصيل الكهربائي، ثم اغمر قطب في المحلول وراقب القراءة على الشاشة حتى تثبت. بعد ذلك سجل القراءة (قيمة التوصيلية النوعية (κ) معبراً عنها بالسيمنز لكل سنتمتر ($S. cm^{-1}$)).

***ملاحظة:** اتبع كتاب الإرشادات أو استعين بالفني المختص عند تشغيل الجهاز. كما يجب التعامل بلطف و حذر مع جهاز قياس التوصيل الكهربائي و يجب أن يعاد القطب الى الكأس المحتوي على الماء المقطر بعد وضعه في المحلول المراد قياسه.

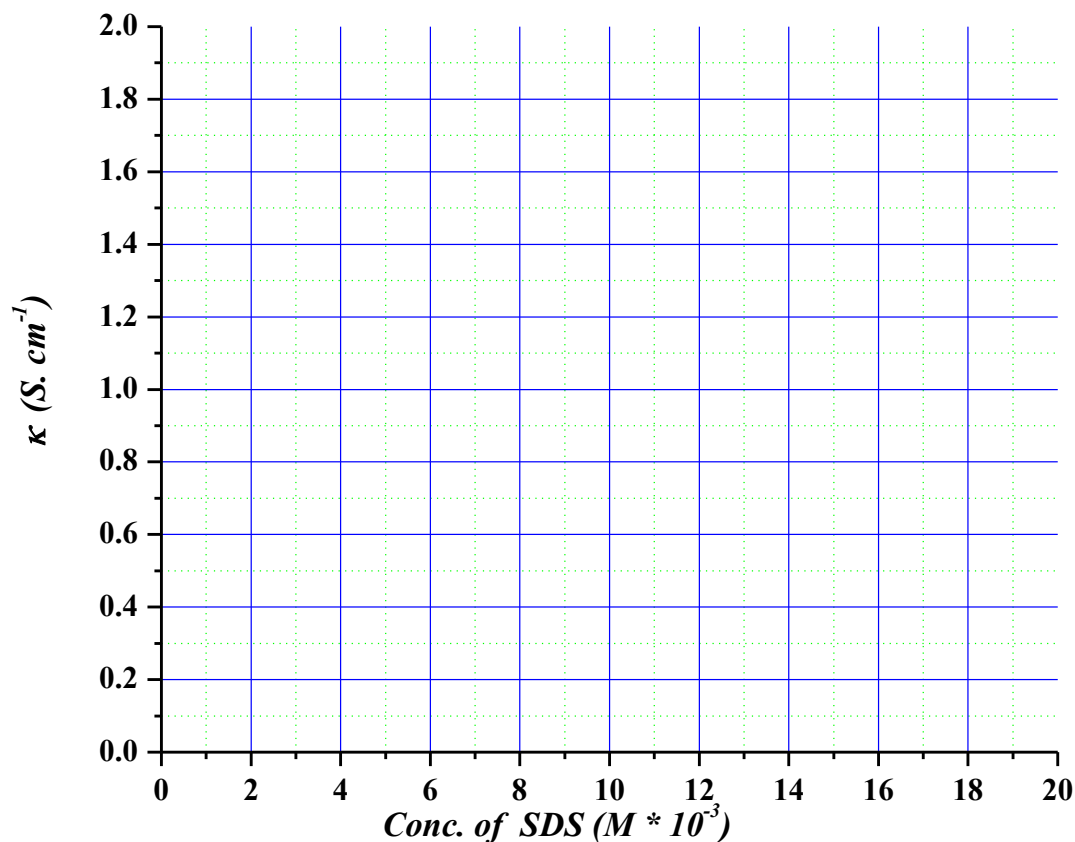
(4) اغسل يديك جيداً بعد أن تنتهي من إجراء التجربة.

(5) دون كل ملاحظتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.

التقرير العملي:

أسم الطالب :-..... اسماء الطلبة المشاركين :- (1).....(2).....(3)..... المجموعة :.....الزمن :- من.....الى..... اليوم و التاريخ :-.....(...../...../20.....)	(1) المعلومات الشخصية Identification																											
تعيين التركيز الميسلي الحرج لأحدى المواد النشطة سطحيا في وسط مائي بطريقة التوصيل الكهربائي.	(2) عنوان التجربة Title of Experiment																											
	(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose																											
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations																												
(1) دون في الجدول التالي التركيز المولاري لمحاليل الـ SDS و قيمة التوصيلة النوعية (κ) المقابلة: <table border="1" data-bbox="324 1171 1247 1808"> <thead> <tr> <th>S.No.</th> <th>التركيز المولاري لـ SDS ($M \times 10^{-3}$)</th> <th>التوصيلة النوعية ($\kappa, S.cm^{-1}$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>(1)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(2)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(3)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(4)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(5)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(6)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(7)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(8)</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		S.No.	التركيز المولاري لـ SDS ($M \times 10^{-3}$)	التوصيلة النوعية ($\kappa, S.cm^{-1}$)	(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)			(8)		
S.No.	التركيز المولاري لـ SDS ($M \times 10^{-3}$)	التوصيلة النوعية ($\kappa, S.cm^{-1}$)																										
(1)																												
(2)																												
(3)																												
(4)																												
(5)																												
(6)																												
(7)																												
(8)																												

(2) في المخطط أدناه ارسم المنحنى الذي يمثل التوصيلية النوعية (κ) كدالة في التركيز المولاري لمحلول الـ SDS:



(3) اوجد التركيز الميسلي الحرج (CMC) لـ SDS معبراً عنه بالمول/ لتر.

(5) المناقشة Discussion

ركز في مناقشتك على مقارنة قيمة الـ CMC التي حصلت عليها عملياً مع القيمة الفعلية لـ SDS.

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الأسئلة اللاحقة Post– Laboratory Questions

(1) ماذا تتوقع أن يحدث في قيمة التركيز الميسلي الحرج لـ SDS في كل من الحالات

التالية (تزداد أو تقل أو لا تتغير) ؟ و لماذا؟

(أ) وجود ملح كلوريد الصوديوم مذاب مع الـ SDS في المحلول قبل قياس التوصيلية الكهربائية.

(ب) اضيفت قطرات من الزيت في المحاليل قبل قياس التوصيلية الكهربائية.

(ج) قمت بقياس التوتر السطحي للمحاليل عوضاً عن قياس التوصيلية الكهربائية.

(2) أيهما أعلى قيمة التركيز الميسلي الحرج لـ SDS و هو مذاباً في الماء أم مذاباً في الزيت؟ ولماذا؟

(3) ما العوامل التي تؤثر على قيمة التركيز الميسلي الحرج؟

(4) اذكر الأشكال المختلفة التي قد تتخذها الميسلات. ما العوامل التي تحكم هذه الأشكال؟

التجربة (11): مقارنة كفاءة الفصل بالتقطير البسيط و التقطير التجزيئي و فصل خليط من سائلين ممتزجين.

Lab.(11): Comparison of separation efficiencies of simple and fractional distillation and separation of two- miscible liquid mixture.

أسئلة يجب عليها قبل الحضور الى المختبر:

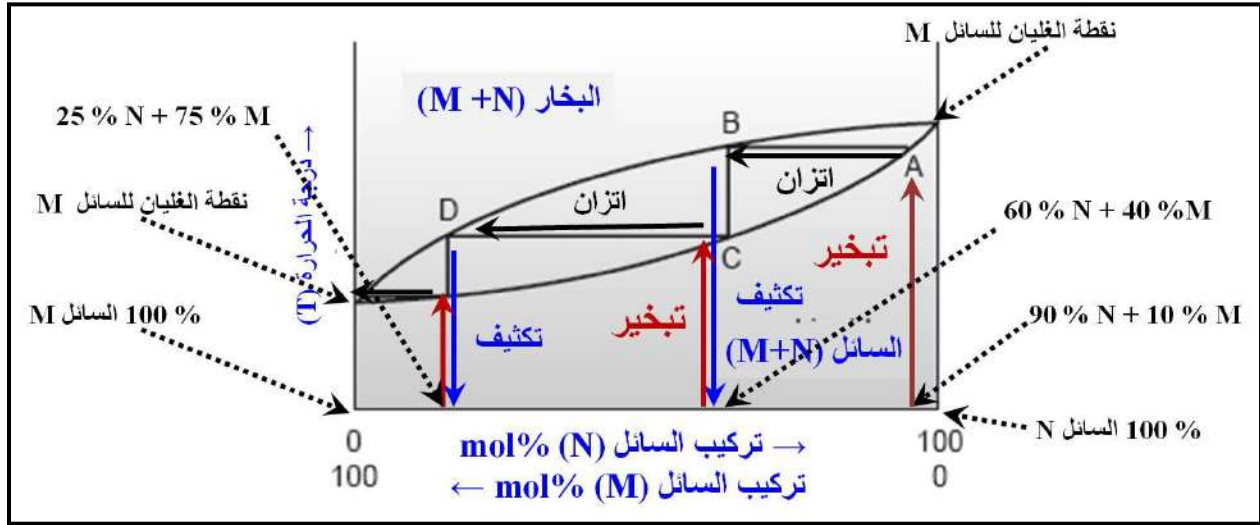
1 - اكتب التعبير الرياضي و المعنى الفيزيائي لـ (أ) قانون دالتون للضغوط الجزئية للغازات المثالية و (ب) قانون راؤولت للمحاليل المثالية.

2 - اذكر أهم خصائص المحاليل المثالية.

3 - افترض أن مزيجاً من الهبتان (C_7H_{16}) و الأوكتان (C_8H_{18}) يشكلان محلولاً مثالياً. فإذا مزج 3 mol من الهبتان مع 5 mol من الأوكتان عند درجة حرارة $40^\circ C$ ، فما الضغط البخاري للمحلول إذا كان الضغط البخاري لكل من الهبتان و الأوكتان عند درجة حرارة $40^\circ C$ يساوي 0.121 atm و 0.041atm ، على التوالي.

الأساس النظري:

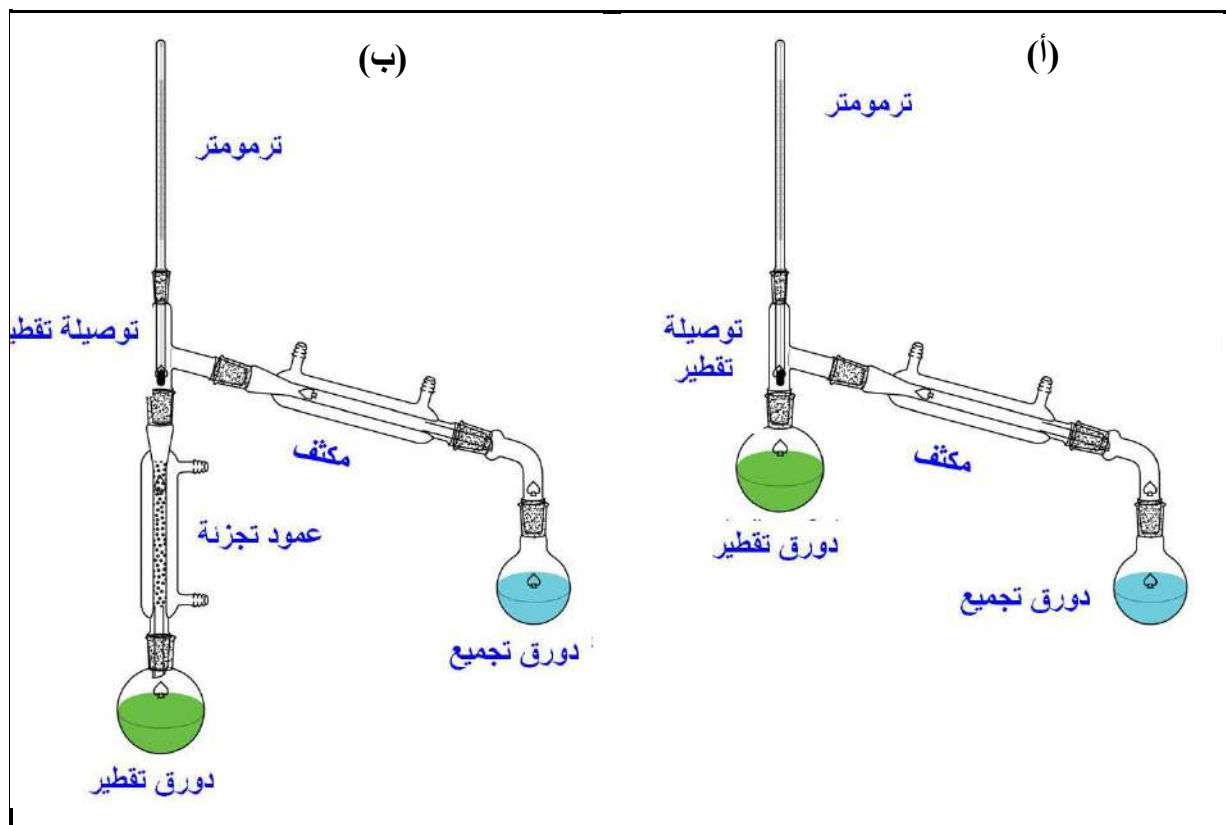
باعتبار M و N سائلين تامي الامتزاج ، فإنه من الممكن فصلهما عن بعضهما البعض عن طريق التقطير إذا كان هنالك اختلاف مقبول في نقطتي غليانهما. ويمكن تتبع مجريات عملية التقطير في الشكل (11) و الذي يظهر منحنى درجة الحرارة مقابل تركيب طور البخار (الى الأعلى) و تركيب طور السائل (الى الأسفل) للسائلين M و N لهما نقطة غليان عليا و نقطة غليان دنيا ، على التوالي. حيث يقال بأن السائل N أكثر تطايراً من السائل M .



شكل (11): منحنيات نقطة الغليان و التركيب لأزواج السوائل تامة الامتزاج.

الآن بفرض أن الخليط قبل بدء التقطير عند النقطة (A على المنحنى السفلي) و التي يكون عندها تركيب السائلين M و N يساوي 10 % و 90 % (بالنسبة المئوية المولية)، على التوالي. و عند غليان هذا الخليط الى نقطة الغليان يصبح بخار هذا الخليط في حالة اتزان مع السائل، أي عند النقطة B (على المنحنى العلوي). و عند تكثيف البخار الى سائل (انتقال من النقطة B الى C) نحصل على سائل بتركيب جديد (40 % من السائل M و 60 % من N). و عند غليان خليط السائل الجديد (الى النقطة D) و اتزانه مجدداً مع بخاره الجديد عند النقطة D و من ثم تكثيفه نحصل على تركيب جديد من السائل تقل فيه نسبة السائل N مقابل الزيادة في المكون M (75 % من M و 25 % من N). و بتكرار هذه العملية (تبخير و تكثيف) يمكن أن نفصل في النهاية السائلين M و N بصورتها النقية. و يعرف هذا النوع من التقطير بالتقطير البسيط Simple distillation، حيث يتطلب فقط وجود مكثف عادي لإجراء عملية التقطير كما في الشكل (12) و لكن تكرار عمليتي التبخير و التكثيف و تغيير درجة الحرارة قد يطيل من الوقت و لتفادي ذلك يمكن استخدام التقطير التجزيئي Fractional

distillation. و في هذا الفصل يتم فيها تجزئه التقطير في الجهاز بدلاً من الإعدادات المتكررة للتقطير، ويتم ذلك باستخدام عمود تجزئة يتوافر في سطحه الداخلي صفائح وبروزات ، ويمكن استخدام عمود مملوء بقطع من الزجاج او الفولاذ وترجع فاعلية العمود الى أنه يوفر سطحاً كبيراً يحصل فيه التوازن بين السائل الصاعد والسائل الهابط (شكل (12ب)).



شكل (12): التجهيزات العملية للتقطير البسيط (أ) و التقطير التجزيئي (ب)

في هذه التجربة سيدرس الطالب كفاءة الفصل بالتقطير البسيط و التقطير التجزيئي لخليط محدد التركيب من الماء و الأسيتون كمثال لأزواج السوائل تامة الامتزاج. و حيث أن نقطة غليان الماء (100 °C) أعلى بكثير من نقطة غليان الأسيتون (56.2 °C)، يمكن تمثيل الماء و الأسيتون بالمكونين M و N ، على التوالي، كما هو موضح في الشكل (11). و بالتالي يكون الأسيتون هو السائل الأكثر تطاير و الذي يفصل و يكتف أولاً في دورق التجميع. ويمكن تحديد كفاءة التقطير برسم العلاقة بين درجة الحرارة و حجم المقطر (Distillate) أثناء اجراء عملية التقطير للخليط. كما سيعطى للطالب خليط من الماء و الأسيتون مجهول التركيب و سيطلب منه فصل مكونات هذا الخليط، مستخدماً التقطير البسيط و التقطير التجزيئي و من ثم تحديد تركيب هذا الخليط.

■ مخرجات التعلم

- بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادرا على أن:
- 1 - تقارن بين كفاءتي التقطير البسيط و التقطير التجزيئي.
 - 2 - تركيب جهاز التقطير من وحداته المختلفة و تمييز دورها العملي.
 - 3- تفصل و تحدد تركيب خليط من سوائل تامة الامتزاج بواسطة التقطير البسيط او التقطير التجزيئي.
 - 4 - تعيين نقطة غليان محاليل السوائل تامة الامتزاج و حساب ضغوطها البخارية.

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ترمومتر مدرج بالدرجة المئوية وبدقة قياس 0.1°C
- ❖ سخان دوارق كهربى Electric flask heater
- ❖ دورق دائري سعة 250 mL Round– bottom flask
- ❖ كأس زجاجي سعته 500 mL
- ❖ مكثف زجاجي بسيط
- ❖ عمود تجزئة زجاجي ذو انتفاخات عديدة
- ❖ حبيبات من الزجاج أو الألمنيوم
- ❖ احجار او رقائق الغليان
- ❖ توصيلات زجاجية
- ❖ سدادات من الفلين
- ❖ مخبر زجاجي مدرج 100 mL
- ❖ حامل لتثبيت المكثفات
- ❖ دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ❖ أسيتون نقي $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
- ❖ ماء مقطر
- ❖ خليط ماء – أسيتون مجهول التركيب

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ الأسييتون يسبب تحسس للعين، لذا يجب إرتداء النظارات. كما أنه مادة متطايرة و سريعة الاشتعال لذا ينبغي حفظها مسدودة بإحكام ويجب استخدام السخان الكهربائي للدوارق و عدم تعريضها للهب المباشر (أي لا تستخدم موقد بنزن في التسخين).
- ❖ لا تصيف احجار او رقائق الغليان الى الخليط و هو ساخن، لأن ذلك سوف يؤدي الى حدوث غليان سريع و اندفاعي للسائل داخل دورق التقطير.
- ❖ تعامل مع الترمومتر المدرج برفق و تجنب خدش او رطم مستودع الزئبق، لأن ذلك سيؤدي الى كسر الترمومتر و خروج الزئبق.
- ❖ اجعل عينيك على بعد 20 cm من الأشياء الساخنة و أنت تراقب عملية الغليان.

خطوات العمل:

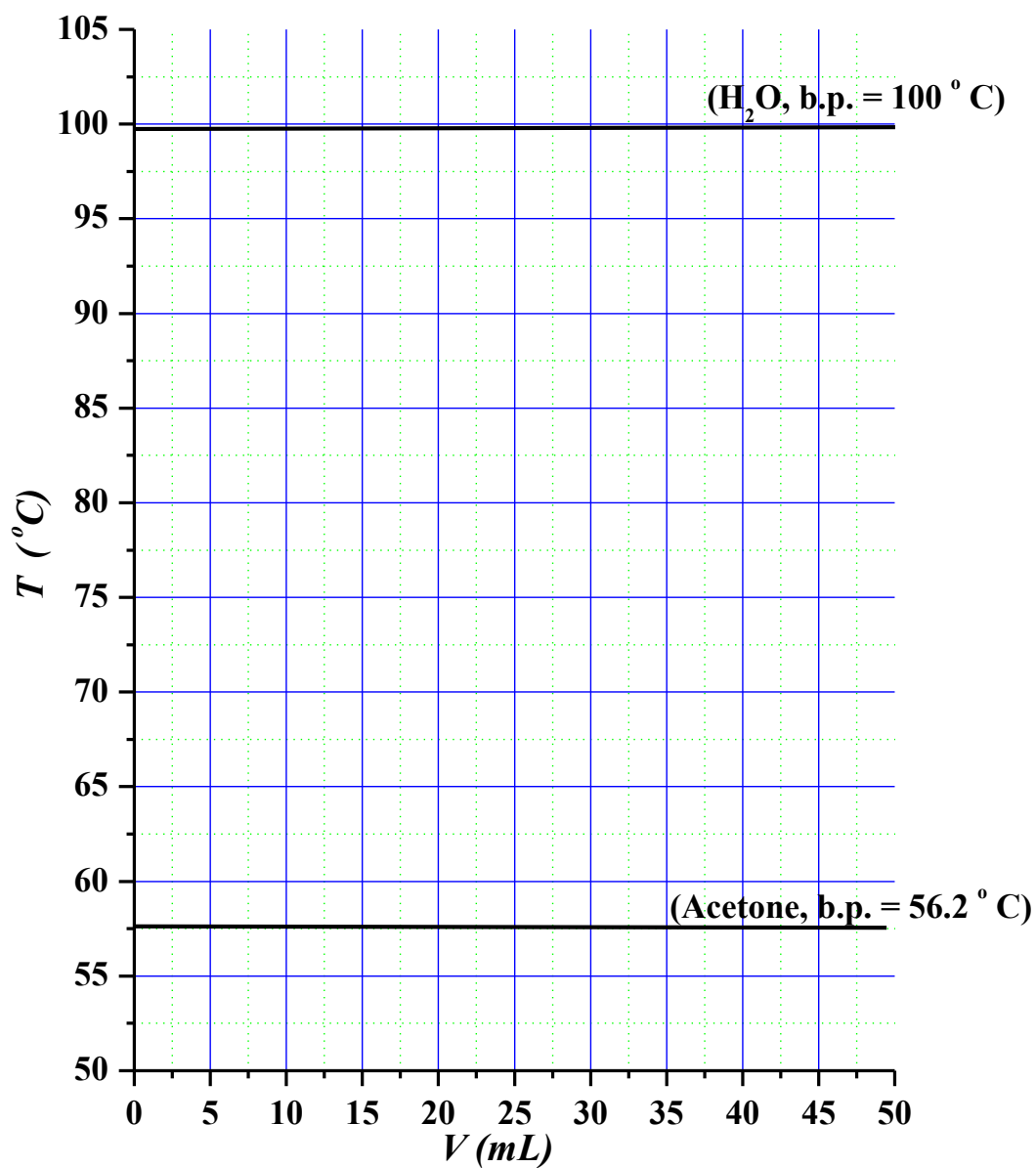
- (1) حضر في كأس زجاجي خليط من الماء و الأسييتون بنسبة (1:1) و ذلك بمزج 25 mL من الأسييتون مع 25 mL من الماء المقطر.
 - (2) ركب جهاز التقطير البسيط من الأدوات المذكورة أعلاه كما في الشكل (12أ)، مع استبدال دورق التجميع بالمخبر المدرج. ضع في الدورق الدائري كمية قليلة من احجار او رقائق الغليان. ما الغرض من إضافة احجار او رقائق الغليان؟
 - (3) اصف خليط الماء و الأسييتون المسبق تحضيره في الخطوة (1) الى الدورق الدائري ثم اعد توصيله بإحكام بالجهاز.
- ملاحظة:** (أ) يجب ان لا يتجاوز حجم الخليط نصف سعة دورق الفصل.
- (ب) اجعل مدرسك او الفني المختص في المختبر يتأكد من أن جميع المفاصل مسدودة بإحكام وأن الجهاز في وضعه الصحيح قبل اجراء عملية التقطير.
- (4) ضع قاعدة الدورق الدائري لجهاز التقطير في مركز السخان و اسمح للماء بالمرور في المكثف الزجاجي. سخن الخليط تدريجياً و اضبط معدل التسخين بحيث لا يتجاوز قطرتين الى ثلاث قطرات من السائل المقطر لكل ثانية. استمر في التسخين مع تسجيل حجم السائل المقطر الذي يجمع في المخبر المدرج مقابل درجة الحرارة.

- ملاحظة:** يجب أن لا تزيد درجة الحرارة عن 100°C . كما لا يجب الاستمرار في التسخين حتى الجفاف التام للخليط ، و لكن حافظ على أن يتبقى جزء قليل من الخليط في دورق الفصل (حوالي 5 mL) عندها اوقف التسخين.
- (5) ركب جهاز التقطير التجزيئي كما في الشكل (12ب)، مع استبدال دورق التجميع بالمخبار المدرج. ضع في الدورق الدائري كمية قليلة من احجار او رقائق الغليان.
- ملاحظة:** يجب أن يملأ عمود التجزئة بحبيبات من الزجاج أو الألمنيوم.
- (6) كرر الخطوتين (3) و (4) مع إتباع الملاحظات السابقة.
- (7) ضع 50 mL من خليط الماء – أسيتون مجهول التركيب في جهاز التقطير البسيط و سخن الخليط عند معدل ثابت بحيث تكون درجة الحرارة في مدى نقطة الغليان للأسيتون، أي لا تقل عن 55°C و لا تتجاوز 60°C . استمر في التسخين عند هذا المعدل حتى يتوقف التقطير ثم قس حجم الأسيتون المقطر و حجم الماء المتبقي في الدورق.
- (8) كرر نفس الخطوة السابقة (7) و لكن باستخدام جهاز التقطير التجزيئي.
- (9) اغسل يديك جيداً بعد أن تنتهي من إجراء التجربة.
- (10) دون كل ملاحظاتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.

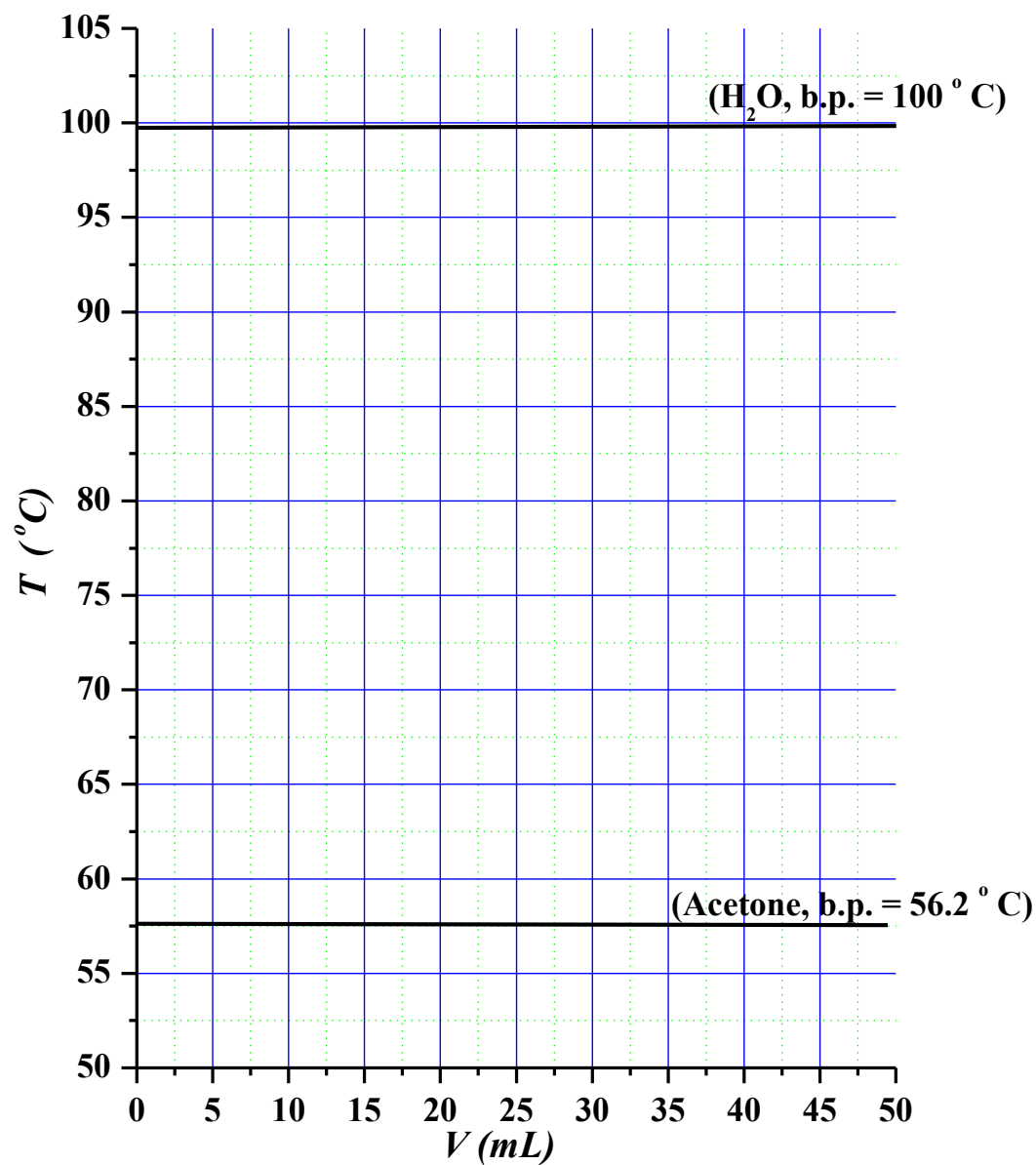
التقرير العملي:

أسم الطالب :-..... اسماء الطلبة المشاركين :- (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن :- من..... الى..... اليوم و التاريخ :-.....(...../...../20.....)	(1) المعلومات الشخصية Identification											
مقارنة كفاءة الفصل بالتقطير البسيط و التقطير التجزيئي و فصل خليط من سائلين ممتزجين.	(2) عنوان التجربة Title of Experiment											
	(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose											
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations												
(1) دون في الجدول التالي درجة الحرارة (T) و حجم السائل المقطر (V) في كل من التقطير البسيط و التقطير التجزيئي:												
	التقطير البسيط											
T (°C)	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>											
V (mL)	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>											
	التقطير التجزيئي											
T (°C)	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>											
V (mL)	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>											

(2) في المخطط أدناه ارسم العلاقة بين درجة الحرارة (T) وحجم السائل المقطر (V) للتقطير البسيط:



(3) في المخطط أدناه ارسم العلاقة بين درجة الحرارة (T) وحجم السائل المقطر (V) للتقطير التجزيئي:



(4) في الجدول أدناه احسب النسبة الحجمية للأسيتون و الماء في الخليط مجهول التركيب من النتائج التي حصلت عليها في التقطير البسيط و التجزيئي:

التقطير البسيط				
حجم الأسيتون ($V_{Acetone}$)	حجم الماء (V_{Water})	الحجم الكلي (V_{tot})	v/v% Acetone	v/v% Water
التقطير التجزيئي				
حجم الأسيتون ($V_{Acetone}$)	حجم الماء (V_{Water})	الحجم الكلي (V_{tot})	v/v% Acetone	v/v% Water

(5) المناقشة Discussion

ركز في مناقشتك على مقارنة كفاءة الفصل و تركيب الخليط باستخدام التقطير البسيط و التقطير التجزيئي.

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الأسئلة اللاحقة Post– Laboratory Questions

(1) وضح مع الرسم الفرق بين الحيود الايجابي و الحيود السلبي عن سلوك المحاليل المثالية.

(2) محلول تم تحضيره بخلط 25 mL من الأسيتون (C_3H_6O) مع 50 mL من الماء. احسب الضغط البخاري للمحلول باعتبار ظروف مثالية، علماً بأن الضغوط البخارية للماء و الأسيتون النقيين هي 760 mmHg و 987 mmHg، على التوالي و كثافة الأسيتون تساوي 0.792 g/mL.

التجربة (12): إختبار كفاءة الديليزة و فصل خليط من ثلاثة مكونات بأحجام جزيئية مختلفة بواسطة أغشية الديليزة.

Lab.(12): Investigation of efficiency of dialysis and separation of three-component mixture of varying molecular sizes by dialysis membrane.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور الى المختبر:

1 - عرف ظاهرة الانتشار. أيهما أسرع انتشاراً عبر غشاء شبه منفذ جزي الجلوكوز أم كلوريد الصوديوم؟ ولماذا؟

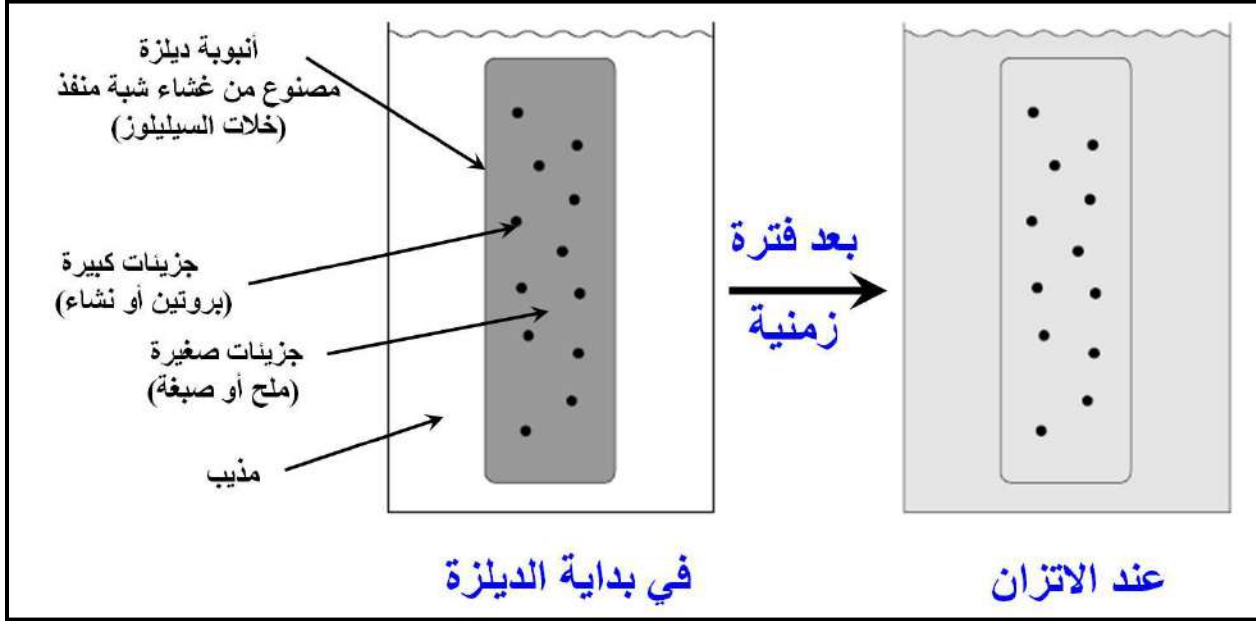
2 - بتفاعل كيميائي واحد، وضح كيف يمكن تحويل النشاء الى جلوكوز.

3 - اذكر اختبار او كاشف كيميائي يمكن استخدامه للتمييز عملياً بين النشاء و الجلوكوز.

الأساس النظري:

تعرف الديليزة (Dialysis) بأنها عملية فصل الجزيئات في المحلول عن طريق الفرق في معدل انتشار هذه الجزيئات خلال غشاء سبة منفذ يعرف بغشاء الديليزة (Dialysis membrane). فالجزيئات الصغيرة تنتشر عبر الثقوب الضيقة للغشاء اسرع بكثير من الجزيئات الكبيرة، انظر الشكل (13). بالإضافة الى حدوث عملية الديليزة في خلايا الكائنات الحية، فإن هذه العملية تعد من أهم التقنيات المعملية

المستخدمة في أبحاث علوم الحياة. و من أكثر الاستخدامات في هذا المجال يتركز في تنقية الجزيئات الحيوية كالبروتينات و الأحماض النووية و السكريات العديدة و ذلك بإزالة الجزيئات الصغيرة و غير المرغوب فيها كالألاح و الأصباغ و العوامل المختزلة. كما أن لتقنية الديليزة أهمية بالغة في دراسة ميكانيكية إيصال و عمل الدواء.



شكل (13): الفصل بتقنية الديليزة.

و يمكن التحكم في حجم الثقوب الموجودة في الغشاء أثناء تصنيعه و ذلك بتحديد مدى او متوسط الأوزان الجزيئية للمواد التي يمكنها المرور خلال الغشاء (cutoff (MWCO) molecular-weight limits) أثناء عملية الديليزة. فمثلاً إذا ذكر على غشاء الديليزة هذه الشفرة (10kMWCO)، فهذا يعني بأن الغشاء عملياً لا يتيح لقاربة 90 % من الجزيئات التي تزيد أوزانها الجزيئية عن 10 kD (10 kilo Dalton)، أي 10,000 جرام لكل مول) بالمرور خلال ثقوب الغشاء. و بالتالي قيمة الـ MWCO للغشاء ليست مطلقة حيث يمكن للجزيئات التي تمتلك أوزان جزيئية في حدود هذه القيمة أن تنتشر خلال ثقوب الغشاء و لكن ببطء شديد مقارنة الجزيئات الصغيرة التي تمتلك أوزان جزيئية أقل من قيمة الـ MWCO.

و على الرغم من أن تقنية الفصل بأغشية الديليزة تبدو من الناحية العملية سهلة نسبياً عملياً، إلا أنه لا توجد خطوات عمل شاملة و ثابتة لكل تطبيقات الفصل نتيجة للمتغيرات التالية:

(1) حجم محلول العينة.

(2) حجم مذيب الديليزة (Dialysate) او المحلول المنظم المستخدم في الديليزة.

(3) مدى حجم الجزيئات المراد فصلها.

(4) نوع غشاء الديليزة و مدى نفاذيته.

(5) الشكل الهندسي للغشاء و الذي قد يؤثر على معدل الانتشار.

و بالتالي فإن تعزيز كفاءة الديليزة و تحديد نقطة نهاية الديليزة يخضع لإجراء العديد من الاختبارات الأولية. فقد وجد بأن حجم محلول العينة و حجم المذيب او المحلول المنظم هما من يحددان تركيز الاتزان للجزيئات الصغيرة بين جانبي الغشاء. و باستخدام حجم مناسب من مذيب الديليزة و زيادة عدد مرات التبديل لمذيب الديليزة يمكن التقليل من تركيز الشوائب الصغيرة في محلول العينة الى حد مهمل تقريباً. كما أن استخدام احجام صغيرة من محلول العينة يعزز من كفاءة الديليزة. فعلى سبيل المثال، عند ديليزة 1 mL من محلول العينة في 200 mL من مذيب الديليزة لمرة واحدة سوف يقلل من تركيز الشوائب في محلول العينة عند الاتزان الى 200 مرة مقارنة بتركيزها قبل الديليزة. و إذا تم تبديل نفس الحجم لمذيب الديليزة لمرتين متتاليتين، فإن تركيز الشوائب بذلك سوف يقل بمعامل $10^6 \times 8$ (أي 200 $\times 200$).

و في هذه التجربة سوف يتعلم الطالب اتجاه حركة الجزيئات المختلفة في اوزانها الجزيئية، الكبيرة منها كالنشاء و السكروز و الجزيئات الصغيرة كالماء و الجلوكوز و كلوريد الصوديوم و اليود عبر غشاء الديليزة. و سيختبر الطالب تأثير حجم محلول العينة و حجم مذيب الديليزة (الماء) و عدد مرات تغيير مذيب الديليزة على كفاءة الديليزة. كما سيقوم الطالب بتقنية النشاء في خليط منه مع شوائب من الجلوكوز و كلوريد الصوديوم.

■ مخرجات التعلم

بعد دراستك لهذه التجربة، يتوقع منك أن تكون قادراً على أن:

- 1 - تختبر العوامل المؤثرة على كفاءة تقنية الديليزة في فصل او تنقية المواد.
- 2 - تعيين الظروف المناسبة و الخطوات العملية المثلى في إجراء تجارب الديليزة.
- 3 - تطبق تقنية الديليزة عملياً لفصل او تنقية مكون واحد او أكثر في خليط ما تبعاً للفرق في احجامها الجزيئية (أوزانها الجزيئية).

الأدوات و الأجهزة المستخدمة:

- ❖ ميزان حساس
- ❖ حزمة اشربة طويلة من أنابيب أو أكياس الديلزة بقطر 20–30 mm
- ❖ مخبر زجاجي مدرج سعة 500 mL (عدد 3)
- ❖ رباط مطاطي
- ❖ خيوط قطنية
- ❖ قلم علامة
- ❖ ماصة مدرجة سعة 10 mL
- ❖ مخبر زجاجي مدرج سعة 50 mL
- ❖ ورق قياسي سعة 100 mL (عدد 3)
- ❖ أوراق تجفيف
- ❖ أنبوبة اختبار
- ❖ قمع
- ❖ كأس زجاجي سعته 500 mL
- ❖ ورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ❖ نشاء
- ❖ جلوكور $C_6H_{12}O_6$
- ❖ ملح كلوريد الصوديوم عالي النقاوة NaCl
- ❖ خليط المراد فصله (محلول مائي من النشاء و الجلوكوز و كلوريد الصوديوم)
- ❖ كاشف لوجول Lugol's reagent (محلول 5 % منه يحضر بخلط اليود I_2 5 w/v مع ملح يوديد البوتاسيوم 10 w/v KI في الماء المقطر)
- ❖ كاشف بندكت Benedict's reagent (يحضر بإذابة 100 g من كربونات الصوديوم اللامائية Na_2CO_3 و 173 g من سترات الصوديوم $Na_3C_6H_5O_9$ و 17.3 g من كبريتات النحاسيك المائية $CuSO_4 \cdot H_2O$ في الماء المقطر و يخفف الى حجم نهائي 1 L)
- ❖ نترات الصوديوم $AgNO_3$
- ❖ ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

❖ تقريباً لا توجد مخاطر من المواد الكيميائية المستخدمة في هذه التجربة. و مع ذلك يجب إتباع ارشادات الأمن و السلامة العامة عند التعامل معها.

خطوات العمل:

(1) حضر محاليل مائية لكل من النشاء و كلوريد الصوديوم و الجلوكوز بتركيز % 3 w/v (اذب 3 g من كل مادة في الماء المقطر و أكمل حتى العلامة في دورق سعته 100 mL. يجب غلي الماء عند تحضير محلول النشاء).

(2) اقطع ثلاثة اشربة من أنابيب الديلزة بطول 15 cm تقريباً. استخدم قلم العلامة لترقيم الأنابيب بالأحرف اللاتينية الصغيرة (a) و (b) و (c)، ثم اغلق احد طرفي كل أنبوبة إما بثنيتها و ربطها او اغلقها بالرباط المطاطي بإحكام. املا الأنابيب الثلاث بـ 20 mL من كل محلول قمت بتحضيرها في الخطوة (1) و كما هو مبين في الجدول التالي. بعد ذلك اغلق الطرف الاخر ثم اربط احد طرفي الأنبوبة بخيط قطني طويل نسبياً.

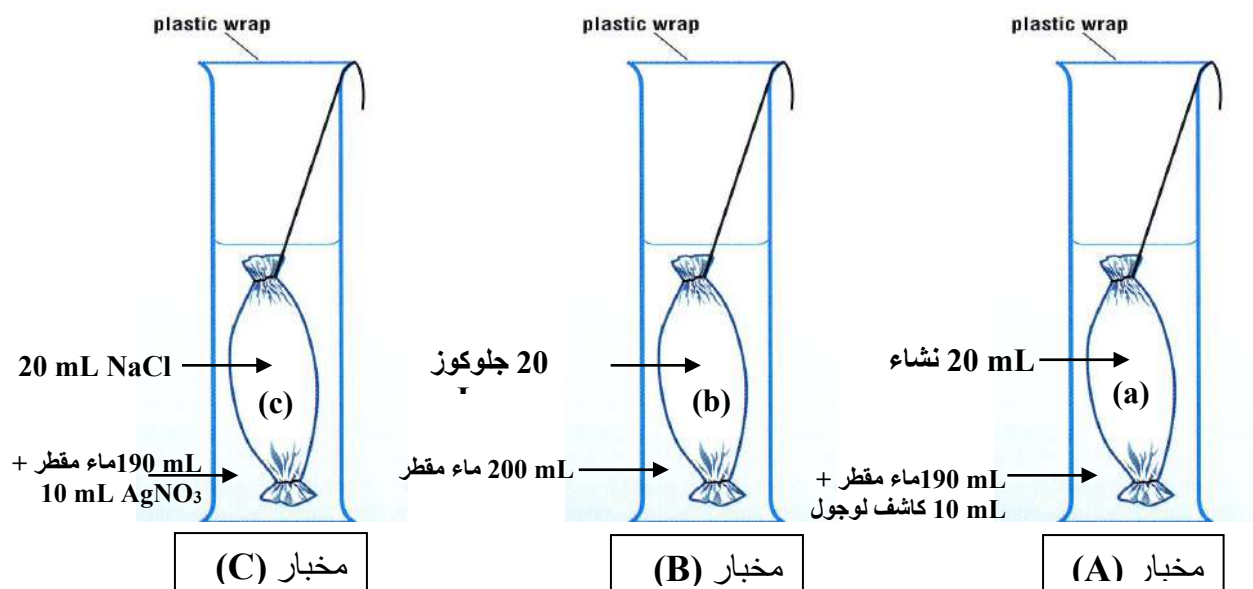
رقم الأنبوبة	(a)	(b)	(c)
نوع المحلول	محلول النشاء 20 mL من	محلول الجلوكوز 20 mL من	محلول كلوريد الصوديوم 20 mL من

(3) اضع الماء المقطر الى ثلاثة مخابر مدرجة كبيرة و مرقمة بالأحرف اللاتينية الكبيرة (A) و (B) و (C). لاحظ أن محلول اليود (كاشف لوجول) يضاف للمخبار (A) و محلول نترات الفضة للمخبار (C)، كما في الجدول أدناه.

رقم المخبار	(A)	(B)	(C)
كاشف لوجول	10 mL	_____	_____
محلول نترات الفضة AgNO ₃ (1 w/v %)	_____	_____	10 mL
ماء مقطر	190 mL	200 mL	190 mL

(4) اغمر أنابيب الديلزة الثلاث تماماً في السائل الموجود في المخابر المدرجة، بحيث يكون رقم الأنبوبة متماشياً مع رقم المخبار (أي الأنبوبة (a) في المخبار (A) و هكذا)، انظر الشكل

(14). اترك الأنابيب مغمورة لمدة ساعة لإتمام الديليزة و إحراز الاتزان. ماذا تلاحظ من تغيرات في المحاليل داخل و خارج أنابيب الديليزة الثلاث.



شكل (14): التجهيزات العملية لأجراء الديليزة في المختبر

(5) بعد مرور ساعة، اخرج الأنابيب و جففها بأوراق التجفيف، ثم قس حجم المحلول داخلها.

أيضاً قم بقياس حجم المحاليل المتبقية في كل مخبر مدرج.

(6) انقل بالماصة 10 mL من المحلول الموجود في المخبر (B) الى أنبوبة اختبار تحتوي على

5 mL من كاشف بندكت. سخن أنبوبة الاختبار بلطف على اللهب. ما الذي تلاحظه؟ و على

ما يدل؟

(7) كما في السابق حضر في ثلاث أنابيب ديليزة المحاليل التالية:

رقم الأنبوبة	(i)	(ii)	(iii)
محلول النشاء	9 mL	18 mL	27 mL
كاشف لوجول	1 mL	2 mL	3 mL

(8) اغمر كل أنبوبة ديليزة في مخبر مدرج يحتوي على 200 mL من الماء المقطر و لمدة 20

دقيقة. كرر هذه الخطوة عدة مرات مع تغيير الماء المقطر كل 20 دقيقة حتى يزول لون

الكاشف. دون عدد المرات التي غيرت فيها الماء المقطر في حالة كل أنبوبة.

(9) أيضاً حضر في ثلاث أنابيب ديلزة، بحيث تحتوي كل أنبوبة على 18 mL من محلول النشاء و 2 mL من كاشف لوجول. اغمر كل أنبوبة في مخبر مدرج يحتوي على احجام مختلفة من الماء المقطر كما هو موضح في الجدول أدناه و لمدة 20 دقيقة. كرر هذه الخطوة عدة مرات مع تغيير الماء المقطر كل 20 دقيقة و بنفس الحجم السابق حتى يزول لون الكاشف. دون عدد المرات التي غيرت فيها الماء المقطر في كل حالة.

رقم المخبر	(I)	(II)	(III)
حجم الماء المقطر	100 mL	200 mL	400 mL

(10) انقل في أنبوبة ديلزة جديدة 20 mL من الخليط المراد فصله. اغلق الأنبوبة جيداً ثم اغمرها في مخبر مدرج يحتوي على 200 mL من الماء المقطر و لمدة 20 دقيقة. اجري كشف نترات الفضة و اختبار بندكت على الماء في المخبر المدرج. كرر هذه الخطوة عدة مرات مع تغيير الماء المقطر كل 20 دقيقة حتى يعطيان كشف نترات الفضة و اختبار بندكت نتائج سلبية. دون عدد المرات التي غيرت فيها الماء المقطر.

(11) في مخبر مدرج يحتوي على 200 mL من الماء المقطر و لمدة 20 دقيقة. كرر هذه الخطوة عدة مرات مع تغيير الماء المقطر كل 20 دقيقة حتى يزول لون الكاشف. دون عدد المرات التي غيرت فيها الماء المقطر في حالة كل أنبوبة.

رقم الأنبوبة	(i)	(ii)	(iii)
محلول النشاء	9 mL	18 mL	27 mL
كاشف لوجول	1 mL	2 mL	3 mL

(12) اغمر كل أنبوبة ديلزة في مخبر مدرج يحتوي على 200 mL من الماء المقطر و لمدة 20 دقيقة. كرر هذه الخطوة عدة مرات مع تغيير الماء المقطر كل 20 دقيقة حتى يزول لون الكاشف. دون عدد المرات التي غيرت فيها الماء المقطر في حالة كل أنبوبة.

(13) اغسل يديك جيداً بعد أن تنتهي من إجراء التجربة.

(14) دون كل ملاحظاتك في الجدول و اجري جميع الحسابات المطلوبة.

التقرير العملي:

أسم الطالب :-..... اسماء الطلبة المشاركين :- (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن :- من..... الى..... اليوم و التاريخ :-.....(...../...../20.....)	(1) المعلومات الشخصية Identification		
إختبار كفاءة الديلزة و فصل خليط من ثلاثة مكونات بأحجام جزيئية مختلفة بواسطة أغشية الديلزة.	(2) عنوان التجربة Title of Experiment		
	(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose		
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations			
دون ملاحظتك، ثم أجري الحسابات المطلوبة في كل من الحالات التالية: (1) اختلاف محتويات أنابيب الديلزة الثلاث (a) و (b) و (c).			
(c)	(b)	(a)	رقم أنبوبة الديلزة محتويات الأنبوبة
(C)	(B)	(A)	رقم المخبر المدرج محتويات المخبر المدرج اسم الإختبار (او الكاشف) الملاحظة

(2) اختلاف حجم العينة أنابيب الديلزة الثلاث (i) و (ii) و (iii).

رقم أنبوبة/الديلزة	(i)	(ii)	(iii)
حجم محلول النشاء (3 w/v%)			
حجم كاشف لوجول (5 w/v%)			
الحجم الكلي لمحلول العينة			
تركيز النشاء في محلول العينة			
تركيز اليود في محلول العينة			
رقم المخبر المدرج			
حجم الماء المقطر في المخبر المدرج			
عدد مرات تغيير الماء المقطر			

(3) اختلاف حجم مذيب الديلزة (الماء المقطر) في المخابر الثلاثة (I) و (II) و (III).

رقم المخبر المدرج	(I)	(II)	(III)
حجم الماء المقطر في المخبر المدرج			
الحجم الكلي لمحلول العينة في كل أنبوبة			
عدد مرات تغيير الماء المقطر			

(4) ديلزة خليط العينة (نشاء + جلوكوز + NaCl).

	الحجم الكلي لمحلول العينة
	حجم الماء المقطر في المخبر المدرج
	عدد مرات تغيير الماء المقطر حتى الوصول الى نتيجة سلبية مع إختبار $AgNO_3$
	عدد مرات تغيير الماء المقطر حتى الوصول الى نتيجة سلبية مع كاشف بندكت

(5) المناقشة Discussion
ركز في مناقشتك على (أ) تحديد اتجاه انتشار الجزيئات عبر غشاء الديليزة و (ب) تأثير حجم محلول العينة و حجم مذيب الديليزة على كفاءة الفصل و (ج) علق أيضا على نتائج ديليزة خليط العينة المراد فصله.
(6) الاستنتاج Conclusion
(7) الأسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions
(1) ما الفرق الجوهرى بين الديليزة و الإسموزية ؟

(2) خليط يتألف من هذه المكونات (ماء- سكروز - جلسرول - KCl - DNA - يوريا- بروتين- H_2S - حمض خليك). رتب خروج جزيئات هذه المكونات عبر غشاء شبه منفذ ($MWCO = 1kDa$) بحسب زيادة سرعة انتشارها عند ديلزة عينة من هذا الخليط في الماء المقطر. وضح أي من هذه المكونات سوف يبقى داخل أنبوبة الديلزة عند الاتزان. و لماذا؟

(3) على ضوء ما تعلمته من هذه التجربة، وضح كيف استغلت ظاهرة الديلزة في العلاج الطبي لمرضى الفشل الكلوي.

المراجع

- [1] P. W. Atkins, (2002), Physical Chemistry, Oxford University Press, 7th Ed. (with Julio de Paula).
- [2] R. Stephen Berry, Stuart A. Rice, and John Ross, (2000), Physical Chemistry, Oxford University Press, 2nd Ed.
- [3] D. Harvey, (2000), Modern Analytical Chemistry, McGraw Hill.
- [4] V. Williamson, L. Peck, (2009), Experiments in General Chemistry: Inquiry and Skill Building, Australia, Brooks/Cole, Cengage Learning.
- [5] V. Williamson and L. Peck (2009), Experiments in General Chemistry: Inquiry and Skill Building, Books/Cole, USA.
- [6] J. Burgess, (1998) Ions in Solution: Basic Principles of Chemical Interactions, Chichester, John Wiley & Sons.
- [7] D. A. Ucko, (1982), Basics of Chemistry, New York, Academic Press, Inc.
- [8] J.D. Brady, (2000), General Chemistry Principles & Structures, Seventh Edition, New York, John Wiley & Sons.
- [9] W.S. Warren, (2001), The Physical Basis of Chemistry, Second Edition, Princeton, Harcourt Academic Press.

- [10] Mojca Slemnik, (2011), Experiments in Physical Chemistry; Poskusi v fizikalni kemiji–, zbrano gradivo za tuje študente, Maribor, marec.
(<http://atom.uni-mb.si/stud/egradiva.php>).
- [11] R. Myers, (2003), The Basics of Chemistry, London, Boston, Greenwood Press.
- [12] G.D. Christian, (1994), Analytical Chemistry, 5th edition, John Wiley & Sons, Inc, International edition.
- [13] G.H. Jeffrey, (1989), J. Bassett, J. Mendham, R.C. Denney: Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis, 5th edition, Longman Scientific & Technical.
- [14] D.A. Skoog, D.M. West and F.J. Holler, (1994), Analytical Chemistry – An Introduction, Saunders College Publishing 6th edition, International edition.
- [15] إبراهيم زامل الزامل ، محمد عبد العزيز الحجاجي ، سعيد عبد العزيز الطمرة و محمود محمد بان (1419هـ) ، الكيمياء التحليلية (التحليل الحجمي و الوزني) ، الطبعة الثالثة ، دار الخريجي للنشر و التوزيع.
- [16] عوض الحصادي ، سهل النقاش ، بدر الدين ابراهيم أحمد ، عبد المنعم عبد الرؤوف ، محمد المختار عبد العزيز و مرعي العجيلي، (1994 م) ، الأساس النظري و العملي لتحليل النوعي، الطبعة الأولى، جامعة قار يونس، بنغازي.
- [17] إبراهيم زامل الزامل ، (1998 م)، الكيمياء التحليلية – التحليل الحجمي ، الطبعة الثالثة ، دار الخريجي للنشر و التوزيع.

الملحقات

ملحق (أ): تكبير و تصغير الكميات الفيزيائية:

الاسم Name	الرمز symbol	الصورة الأسية 10^n	الصورة العشرية Decimal
yotta	Y	10^{24}	1000000000000000000000000
zetta	Z	10^{21}	1000000000000000000000000
exa	E	10^{18}	1000000000000000000000000
peta	P	10^{15}	1000000000000000000000000
tera	T	10^{12}	1000000000000000000000000
giga	G	10^9	1000000000000000000000000
mega	M	10^6	1000000000000000000000000
kilo	K	10^3	1000
hecto	H	10^2	100
deca	Da	10^1	10
deci	D	10^{-1}	0.1
centi	C	10^{-2}	0.01
Milli	M	10^{-3}	0.001
micro	M	10^{-6}	0.000001
nano	N	10^{-9}	0.000000001
pico	P	10^{-12}	0.000000000001
femto	F	10^{-15}	0.000000000000001
atto	A	10^{-18}	0.000000000000000001
zepto	Z	10^{-21}	0.000000000000000000001
yocto	Y	10^{-24}	0.000000000000000000000001

ملحق (ب): التحويل بين الكميات القياس.

(1) التحويل بين وحدات الطول.

العلاقة بالوحدة الدولية Relation to SI Units	الرمز symbol	اسم الوحدة Name unit
$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$	$\text{\AA}$	أنجستروم Angstrom
$\text{ft} = 0.304799735 \text{ m}$	ft	قدم foot
$\text{in} = 0.0254 \text{ m}$	in	بوصة Inch
$\text{mi} = 1609.347219 \text{ m}$	mi	ميل Mile

(2) التحويل بين وحدات الحجم.

العلاقة بالوحدة الدولية Relation to SI Units	الرمز symbol	اسم الوحدة Name unit
$1 \text{ L} = 0.001 \text{ m}^3 = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$	L	لتر Litre
$\text{gal} = 4.404 883 770 86 \times 10^{-3} \text{ m}^3$	gal	جالون gallon
$\text{fl oz} = 28.413 0625 \times 10^{-6} \text{ m}^3$	fl oz	أونصة حجمية ounce (fluid imperial)
$\text{bl (imp)} = 0.163 659 24 \text{ m}^3$	bl (imp)	بوميل barrel (imperial)

(3) التحويل بين وحدات الوزن.

العلاقة بالوحدة الدولية Relation to SI Units	الرمز symbol	اسم الوحدة Name unit
$\text{amu or u} = 1.660 538 73 \times 10^{-27} \text{ kg}$	amu or u	وحدة كتلة ذرية Atomic mass unit
$\text{Da} = \text{amu} = 1.660 538 73 \times 10^{-27} \text{ kg}$	Da	دالتون Dalton
$\text{oz} = 28 \text{ g} = 0.028 \text{ kg}$	oz	أونصة وزنية ounce (US)
$\text{bl} = 0.45359237 \text{ kg}$	bl	رطل Pound
$\text{tn} = 1000 \text{ kg}$	tn	طن Tone

(4) التحويل بين وحدات الضغط.

العلاقة بالوحدة الدولية Relation to SI Units	الرمز symbol	اسم الوحدة Name unit
$\text{atm} = 101 325 \text{ Pa} (\text{Pa} = \text{N m}^{-2})$	atm	ضغط جو Atmosphere
$\text{bar} = 10^5 \text{ Pa}$	bar	بار Bar
$\text{torr} = 133.322 4 \text{ Pa}$	torr	تور Torr
$\text{mmHg} = 133.322 4 \text{ Pa}$	mmHg	ملليمتر زئبقي millimetre of mercury

(5) التحويل بين وحدات الطاقة.

العلاقة بالوحدة الدولية Relation to SI Units	الرمز symbol	اسم الوحدة Name unit
cal = 4.184 J (Joule = N m)	cal	كالوري Calorie
eV = 1.602×10^{-19} J	eV	إلكترون فولت electronvolt
erg = 10^{-7} J	erg	إرج erg
VC = 1 J	VC	فولت كولوم Volt-Coulomb

ملحق (ج): قيم أهم الثوابت الفيزيوكيميائية.

قيمة الثابت بالوحدة الدولية Value of constant in SI Units	الرمز symbol	اسم الثابت Constant
$c = 2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$	c	سرعة الضوء Speed of light
$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	N_A	عدد أفوجادرو Avogadro's number
$h = 6.6262 \times 10^{-34} \text{ Js}$	h	ثابت بلانك Plank's Constant
$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$	k_B	ملليمتري زئبقي Boltzmann's constant
$R = 8.314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$	R	ثابت الغاز Gas constant
$F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$	F	ثابت فراداي Faraday's constant
$e = 1.6022 \times 10^{-19} \text{ C}$	e	الشحنة Elementary charge
$\epsilon_o = 8.85419 \times 10^{-12} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^{-3} \text{ s}^4 \text{ A}^2$	ϵ_o	سماحية الفراغ Permittivity of a vacuum
$g = 981 \text{ m s}^{-2}$	g	عجلة الجاذبية الأرضية Gravity acceleration

ملحق (د): طرق التعبير عن تركيز المحاليل.

الحساب Calculation	وحدة التركيز Conc. unit	اسم الطريقة Conc. Express
$\therefore M = \frac{Wt(s)_g}{MW} \times \frac{1000}{V_{ml}}$	mol L ⁻¹	المولارية Molarity (M)
$\therefore N = \frac{Wt(s)_g}{EW} \times \frac{1000}{V_{ml}}$	g. equi L ⁻¹	العيارية Normality (N)
$\therefore m = \frac{Wt(s)_g}{MW} \times \frac{1000}{Wt(sol)_g}$	mol kg ⁻¹	المولالية Molality (m)
$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C + \dots}$	بدون	الكسر المولي Mole fraction (X)
$(\% w/w) = \frac{Wt(s)_g}{Wt(sln)_g} \times 100$	جرام من المذاب لكل 100 g من المحلول	النسبة المئوية الوزنية Weight- to- weight percent (% w/w)
$(\% V/V) = \frac{V(s)_ml}{V(sln)_ml} \times 100$	مليلتر من المذاب لكل 100 mL من المحلول	النسبة المئوية الحجمية Volume- to- volume percent (% V/V)
$(\% w/V) = \frac{Wt(s)_g}{V(sln)_ml} \times 100$	جرام من المذاب لكل 100 mL من المحلول	النسبة المئوية وزن الى حجم Weight- to- volume percent (% w/V)
$(C_{ppm}) = \frac{Wt(s)_g}{Wt(sln)_g} \times 10^6 = \frac{Wt(s)_g}{V(sln)_ml} \times 10^6$	ميكروجرام من المذاب لكل kg او L من المحلول	الجزء من مليون Parts per million (C _{ppm})
$Parts\ per\ billion (C_{ppb}) = \frac{Wt(s)_g}{Wt(sln)_g} \times 10^9 = \frac{Wt(s)_g}{V(sln)_ml} \times 10^9$	نانوجرام من المذاب لكل kg او L من المحلول	الجزء من بليون Parts per billion (C _{ppb})

Wt(s)_g (وزن المذاب بالجرام) - Wt(sln)_g (وزن المحلول بالجرام) - V(sln)_{ml} (حجم المحلول بالمليلتر) - n -
(عدد المولات) - MW (الوزن الجزيئي) - EW (الوزن المكافئ).

ملحق (هـ): التحويل بين التركيز المولاري (M) و بعض وحدات تراكيز المحاليل.

العلاقة Relation	الحساب Calculation
M- N	$\therefore N = n_{eq} \times M$
M- C _{ppm}	$C_{ppm} = M \times MW \times 1000$
M- C _{ppb}	$C_{ppb} = M \times MW \times 10^6$
M- %w/w	$M = \frac{\% w/w}{MW} \times d \times 10$
M- %w/V	$M = \frac{\% w/V}{MW} \times 10$

n_{eq} (تكافؤ المادة و يمكن الحصول عليه من المعادلة الموزونة للتفاعل الذي تشترك فيه هذه المادة)

ملحق (هـ): حساب الأس الهيدروجيني للأحماض و القواعد القوية و الضعيفة احادية البروتون و المحاليل المنظمة.

نوع المحلول Solution	الحساب Calculation
Strong acids	$pH = -\log[H^+] = -\log(n \times C_{acid})$
Weak acids	$pH = -\log[H^+] = -\frac{1}{2} \log K_a - \frac{1}{2} \log C_{acid}$
Strong bases	$pH = -\log[H^+] = 14 + \log[OH^-] = 14 + \log(n \times C_{base})$
Weak bases	$pH = 14 + \log[OH^-] = 14 + \frac{1}{2} \log K_b + \frac{1}{2} \log C_{base}$
Acidic buffers	$pH = -\log K_a + \log \frac{C_{salt}}{C_{acid}}$
Basic buffers	$pH = 14 + \log K_b - \log \frac{C_{salt}}{C_{base}}$

n (عدد البوتونات التي يفقدها الحمض او تكتسبها القاعدة) -C (التركيز المولاري للحمض او القاعدة او الملح)

ملحق (و): ثابت تفكك الأحماض و القواعد الضعيفة.

K_b	اسم و صيغة القاعدة Base name & formula	K_a	اسم و صيغة الحمض Acid name & formula
1.8×10^{-5}	NH_4OH هيدروكسيد الأمونيوم	1.75×10^{-5}	$C_2H_4O_2$ حمض الخليك
3.38×10^{-10}	C_6H_7N أنيلين	6.30×10^{-5}	$C_7H_6O_2$ حمض البنزويك
5.6×10^{-4}	C_2H_7N إيثيل أمين	1.77×10^{-4}	$C_2H_2O_2$ حمض الفورميك
3.0×10^{-6}	N_2H_4 هيدرازين	6.5×10^{-2} K_{a1}	$C_2H_2O_4$ حمض الأوكساليك
		6.1×10^{-5} K_{a2}	
1.26×10^{-3}	$C_4H_{11}N$ ثنائي إيثيل أمين	1.06×10^{-3}	$C_7H_6O_3$ حمض السليسيليك
5.12×10^{-4}	C_2H_7N ثنائي إيثيل أمين	8.7×10^{-4} K_{a1}	$C_6H_8O_7$ حمض السترك
		$1. \times 10^{-5} K_{a2}$	
		$4 \times 10^{-6} K_{a3}$	

ملحق (ي): الأدلة اللونية للمعايرة.

(1) أدلة الأحماض و القواعد.

اسم الدليل Indicator	لون الصورة الحامضية Acidic color	لون الصورة القاعدية Basic color	مدى الدليل pH range
فينولفثالين (phph)	عديم اللون	أحمر	8.3 – 10
الميثيل برتقالي (MO)	أحمر	برتقالي	3.1 – 4.4
أزرق بروموفينول (BPB)	أصفر	أزرق	3.0 – 4.6
أحمر الكانجو (CR)	أزرق	أحمر	3.0 – 5.0
الميثيل الأحمر (MR)	أحمر	أصفر	4.2 – 6.3

(2) أدلة الأكسدة و الاختزال.

اسم الدليل Indicator	لون الصورة المؤكسدة Oxidized color	لون الصورة المختزلة Reduced color	جهد الاختزال القياسي للدليل $E^{\circ} (V)$
ثنائي فينيل حمض السلفونيك (DSA)	أزرق – بنفسجي	عديم اللون	0.85
الفيروين (ferroin)	أزرق فاتح	أحمر	1.147
ثنائي فينيل أمين (DPA)	بنفسجي	عديم اللون	0.75
الميثيلين الأزرق (MB)	أزرق	عديم اللون	0.53

(3) الأدلة المكونة لمعقدات لونية.

اسم الدليل Indicator	مدى الـ pH المناسب لعمل الدليل Useful pH range	الفلزات الأيونية التي يمكن تقديرها Used for the following metal ions
أبروكروم بلاك – تي (EBT)	7.5 – 10.5	Ba, Ca, Mg, Zn
ميروكسيد (murexide)	6 – 13	Ca, Ni, Cu
بي آي ان (PAN)	2 – 11	Cd, Cu, Zn
حمض السيليسليك (SA)	2 – 3	Fe

ملحق (ز): درجة الحرارة الحرجة و التركيب الحرج لبعض أزواج السوائل جزئية الامتزاج.

زوج السائل Liquid pair	درجة الحرارة الحرجة $T_c (^{\circ}C)$	التركيب الحرج $X_c (w/w \%)$
ماء – فينول	65.9	66 %
ميثانول – هكسان حلقي	49.2	29 %
ماء – نيكوتين	(أعلى) 208 & (أدنى) 60.8	—
جلسرول – ميتا تولويدين	(أعلى) 120 & (أدنى) 6.7	—

ملحق (س): قيم نقطة الانصهار (m.p.) و نقطة الغليان (b.p.) و الكثافة عند درجة حرارة الغرفة (ρ) لأهم المركبات.

ρ (g cm ⁻³)	b.p. (°C)	m.p. (°C)	اسم المركب و صيغته Compound & its formula
0.998	100	0	H ₂ O الماء
1.056	285	81	C ₈ H ₈ O ₃ فانيلين
1.443	200	158.6	C ₇ H ₆ O ₃ حمض السليسيليك
1.020	201.9	35.5	C ₇ H ₈ O بارا- كريسول
1.100	278	95	C ₁₀ H ₈ O ألفا- نفثول
—	122	53	C ₃ H ₆ O ₃ L-حمض اللاكتيك
1.110	305.4	48.5	C ₁₃ H ₁₀ O بنزوفينون
1.070	195	50	C ₈ H ₈ O ₂ خلات الفينيل
1.025	217.7	80.1	C ₁₀ H ₈ نفتالين
1.070	182.2	40.8	C ₆ H ₆ O فينول
0.988	115.5	41.8	C ₅ H ₅ N بيريدين
1.502	156.2	30.6	C ₆ H ₅ Br بروموبنزين
1.007	282.5	45	C ₁₂ H ₂₄ O ₂ حمض اللوريك
0.852	271.5	63	C ₁₆ H ₃₂ O ₂ حمض البلمتيك
0.941	361	63	C ₁₆ H ₃₂ O ₂ حمض الأستيريك
0.782	219	31.4	C ₂₀ H ₄₀ O ₂ حمض الكبريك

ملحق (ص): الجدول الدوري الحديث.

Atomic number, Z																	
Element symbol																	
Relative atomic mass, A_r																	
1	18																
1	2															17	18
1	He															9	He
3	Ne															10	Ne
11	Be															16	Ne
11	Mg															17	Ar
19	K															35	Kr
37	Rb															53	Xe
55	Cs															85	Rn
87	Fr															210	At
223	Ra															210	Po
																210	Bi
																210	Pb
																210	Tl
																210	Sn
																210	Sb
																210	Te
																210	I
																210	Xe
																210	131.30
																210	86
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222
																210	222



نبذة عن الكتاب

يعد هذا الدليل إضافة علمية رصينة منبثقة من رحاب جامعة السعيد بتعز، ليكون رافداً أساسياً في مسيرة التعليم الأكاديمي والتدريب المعملية المتميز. تم اختيار وتصميم اثنتي عشرة تجربة معملية بعناية فائقة لتغطي الركائز الأساسية للكيمياء التحليلية والفيزيائية وتطبيقاتهما الحديثة. كما يعين هذا الدليل الطالب على صياغة التقارير العملية بطريقة أكاديمية منظمة تفصح عن نتائج تجاربه بدقة وموضوعية.

About the Book

This manual is a valuable scientific contribution from Al-Saeed University in Taiz, serving as a fundamental resource for academic education and outstanding laboratory training. Twelve carefully selected and designed laboratory experiments cover the core principles of analytical and physical chemistry and their modern applications. Furthermore, this manual enables students to write well-organized and academically sound reports that accurately and objectively present their experimental results.

حقوق الطبع محفوظة لدى دار السعيد للطباعة والنشر - جامعة السعيد، تعز - اليمن.

Copyrights Preserved at Al-Saeed Printing & Publishing House, Al-Saeed University, Taiz - Yemen



967-1266-2-4262-4

سلسلة الكتب والمناهج الأكاديمية