جامعة السعيد

دار السعيد للطباعة والنشر SPPH

دليل التجارب المعملية في الكيمياء العامة

LABORATORY MANUAL OF GENERAL CHEMISTRY

إعداد وتأليف:

نيازي عبد المولى سلام العريقي

أحلام عبد الوهاب العلس

سامي النقيب

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

الطبعة الأولى - 2026م

دار السعيد للطباعة والنشر – جامعة السعيد، تعز – اليمن

Al-Saeed University

Taiz - Yemen

دليل التجارب المعملية في الكيمياء العامة

Laboratory Manual of General Chemistry

نيازي عبد المولى سلام العريقي
أحلام عبد الوهاب العلس
سامي النقيب

الطبعة الأولى

حقوق الطبع محفوظة @ دار جامعة السعيد للطباعة والنشر

تعز (2026)

الفهـــــــرس

	رقم الصفحة
كلمة المؤلفين	1
قواعد وقوانين العمل في مختبر الكيمياء	2
إرشادات السلامة في مختبر الكيمياء	3
الإجراءات اللازم إتباعها في حالة الحرائق	4
طلـــــب إ قرار شخصي	5
الاستعدادات لتنفيذ الدروس العملية	6
تنفيذ التجارب العملية	
(1) التمهيد لإجراء التجربة	10
(2) قائمة الفحص في المختبر	10
إرشادات في كتابة التقارير العملية	14
التجارب العملية	
الطرق العامة للكشف عن الشقوق القاعدية في أملاحها البسيطة	16
التجربة (1): الكشف عن الشقوق القاعدية لبعض الاملاح البسيطة ـ اعداد مخطط التحليل الوصفي للشقوق Zn^{2+}, Ca^{2+}, Cu^{2+}, Al^{3+}, Co^{2+}	33
الطرق العامة للكشف عن الشقوق الحامضية في أملاحها البسيطة	40
التجربة (2): الكشف عن الشقوق الحامضية لبعض الاملاح البسيطة ـ اعداد مخطط التحليل الوصفي للشقوق SO_4^{2-}, Cl^-, HCO_3^-	48
التجربة (3): تحضير محاليل قياسية (صلب – سائل) و (سائل ـ سائل) و ضبط تركيز و التعبير عنها بالوحدات المختلفة	54
التجربة (4): تحضير محاليل مائية من احماض و قواعد قوية و ضعيفة و قياس التغيير في الأس الهيدروجيني لها	63
التجربة (5): دراسة في التأثير النوعي للأس الهيدروجيني (pH) على ذوبانية بعض الرواسب (مثل CaC_2O_4, $Ba_3(PO_4)_2$)	72
التجربة (6): تقدير نقطة انصهار بعض المواد الصلبة عند الضغط الجوي المعتاد	82
التجربة (7): تعيين الوزن الجزيئي لمادة ما قابلة للتطاير في حالتها السائلة (مثل المركبات العضوية السائلة)	91
التجربة (8): دراسة العوامل المؤثرة على سرعة التفاعلات الكيميائية	99
التجربة (9): الكشف عن الاحماض الكربوكسيلية الاليفاتية الشائعة (مثل: حمض الخليك – حمض الاوكساليك – حمض الطرطريك – حمض الستريك... الخ)	110
التجربة (10):الكشف عن الاحماض الكربوكسيلية الاروماتية الشائعة (مثل: حمض البنزويك – حمض السليسليك – حمض الفيثاليك... الخ)	119
التجربة (11): الكشف عن الفينولات الشائعة (مثل: الفينول – اورثو كريسول – بارا كريسول – ريزورسينول – الفا نفثول – بيتا نفثول... الخ)	127
المـــــراجع	137

كلمة المؤلفين

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي علم بالقلم، علم الإنسان ما لم يعلم، والصلاة والسلام على معلم البشرية الخير، وعلى آله وصحبه أجمعين.

يسعدنا أن نضع بين أيدي أبنائنا الطلبة والباحثين في رحاب قسم الكيمياء هذا "**الدليل للمختبر في الكيمياء العامة**"، والذي يأتي ثمرة جهد أكاديمي يسعى لردم الفجوة بين المعارف النظرية والتطبيقات العملية. إن الكيمياء، بوصفها علماً تجريبياً في المقام الأول، لا تكتمل صورتها في ذهن المتعلم إلا من خلال المشاهدة المباشرة، والممارسة الفعلية داخل المختبر، حيث تتحول الرموز والمعادلات إلى نتائج ملموسة وحقائق واقعية.

لقد حرصنا في إعداد هذا الدليل على تقديم منهجية علمية متدرجة تبدأ من غرس قيم السلامة المهنية والانضباط المعملي كأولوية قصوى، مررنا خلالها بقواعد العمل وإرشادات السلامة وإجراءات الطوارئ، لضمان بيئة تعليمية آمنة ومثمرة.

يتميز هذا الكتاب بشموله لعدة جوانب حيوية في الكيمياء العامة، بدءاً من طرق الكشف الوصفي عن الشقوق القاعدية والحامضية، وصولاً إلى تعيين الأوزان الجزيئية ودراسة العوامل المؤثرة على سرعة التفاعلات، مع التركيز على إكساب الطالب مهارات كتابة التقارير العلمية الرصينة وتحليل البيانات بدقة ومنهجية.

إن هدفنا الأسمى من هذا العمل ليس مجرد سرد خطوات التجارب، بل تحفيز التفكير التحليلي لدى الطالب، وتمكينه من فهم "لماذا" و "كيف" تحدث التفاعلات، وتطوير قدرته على صياغة الاستنتاجات العلمية المبنية على الدليل.

ختاماً، نأمل أن يكون هذا الدليل رفيقاً نافعاً للطلبة في مسيرتهم العلمية، ونبراساً يعينهم على فهم أعمق لجماليات علم الكيمياء وأسراره. ونسأل الله العلي القدير أن يوفقنا جميعاً لما فيه خير العلم والوطن.

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 الطلاب الحضور إلى المختبر قبل الموعد المحدد بعشر دقائق و قد 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 مسرحا 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 الطلاب ارتداء 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 إلى 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 إلى 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 جيدا.

(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 اقل مايمكن (كأن تكون في خزانة شفط الغازات، وباستخدام الكمامات).

(9) انقل الكمية التي تريدها من العبوة ، بحيث تضمن عدم اتصالها مع الجلد (أي باستخدام القفازات).

(10) انقل الكمية التي تريدها من العبوة بحيث تضمن عدم وصل أي شيء منها إلى العين (البس النظارات).

(11) تجنب استعمال أو لمس الأدوات الملوثة بالكيماويات.

(12) يجب أن لا تستخدم القفازات الملوثة اثناء استعمال الأدوات المكتبية و لرد على الهاتف او ما شابه ذلك.

(13) استعمل قفازات نظيفة دائما

(14) اقفل العبوة جيداً بعد الانتهاء من استعمالها.

(15) لا تأكل او تشرب داخل المختبر.

(16) اغسل يديك دائماً بعد الإنتهاء من تنفيذ الانشطة العملية .

(17) أبق المساحات التي تعمل فيها أو عليها نظيفة ومرتبة دائما.

(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 انما في عبوات خاصة خارجية للتخلص منها بالطريقة المناسبة ، بحسب الارشادات 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 اللازم إتباعها في حالة الحرائق

Precautional Orders in Event of Fire

(1) يجب على جميع الطلبة إيقاف التجارب مباشرة .

(2) قدر الامكان حاول فصل الاجهزة و غلق مفاتيح الكهرباء وصمامات الغاز القريبة منك .

(3) استخدم جرس الانذار من أجل تنبيه الأخرين و طلب المساعدة من فريق إخماد الحرائق في

(4) الاستعداد لإخلاء المختبر (إذا لزم الأمر) إلى اماكن لا تصل اليه اللسنة اللهب .

❖ طلـــــب إ قرار شخصي

Acknowledgement Form

بســـــــــم الله الرحـــــــمن الرحيـــــــم

الجامعة :.....

الكلية : .....

القسم : .....

طلـــــب إ قرار شخصي

أنا الطالب / الطالبة :..... في المستوى :..... و احمل رقم قيد :..... أقر بأني على اطلاع 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 أتحاذ عقوبات أكاديمية تبعا لما هو مشار اليها في تلك الوثيقتين.

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

***التوقيع* :.....**

***التاريخ* :.....**

❖ الاستعدادات لتنفيذ الدروس العملية

Arrangements for Laboratory Sessions

(1) تاريخ و مواعيد الدروس العملية **Dates and Times for Practical Sessions**	• تحدد مواعيد الدروس العملية بحسب الجدول الذي يصدر من القسم للفصل الدراسي الأول من كل عام . • كما سيعلن مع ذلك تقسيم المجموعات العملية و قوائم أسماء الطلبة في كل مجموعة.
(2) الحضور Attendance	• يجب على جميع الطلاب الحضور إلى 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 إلى نهاية و سيحرم من دخول الاختبار النهائي و سيعتبر بذلك راسبا في المقرر العملي .
(3) اللبس Dress	• يجب على الطالب ارتداء معطف المختبر الأبيض و النظارات الواقية طوال وجوده داخل المختبر . • يمنع ارتداء الأحذية المفتوحة (كالصندل او الشبشاب) و النظارات الشمسية وأغطية الرأس (كالقبعة او المشدة ...الخ) .
(4) الحوادث Accidents	• يجب أن يبلغ عضو هيئة التدريس المشرف مباشرا 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 إلى نهاية و سيحرم من دخول الاختبار النهائي و سيعتبر بذلك راسبا في المقرر العملي .

(5) حوادث الكسر **Breakages**	• يجب أن يبلغ مباشرا عن أي حوادث كسر في الأدوات الزجاجية او في أي من التجهيزات المعملية إلى الفني المسئول. • سيقيد تكلفة ما يتم تعويضه من كسريات على حساب الطالب الذي تسبب في ذلك الحادث . • أي طالب يخفي أي كسريات ولن يبلغ عنها فلن يسمح له بدخول المختبر إلى نهاية و سيحرم من دخول الاختبار النهائي و سيعتبر بذلك راسبا في المقرر العملي .
(6) التخلص من النفايات **Waste Disposal**	• يجب على جميع الطلاب الحفاظ على البنش نظيفا بعد الانتهاء 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 او لم تلتزم بإرشادات المدرس في طريقة التخلص من نفايات التجربة قد تعرض جماعيا للعقوبة التي قد تصل إلى الرسوب في درجات تلك التجربة .
(7) كراسة الملاحظات العملية **Laboratory Notebooks**	• يجب أن يدون كل طالب التقارير العملية في كراسة الملاحظات . • يجب أن يسجل كل طالب أسمه و رقم مجموعته على كراسة الملاحظات . • يجب على كل طالب إحضار كراسة الملاحظات في كل درس عملي ، حيث سيقوم المدرس بتصحيح تقرير التجربة التي اخذت في الدرس السابق . • إذا لم يحضر الطالب كراسة الملاحظات و سيحصل على درجة صفر في التقرير العملي لتلك التجربة .

(8) التحضير المسبق للدرس و اعداد قالب التقارير **Pre-practical Preparation and Report Formatting**	• تحضير الطالب مسبقا لموضوع التجربة التي سينفذها قبل قدومه إلى 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 اثناء 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 .
(9) كتابة التقرير العملي و تسليمه **Writing Laboratory Report and Submission**	• يكتب كل تقرير عملي لكل تجربة في كراسة الملاحظات و باستخدام نمط قياسي ثابت كما سيتم توضيح مكوناته لاحقا. • 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 إلى المدرس في موعد الدرس التالي . حيث سيتم تقييم ووضع 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 .
(11) الانتحال و الغش **Plagiarism and Cheating**	• يعرف الانتحال او السرقة الأدبية في كل من يقوم بالآتي: (أ) كتابة او استخدام معلومات في تقريرك دون الاشارة إلى المرجع التي اخذت منه هذه المعلومات. (ب) كتابة نص ما في تقريرك دون وضعه في اقواس و الاشارة إلى المرجع الذي اقتبس منه.

	(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) تبدل 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). • اذا وجد أي طالب متلبسا بأي من حالات الانتحال او الغش المذكورة اعلاه ، سيطبق علية العقوبات المنصوص عليها في لائحة شؤون الطلبة و المتدرجة بين الرسوب في المقرر العملي إلى الحرمان من دخول ثلاث من المقررات القادمة إلى الفصل النهائي من الدراسة .

❖ تنفيذ التجارب العملية :

Experimental Working:

يجدر الاشارة إلى أن التجارب الكيميائية تهدف إلى 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 الادوات الزجاجية و الاجهزة 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 تدرجيا 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 ان 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 .
(جـ) هل لديك كراسة ملاحظات عملية جاهزة ؟
إذا كان الجواب **"لا"** ، يجب أن يتذكر الطالب أن إحضار كراسة الملاحظات الخاصة به دائما معه إلى المختبر مهما جدا ليس فقط لغرض التقييم ، بل لأجل تدوين جميع الملاحظات و الارشادات 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 الارشادات الطالب في التحكم في الزمن اللازم لتنفيذ التجربة وكتابة التقارير العملية على نحو صحصح و منهجي .

(2) قائمة الفحص في المختبر

In- Laboratory Checklist

و أثناء القيام بالتجربة ، يجب على الطالب ان 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 الادوات 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 كهربي
(ب) يجب التعامل بحذر مع الاحماض و القواعد ، هل تستخدم في تجربتك :
☐ احماض او قواعد قوية ؟ ☐ احماض او قواعد ضعيفة ؟ ☐ قوية و ضعيفة معا ؟
(جـ) كيف أدرك مخاطر الكيمياويات التي تستخدمها في تجربتك ؟
☐ من المعلومات المدونة على العبوه ☐ من خلال ارشادات المدرس ☐ من معلوماتي السابقة ☐ كل ماسبق
(د) يجب تجنب إستنشاق الأبخرة المتصاعدة من التفاعلات ، هل يصاحب التفاعلات التي تجريها:

☐ ابخرة ملونة و عديمة الرائحة ؟ ☐ ابخرة 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 إلى :

☐ اختلاف كبير في البيانات ؟ ☐ اختلاف ضئيل في البيانات ؟ ☐ ثباتية في البيانات ؟

(جـ) هل تكرار التجربة عند احداث تغييرات بسيطة في الظروف العملية يؤدي إلى :

☐ اختلاف كبير في البيانات ؟ ☐ اختلاف ضئيل في البيانات ؟ ☐ ثباتية في البيانات ؟

عند الانتهاء من التجربة

(أ) هل تأكدت من فصل التيار الكهربي عن الأجهزة التي استخدمتها؟

☐ نعم ☐ لا

(ب) هل قمت بتنظيف الزجاجيات و الادوات التي استخدمتها و اعدتها إلى مكانها المخصص؟

☐ نعم ☐ لا

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

☐ نعم ☐ لا

(د) هل قدمت تقرير انهاء الاداء للمدرس متضمن الملاحظاتك او المشاكل التي اعترضتك في ما سبق ذكره في (أ) و (ب) و (جـ) ؟
☐ نعم ☐ لا
تحليل البيانات
أولا : اذا كانت التجربة تعتمد على الملاحظة
(أ) هل ما شاهدته كان مطابقا لما سبق ذكره في الجانب النظري؟
☐ نعم ☐ يوجد اختلافات بسيطة ☐ يوجد اختلافات كبيرة ☐ لا
(ب) اذا ما شاهدته كان يختلف عن او لا يطابق ما ذكر في الجانب النظري ، هل علمت السبب في ذلك من :
☐ المدرس ؟ ☐ المصادر والمراجع ؟ ☐ زملائك ؟
(جـ) بعد أن علمت السبب في ذلك الاختلاف ، 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 ؟
ثانيا : اذا كانت التجربة تعتمد على الحسابات و التمثيل البياني

(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 اختلافات بسيطة ☐ يوجد اختلافات كبيرة ☐ لا
(جـ) اذا 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 الاختلاف ، هل قمت بـ :
☐ رفض النتائج و إعادة التجربة ؟ ☐ معالجة البيانات احصائيا ؟ ☐ قبلت النتائج و و اعزيتها لأسباب مقنعة ؟

❖ إرشادات في كتابة التقارير العملية :

Guidelines for Writing Laboratory Reports:

بما يتناسب مع المستوى الدراسي للطالب في هذه المرحلة ، تم اعداد في نهاية كل تجربة قالب التقرير العملي بحسب طبيعة التجربة. و هنا نوضح للطالب بعض الارشادات 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 اسم الطلاب المشاركين معه في تنفيذ التجربة مع الاشارة إلى رقم المجموعة و التاريخ و الزمن للدرس العملي وفقا لما ورد في الجدول و نلخص البيانات الضروري بالتالي :

	أسم الطالب : -..... **اسماء الطلاب المشاركين** : - **(1)**.....**(2)**..... **(3)**..... **المجموعة :**.....**الزمن** : -من..... إلى..... **اليوم و التاريخ** : -.....**(...../...../..... 20)**
(2) عنوان التجربة **Title of Experiment**	يكتب عنوان التجربة بخط واضح و كما هو مذكور في الدليل او بحسب ما يقترحه المشرف او المدرس من تعديل .
(3) الهدف او الغاية من التجربة **Objective or Purpose**	يكتب بما لا يزيد عن سطرين الهدف من التجربة و ليس من الضروري ان يكون نسخا من عنوان التجربة .

(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

(جـ) 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 إلى 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 اهم النتائج و الملاحظات التي حصل عليها. وقد يذكر ايضا الاختلافات في النتائج التي وجدت من خلال التجربة و يحاول ان يعزوها إلى اسباب مقنعة.

(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

و في نهاية كل تقرير ، يعطى الطالب مجموعة من الاسئلة المتنوعة (الكتابية و الحسابية) المتصلة بفكرة التجربة و عليه ان يجيب عليها بالاستعانة بالمراجع و المصادر . و يجب ان تكتب الاجابة بخط اليد في الحيز المخصص ادنى كل سؤال .

❖ التجارب العملية Experiments

الطرق العامة للكشف عن الشقوق القاعدية في أملاحها البسيطة

General Scheme for cationic identification of simple single salts

ينقسم التحليل الكيميائي إلى قسمين رئيسيين هما : التحليل الوصفي (Qualitative analysis) و التحليل الكمي (Quantitative analysis) . و الغرض من التحليل الوصفي هو الكشف عن أي مادة مجهولة سواء كانت ملحا بسيطا او مخلوطا من عدة مواد للتعرف على مكوناتها ، اما التحليل الكمي فيختص بتقدير نسبة هذه المكونات في عينة المادة المجهولة . فالتحليل الكيميائي يبدأ اولا بإجراء التخليل الوصفي و ذلك لتعرف على مكونات المادة المختبرة حتى يمكن من اختيار الطريقة المناسبة التي يجب اتباعها في التحليل الكمي . و يتمثل التحليل الوصفي اعينة تتألف من ملح بسيط او خليط من الاملاح بالكشف عن الشقوق القاعدية و الشقوق الحامضية لهذه للأملاح . عندما يذوب الملح فى الماء فإنه يتأين إلى أيونات سالبة وأيونات موجبة ، ويسمى الأيون السالب الناتج من تأين الملح بالشق الحامضى الملح (Anion) أما الأيون الموجب الناتج عن تأين الملح (Cation) فيسمى بالشق القاعدى للملح فمثلا عند إذابة كلوريد الصوديوم فى الماء فإنه يتأين إلى أيون الصوديوم الموجب، وأيون الكلوريد السالب.

$$NaCl \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{الشق القاعدى}}{Na^+} + \underset{\text{الشق الحامض}}{Cl^-}$$

$$Na_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{الشق القاعدى}}{2Na^+} + \underset{\text{الشق الحامض}}{SO_4^{2-}}$$

و نظرا لاختلاف النشاط الكيميائي و درجة الذوبانية لهذه للأملاح التي تكونها هذه الشقوق القاعدية و الحامضية عند تفاعلها مع الكواشف الكيميائية ، فأن من الممكن فصل هذه الايونات و تحديد هويتها . و في هذه التجربة سوف نركز اهتمامنا على الكشف على الشقوق القاعدية للأملاح البسيطة في محاليلها المائية . و لتسهيل الكشف عن الشقوق القاعدية تم تقسيم ايونات الفلزات إلى ست مجموعات بحسب اختلاف ذوبان أملاح هذه الشقوق القاعدية في الماء ، حيث تسمى كل مجموعة باسم الكاشف الذي يرسب ايونات هذه المجموعة. ويجب الكشف عن هذه الشقوق ابتداء من المجموعة الأولى إلى المجموعة

السادسة بالترتيب ، فيما عدا الكشف عن النشادر الذى يجب أن يجرى فى البدء (ايون الامونيوم NH_4^+ يتبع المجموعة السادسة ، مجموعة الفلزات القلوية).

الكشف عن الامونيا

1 - أضف هيدروكسيد الصوديوم إلى الملح الجاف أو محلول الملح ثم اغلى المحلول تنفصل الامونيا التى يكشف عنها برائحتها المميزة ويتكون سحب بيضاء بتعرض ساق زجاجية مبللة بحامض هيدروكلوريك مركز للامونيا المتصاعدة.

2 - المحلول + كشاف نسلر يتكون راسب بنى او لون أصفر.

3 - المحلول + محلول كوبلتى نتريت الصوديوم يتكون راسب أصفر.

و يجدر الاشارة إلى ان الكشف عن الشقوق القاعدية يجب ان يجرى في محاليل الاملاح لأن هذه الفلزات لا تتفاعل إلا اذا كانت على هيئة ايونات. لذا يجب الحصول على محلول الملح الجاف عن طريق إذابته اولا فى الماء البارد او الساخن ثم يبرد بعد ذلك ، و اذا لم يذب الملح في الماء البارد او الساخن فيجب اذابته في الاحماض الآتية بالترتيب:

1 -حمض النيتريك المخفف (HNO_3) على البارد ثم على الساخن.

2 -حمض النيتريك المركز (HNO_3) على البارد ثم على الساخن.

3 -حمض الهيدروكلوريك المخفف (HCl) على البارد ثم على الساخن.

4 -حمض الهيدروكلوريك المركز (HCI) على البارد ثم على الساخن.

5 -الماء الملكى (Aqua Ragia) 1 : 3 حمض الهيدروكلوريك المركز: حمض النيتريك المركز 3 HCl : 1 HNO_3

المجموعة الأولى: مجموعة حامض الهيدروكلوريك المخفف

Group (I): Dil. Hydrochloric acid group

تضم هذه المجموعة أيونات الفضة والزئبقوز والرصاص ووالتي تتميز بتكون كلوريدات شحيحة الذوبان فى الماء عند معالجة محاليلها بحمض الهيدروكلوريك المخفف.

أملاح الفضة Silver salts

1 -حامض الهيدروكلوريك + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض متجبن من كلوريد الفضة (AgCl) شحيح الذوبان فى حامض النتريك المخفف ولكن يذوب بسهولة فى هيدروكسيد الأمونيوم (او الأمونيا).

$$AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$$
راسب أبيض
$$AgCl + 2NH_3 \rightarrow Ag(NH_3)_2Cl\ (aq)$$

2 -كرومات البوتاسيوم + محلول الملح:

يتكون راسب بنى محمر من كرومات الفضة.

$$2\ AgNO_3 + K_2CrO_4 \rightarrow Ag_2CrO_4\downarrow + 2\ KNO_3$$
راسب بنى محمر

3 -يوديد البوتاسيوم + محلول الملح:

يظهر راسب أصفر من يوديد الفضة شحيح الذوبان فى كل من حامض النتريك وهيدروكسيد الأمونيوم.

$$AgNO_3 + KI \rightarrow Ag\ I\downarrow + KNO_3$$
راسب أصفر

أملاح الرصاص Lead salts

1 -حامض الهيدروكلوريك المخفف + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من كلوريد الرصاص يذوب بالغليان ويترسب بالتبريد.

$$Pb(NO_3)_2 + 2\ HCl \rightarrow PbCl_2\downarrow + 2HNO_3$$
راسب أبيض

2 -كرومات البوتاسيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أصفر من كرومات الرصاص يذوب فى حامض النتريك المخفف.

$$Pb(NO_3)_2 + K_2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4\downarrow + 2\ KNO_3$$
راسب أصفر

3 -يوديد البوتاسيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أصفر من يوديد الرصاص يذوب بالغليان ويعطى محلول غير ملون ويظهر الراسب بالتبريد.

$$Pb(NO_3)_2 + 2\ KI \rightarrow PbI_2\downarrow + 2\ KNO_3$$

راسب أصفر

أملاح الزئبقوز (الزئبق الأحادى) Mercury (I) salts

1 -حامض الهيدروكلوريك المخفف + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من كلور يد الزئبقوز لا يذوب فى حامض النتر يك المخفف ويسود عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم.

$$Hg_2(NO_3)_2 + 2\ HCl \rightarrow Hg_2Cl_2\downarrow + 2\ HNO_3$$

راسب أبيض

$$Hg_2Cl_2 + 2\ NH_4OH \rightarrow Hg(NH_2)_2Cl\downarrow + 2H_2O$$

راسب أسود

2 -كرومات البوتاسيوم + محلول الملح:

يتكون راسب بنى من كرومات الزئبقوز يتحول بالغليان إلى راسب أحمر يتبلور.

$$Hg_2(NO_3)_2 + K_2Cr_2O_4 \rightarrow Hg_2CrO_4\downarrow + 2KNO_3$$

راسب أحمر

3 -كلوريد القصدوز + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من كلوريد الزئبقوز يتحول إلى اللون الرمادى عد إضافة زيادة من كلور يد القصدبروز وذلك لتكون راسب رمادى من الزئبق المجزأه.

$$Hg_2(NO_3)_2 + SnCl_2 \rightarrow Hg_2Cl_2\downarrow + Sn(NO_3)_2$$

راسب أبيض

$$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \rightarrow 2\ Hg\downarrow + SnCl_4$$

راسب رمادي

المجموعة الثانية: مجموعة كبريتيد الهيدروجين

Group (II): Hydrogen sulfide group

تنقسم عناصر هذه المجموعة إلى المجموعتين فرعيتين. المجموعة الثانية (أ) وتضم أملاح الزئبقيك والنحاس والبزموت والكادميوم. وتكون هذه الفلزات كبرتيدات شحيحة الذوبان فى حامض الهيدروكلوريك المخفف وكبريتد الأمونيوم الأصفر.

والمجموعة الثانية (ب) وتشمل على الزرنيخ والانتيمون والقصدير وكبريتداتها لا تذوب فى حامض الهيدروكلوريك المخفف ولكها سهلة الذوبان فى محلول كبرتيد الأمونيوم الأصفر.

المجموعة الثانية - أ (2-أ): Hg^{2+}- Cu^{2+}- Bi^{3+} Group (II-A):

أملاح الزئبقيك (الزئبق الثنائى) Mercury(II) salts

1 -كبرتيد الهيدروجين:

عند إمرار تيار من كبرتيد الهيدروجين فى محلول الزئبقيك المحمض بحامض الهيدروكلوريك المخفف، ينفصل راسب أبيض يتحول بسرعة إلى اللون الأصفر ثم البنى وأخيراً الأسود.

$$Hg\ Cl_2 + H_2S \rightarrow HgS\downarrow + 2\ HCl$$

والراسب لا يذوب فى كبرتيد الأمونيوم الأصفر أو فى الأحماض المخففة ولكنه يذوب فى الماء للملكى.

2 -كلوريد القصديروز + محلول الملح:

يختزل أملاح الزئبقيك إلى كلوريد زئبقوز (راسب أبيض) الذى يختزل بواسطة زيادة من كلوريد القصديروز إلى فلز الزئبق حيث يصبح لون الراسب رماديا.

$$2\ HgCl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_4 + Hg_2Cl_2\downarrow$$

$$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_4 + 2\ Hg\downarrow$$

3 -يوديد البوتاسيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أحمر من يوديد الزئبقيك يذوب فى زيادة من العامل المرسب.

$$HgCl_2 + 2KI \longrightarrow HgI_2\downarrow + 2KCl$$

أملاح البزموث Bismuth salts

يلاحظ أن معظم أملاح البزموث شحيحة الذوبان فى الماء لأنها تتميأ إلى أملاح قاعدية عديمة الذوبان. فعند تخفيف محلول ضعيف الحموضة من كلوريد البزموث بالماء يتكون راسب أبيض من الملح القاعدى. ولذا يستخدم محلول البزموث فى حامض الهيدروكلوريك المخفف لإجراء التجارب.

1 -كبرتيد الهيدروجين + محلول الملح:

يتكون راسب بنى من المحاليل المحمضة بحامض الهيدروكلوريك (كبرتيد البزموث) و هذا الراسب شحيح الذوبان فى الأحماض المعدنية المخففة ولا يذوب فى كبرتيد الأمونيوم الأصفر.

$$2\ BiCl_3 + 3\ H_2S \longrightarrow 6\ HCl + Bi_2S_3\downarrow$$

2 -الماء + محلول الملح:

عند إضافة الماء إلى محلول ضعيف الحموضة على البزموث يظهر راسب أبيض من الملح القاعدى يذوب فى الأحماض المخففة.

$$BiCl_3 + 2\ H_2O \longrightarrow BiOCl\downarrow + 2\ HCI$$

3 - هيدروكسيد الصوديوم + محلول الملح:

يظهر راسب أبيض من هيدروكسيد البزموث لا يذوب فى زيادة من القلوى.

$$BiCl_3 + 3NOH \longrightarrow Bi(OH)_3\downarrow + 3\ NaCI$$

أملاح النحاسيك Copper(II) salts

1 -كبرتيد الهيدروجين:

يعطى من المحاليل المحمضة بحامض الهيدروكلوريك راسب أسود من كبرتيد النحاس شحيح الذوبان فى الأحماض المخففة ولا يذوب فى كبرتيد الأمونيوم الأصفر.

$$CuSO_4 + H_2S \rightarrow H_2SO_4 + CuS_4$$

2 - هيدروكسيد الأمونيوم + محلول الملح:

يترسب أولا الملح القاعدى أزرق اللون الذى يذوب فى زيادة من هيدروكسيد الأمونيوم مكونا محلول شديد الزرقة.

$$CuSO_4 + 2\ NH_4OH \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$$

$$Cu(OH)_2 + 4NH_4OH \rightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + 4H_2O$$

3 -حديد وسيانيد البوتاسيوم + محلول الملح:

يتكون راسب بنى محمر (شيكولاتى) من حديد وسيانيد النحاس.

$$2CuSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 2\ K_2SO_4$$

4 - هيدروكسيد الصوديوم + محلول الملح:

يتكون راسب أزرق يتحول بالتسخين إلى راسب أسود.

$$CuSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

$$Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CuO\downarrow + H_2O$$

أملاح الكادميوم Cadmium salts

1 -كبرتيد الهيدروجين:

يتكون راسب أصفر كارى من كبرتيد الكالسيوم من المحاليل ضعيفة الحموضة والراسب المتكون لا يذوب فى الأحماض المخففة أو كبرتيد الأمونيوم الأصفر.

$$CdSO_4 + H_2S \rightarrow CdS\downarrow + H_2SO_4$$

2 -هيدروكسيد الأمونيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الكاديوم يذوب فى زيادة من هيدروكسيد الأمونيوم.

$$CdSO_4 + 2NH_4OH \rightarrow Cd(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$$

3 -حديد وسيانيد البوتاسيوم + محلول الملح:

يظهر راسب أبيض من حديد وسيانيد الكاديوم.

$$2CdSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Cd_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 2\ K_2SO_4$$

المجموعة الثانية -ب (2- ب) As^{3+}, As^{5+}- Sn^{2+}, Sn^{4+} - Sb^{3+}, Sb^{5+} Group (II- B):

أملاح الاتيمون Antimony salts (Sb^{5+}, Sb^{3+})

1 -كبرتيد الهيدروجين + محلول الملح:

يتكون راسب أحمر برتقالى من كبرتيد الانتيمون يذوب فى كبرتيد الأمونيوم الأصفر.

2 -الماء + محلول الملح:

عند تخفيف محلول الكلوريد بالماء يظهر راسب أبيض يذوب فى حامض الأيدروكلوريك المخفف.

3 -فلز الخارصين أو الحديد + محلول الملح:

يترسب فلز الانتيمون على هيئة راسب أسود من محاليل الأنتيمون المحمضة.

أملاح القصدير Tin salts (Sn^{4+}, Sn^{2+})

1 -كبرتيد الهيدروجين + محلول الملح:

يتكون راسب بنى من كبرتيد القصديروز يذوب فى كبرتيد الأمونيوم الأصفر.

$$SnCl_2 + H_2S \rightarrow SnS + 2HCl$$

2 -كلوريد الزئبقيك + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من كلوريد الزئبقور أو رمادى (مخلوط من كلوريد الزئبقور وفلز الزئبق).

3 -برمنجنات البوتاسيوم + محلول الملح:

يزول لون البرمنجنات.

أملاح الزرنيخ (As^{5+}, As^{3+}) Arsenic salts

1 -كبرتيد الهيدروجين + محلول الملح:

يتكون راسب أصفر من كبرتيد الزرنيخ يذوب فى كبرتيد الأصفر ولا يذوب فى حامض الهيدروكلوريك المركز الساخن.

2 -محلول اليود + محلول الملح:

يزول لون اليود فى المحاليل المتعادلة أو ضعيفة القلوية.

المجموعة الثالثة: مجموعة هيدروكسيد الأمونيوم

Group (III): Ammonium hydroxide group

تضم هذه المجموعة الفلزات التى تترسب هيدروكسيداتها شحيحة الذوبان فى الماء عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم إلى محاليلها فى كلوريد الأمونيوم من أهم هذه العناصر الألومنيوم والحديد والكروم.

أملاح الألومنيوم:

1 - هيدروكسيد الأمونيوم (فى وجود كلوريد الأمونيوم) + محلول الملح:

يعطى راسب أبيضا جيلاتينيا من هيدروكسيد الألمونيويم لا يذوب فى زيادة من العامل المرسب.

$$Al_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \longrightarrow Al(OH)_3 + 3\ (NH_4)_2SO_4$$

2 - هيدروكسيد الصوديوم + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألمونيوم يذوب فى زيادة من العامل المرسب مكوناً ألومنيات الصوديوم.

$$Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH \longrightarrow 2Al\ (OH)_3 + 3\ Na_2SO_4$$

$$Al(OH)_3 + \ NaOH \longrightarrow NaAlO_2 + 2\ H_2O$$

3 -فوسفات الصوديوم + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض جيلاتينى من فوسفات الألمونيوم.

$$Al_2(SO_4)_3 + 2Na_3PO_4 \longrightarrow 2AlPO_4 + 3\ Na_2SO_4$$

أملاح الحديدوز (الحديد الثنائى)

1 - هيدروكسيد الأمونيوم (فى وجود كلوريد الأمونيوم) + محلول الملح:

يتكون راسب أخضر فاتح من هيدروكسيد الحديدوز يتأكسد إلى هيدروكسيد الحديديك البنى يتعرض لأكسجين الهواء.

$$FeSO_4 + 2\ NH_4OH \longrightarrow Fe(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$$

2 - هيدروكسيد الصوديوم + محلول الملح:

ينفصل هيدروكسيد الحديدوز ولا يذوب الراسب فى زيادة من المرسب.

$$FeSO_4 + 2\ NaOH \longrightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$$

3 - ثيوسيانات البوتاسيوم + محلول الملح:

لا يحدث أى تفاعل ظاهر.

4 - حديدى سيانيد البوتاسيوم + محلول الملح:

يعطى راسب أزرق غامق (أزرق ترينبل).

$$FeSO_4 + 2\ K_3[Fe(CN)_6] \longrightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2 + 3\ K_2SO_4$$

أملاح الحديديك (الحديد الثلاثى):

1 - هيدروكسيد الأمونيوم (فى وجود كلوريد الأمونيوم) + محلول الملح:

يتكون راسب بنى جيلاتينى من هيدروكسيد الحديديك.

$$FeCl_3 + 3\ NH_4OH \longrightarrow Fe(OH)_3 + 2\ NH_4Cl$$

2 - هيدروكسيد الصوديوم + محلول الملح:

يتكون راسب بنى جيلاتينى لا يذوب فى زيادة من العامل المرسب.

$$FeCl_3 + 3\ NaOH \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3\ NaCl$$

3 - تيوسيانات البوتاسيوم + محلول الملح:

يتكون لون أحمر دموى.

$$FeCl_3 + 3KSCN \longrightarrow Fe(SCN)_3 + 3\ KCl$$

4 - حديد وسيانيد البوتاسيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أزرق كثيف (أزرق بروسيا).

$$4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] \longrightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12\ KCl$$

أملاح الكروم

1 - هيدروكسيد الأمونيوم (فى وجود كلوريد الأمونيوم) + محلول الملح

يتكون راسب أخضر رمادى جيلاتينى.

$$CrCl_3 + 3\ NH_4OH \longrightarrow Cr(OH)_3 + 3\ NH_4Cl$$

2 - هيدروكسيد الصوديوم + محلول الملح:

يتكون راسب أخضر يذوب فى زيادة من العامل المرسب مكونا محلول أخضر (كروميت الصوديوم).

$$CrCl_3 + 3\ NaOH \longrightarrow Cr(OH)_3 + 3\ NaCl$$
$$Cr(OH)_3 + NaOH \longrightarrow NaCrO_2 + 2\ H_2O$$

وعند إضافة فوق أكسيد الهيدروجين إلى المحلول القلوى والتدفئة يتلون باللون الأصفر نتيجة لتكون كرومات الصوديوم.

3 - فوسفات الصوديوم + محلول الملح:

يتكون راسب أخضر من فوسفات الكروم.

$$CrCl_3 + Na_3PO_4 \longrightarrow CrPO_4 + 3\ NaCl$$

المجموعة الرابعة: مجموعة كبريتيد الأمونيوم

Group (IV): Ammonium sulfide group

تضم هذه المجموعة أيونات الخارصين والكوبلت والمنجنيز والنيكل وتتميز هذه العناصر بأنها تكون كبريتيدات تترسب فى وسط قلوى. ويتم ذلك بإضافة كبريتيد الأمونيوم أو كبريتيد الهيدروجين إلى المحلول بعد إضافة كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم.

أملاح الكوبلت

1 - كلوريد الأمونيوم + هيدروكسيد الأمونيوم + غاز كبريتيد الهيدروجين أو كبريتيد الأمونيوم + محلول الملح:

يظهر راسب أسود من كبريتيد الكوبلت.

$$Co(NO_3)_2 + (NH_4)_2S \longrightarrow CoS + 2\ NH_4NO_3$$

لا يذوب هذا الراسب فى حامض الهيدروكلوريك المخفف.

2 - هيدروكسيد الصوديوم + محلول الملح:

يتكون راسب أزرق يتحول بالغليان مع زيادة من هيدروكسيد الصوديوم إلى اللون الوردى

$$Co(NO_3)_2 + 2\ NaOH \longrightarrow Co(OH)_2 \downarrow + 2\ NaNO_3$$

3 ـ هيدروكسيد الأمونيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أزرق يذوب فى الزيادة من هيدروكسيد الأمونيوم:

$$Co(NO_3)_2 + 2NH_4OH \longrightarrow Co(OH)_2 \downarrow + 2NH_4NO_3$$

أملاح النيكل:

1 ـ كلوريد الأمونيوم + هيدروكسيد الأمونيوم + غاز كبرتيد الهيدروجين أو كبرتيد الأمونيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أسود من كبرتيد النيكل.

$$NiSO_4 + (NH_4)_2S \longrightarrow NiS + (NH_4)_2SO_4$$

ولا يذوب هذا الراسب فى حامض الهيدروكلوريك المخفف.

2 ـ هيدروكسيد الصوديوم + محلول الملح:

يتكون راسب أخضر باهت من هيدروكسيد النيكل لا يذوب فى زيادة من العامل المرسب.

$$NiSO_4 + 2\ NaOH \longrightarrow Ni(OH)_2 + Na_2SO_4$$

3 ـ ثنائى مثيل الجليوكزيم + محلول الملح:

يظهر لون أحمر وردى م محاليل النيكل المخففة (يعالج المحلول بهيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح قلويا) ويتكون راسب أحمرر من المحاليل المركزة.

4 ـ هيدروكسيد الأمونيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أخضر باهت يذوب فى الزيادة من هيدروكسيد الأمونيوم:

$$NiSO_4 + 2\ NH_4OH \longrightarrow Ni(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$$

أملاح المنجنيز

1 ـ كلوريد الأمونيوم + هيدروكسيد الأمونيوم + كبرتيد الهيدروجين أو كبرتيد الأمونيوم + محلول الملح:

يتكون راسب لونه بصلى من كبرتيد المجنيز يذوب فى الأحماض المخففة.

$$MnCl_2 + H_2S \longrightarrow 2\ HCl + MnS$$

2 ـ هيدروكسيد الصوديوم + محلول الملح:

يعطى راسب أبيض من هيدروكسيد المنجنيز لا يذوب فى زيادة من العامل المرسب ويتحول إلى البنى بالتعرض للجو.

$$MnCl_2 + 2\ NaOH \longrightarrow Mn(OH)_2 + 2\ NaCl$$

3 ـ فوسفات الصوديوم + محلول الملح:

يتكون راسب لونه بصلى فى وجود النشادر.

أملاح الخارصين (الزنك)

1 -كلوريد الأمونيوم + هيدروكسيد الأمونيوم + غاز كبرتيد الهيدروجين أو كبرتيد الأمونيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض (كبرتيد الخارصين) يذوب فى حامض الهيدروكلوريك المخفف.

$$ZnSO_4 + (NH_4)_2S \longrightarrow ZnS + (NH_4)_2SO_4$$

2 - هيدروكسيد الصوديوم + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض جيلاتينى (هيدروكسيد الزنك) يذوب فى زيادة من العامل المرسب مكونا خارصينات الصوديوم.

$$ZnSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Zn(OH)_2 + Na_2SO_4$$
$$Zn(OH)_2 + 2\ NaOH \longrightarrow Na_2ZnO_2 + 2H_2O$$

3 -حديد وسيانيد البوتاسيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من حديد وسيانيد الخارصين شحيح الذوبان فى الأحماض المخففة.

$$2\ ZnSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] \longrightarrow Zn_2[Fe(CN)_6] + 2\ K_2SO_4$$

المجموعة الخامسة : مجموعة كربونات الأمونيوم

Group (V): Ammonium carbonate group

تضم هذه المجموعة للكالسيوم والاسترشيوم والباريوم ومعظم أملاحها بيضاء اللون.

أملاح الكالسيوم

1 -كربونات الأمونيوم (فى وجود كلوريد الأمونيوم + هيدروكسيد الأمونيوم) + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم ويذوب هذا الراسب فى الأحماض المعدنية المخففة.

$$CaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow 2\ NH_4Cl + CaCO_3$$

2 -حامض الكبرتيك المخفف + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم من المحاليل المركزة.

$$CaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2\ HCl$$

3 -كبريتات الكالسيوم + محلول الملح:

لا يحدث ترسيب ويستخدم هذا الكشف فى التفرقة بين الكالسيوم والاسترنشيوم والباريوم.

4 -كرومات البوتاسيوم + محلول الملح:

لا يحدث راسب من المحاليل المخففة أو المحتوية على حامض الخليك.

5 -اكسالات الأمونيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من اكسالات الكالسيوم شحيح الذوبان فى حامض الخليك ولكنه يذوب فى حامض الهيدروكلوريك.

$$CuCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 + 2\ NH_4Cl$$

6 -الكشف الجاف:

إذا سخت مركبات الكالسيوم (بعد تحويلها إلى كلوريد بواسطة حامض الهيدروكلوريك المركز) بواسطة سلك بلاتين فى لهب بنزي غير المضئ يظهر لون أحمر طوبى.

أملاح الاسترنشيوم

1 -كربونات الأمونيوم (فى وجود كلوريد الأمونيوم + هيدروكسيد الأمونيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من كربونات الاسترونشيوم يذوب فى الأحماض المعدنية المخففة.

$$SrCl_2 + (NH_4)_2\ CO_3 \longrightarrow SrCO_3 + 2\ NH_4Cl$$

2 -كبريتات الكالسيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من كبريتات الاستروشيوم بعد فترة أو بالتسخين.

3 -حامض الكبرتيك المخفف+ محلول الملح:

يظهر راسب أبيض من كبريتات الاسترونشيوم.

$$SrCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow SrSO_4 + 2\ HCl$$

4 -كرومات البوتاسيوم + محلول الملح:

يظهر راسب أصفر من كرومات الاسترونشيوم يذوب فى حامض الخليك.

$$SrCl_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow SrCrO_4 + 2\ KCl$$

5 -الاختبار الجاف:

ويتكون أملاح الاسترونشيوم لهب مصباح بنزن المضئ باللون القرمزى.

أملاح الباريوم

1 -كربونات الأمونيوم (فى وجود كلوريد الأمونيوم + هيدروكسيد الأمونيوم) + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من كربونات الباريوم يذوب فى الأحماض المعدنية المخففة.

$$BaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \longrightarrow BaCO_3 + 2\ NH_4Cl$$

2 -كبريتات الكالسيوم + محلول الملح:

يتكون فى الحال راسب أبيض من كبريتات الباريوم شحيح الذوبان فى الأحماض المعدنية.

$$CaSO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + CaCl_2$$

3 -حامض الكبريتات المخفف + محلول الملح:

يظهر راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب فى الأحماض المعدنية.

$$BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2\ HCl$$

4 -كرومات البوتاسيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أصفر من كرومات الباريوم لا يذوب فى حامض الخليك ولكنه يذوب فى الأحماض المعدنية.

$$BaCl_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow BaCrO_4 + 2\ KCl$$

5 -الاختبار الجاف:

تلون أملاح الباريوم لهب بنزن غير المضئ باللون الأخضر المصفر.

المجموعة السادسة Group (V)

تضم المجموعة السادسة عدة عناصر تتميز بأنها ليس لها كاشف خاص.

أملاح الماغنسيوم

1 -كربونات الأمونيوم + محلول الملح:

يتكون راسب أبيض من كربونات الماغنسيوم.

$$MgCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow 2\ NH_4Cl + MgCO_3$$

2 -هيدروكسيد الصوديوم + محلول الملح:
يتكون راسب أبيض يذوب فى الأحماض المخففة.

$$MgCl_2 + 2\ NaOH \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + 2\ NaCl$$

3 -فوسفات الصوديوم + محلول الملح:

يعطى فى وجود كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم راسب أبيض من فوسفات الماغنسيوم والأمونيوم $MgNH_4PO_4$

$$Mg\ Cl_2 + NH_2HPO_4 + NH_4OH \rightarrow MgNH_4PO_4 + 2\ NaCl + H_2O$$

أملاح الصوديوم

1 -بيروأنتيمونات البوتاسيوم + محلول الملح:

يعطى راسب أبيض من بيرو أنتيمونات الصوديوم.

$$K_2H_2Sb_2O_7 + 2NaCl \rightarrow Na_2H_2Sb_2O_7 + 2\ KCl$$

2 -كشف اللهب:

تلون مركبات الصوديوم لهب بنزن غير المضئ بلون أصفر ذهبى.

أملاح البوتاسيوم

1 -كوبلتى نتريت الصوديوم + محلول الملح:
يعطى فى وجود حامض الخليك راسب أصفر قيبلر من كوبلتى نتريت البوتاسيوم.

2 -الكشف الجاف:

تلون أملاح البوتاسيوم اللهب باللون البنفسجى المخضر.

خطة الكشف عن الشق القاعدى

أولا: يجب الحصول على محلول الملح الجاف عن طريق إذابته فى المذيبات الآتية بالترتيب:

1 - الماء (H_2O) على البارد ثم على الساخن.
2 - حمض النيتريك المخفف (HNO_3) على البارد ثم على الساخن.
3 - حمض النيتريك المركز (HNO_3) على البارد ثم على الساخن.
4 - حمض الهيدروكلوريك المخفف (HCl) على البارد ثم على الساخن.
5 - حمض الهيدروكلوريك المركز (HCI) على البارد ثم على الساخن.
6 - الماء الملكى (aqua ragia) 1 : 3 حمض الهيدروكلوريك المركز : حمض النيتريك المركز 3 HCl : 1 HNO_3

I) الملح الجاف + $NaOH \xleftarrow{\Delta} NH_3 \uparrow$ (رائحة الأمونيا النفاذة).

∴ NH_4^+ هو الشق القاعدى للملح.

II) الكشف عن المجموعة الأولى (Ag^+, Hg_2^{2+}, Pb^{2+}) محلول الملح + محلول HCl المخفف.

راسب أبيض يذوب بالتسخين ويعود بالتبريد (Pb^{2+})	راسب أبيض يتحول إلى أسود مع إضافة الأمونيا (Hg_2^{2+})	راسب أبيض يذوب فى الأمونيا (Ag^+)
رصاص	الزئبق الأحادى	فضة

III) الكشف عن المجموعة الثانية (Cu^{2+}, Hg^{2+}, Bi^{3+}, Cd^{2+}):

محلول الملح + محلول HCI المخفف H_2S

راسب أسود (Cu^{2+} أو Bi^{3+})	راسب أبيض يتحول أصفر ثم أسود فى النهاية (Hg^{2+})	راسب أصفر (Cd^{2+})

للتفرقة بين النحاس والزئبق والبرموث:

محلول الملح + Kl يوديد البوتاسيوم

- راسب أحمر قرمزى يذوب فى المزيد من Kl (Hg^{2+})
- راسب بنى يختفى عند إضافة $Na_2S_2O_3$ (Cu^{2+})
- راسب أسود (Bi^{3+})

IV) الكشف عن المجموعة الثالثة (Al^{3+}, Fe^{3+}, Fe^{2+}, Cr^{3+})

محلول الملح + NH_4Cl + NH_4OH هيدروكسيد أمونيوم

- راسب أبيض مخضر (Fe^{+2}) هيدروكسيد صوديوم
- راسب بنى (Fe^{3+}) حديد ثلاثى راسب بنى من $Fe(OH)_3$
- راسب أخضر باهت (Cr^{3+}) كروم راسب أخضر يذوب فى هيدروكسيد الصوديوم الزيادة
- راسب أبيض جيلاتينى يذوب فى الزيادة من هيدروكسيد الصوديوم (Al^{3+}) الومنيوم راسب أبيض جيلاتينى يذوب فى الزيادة من هيدروكسيد الصوديوم

V) الكشف عن عناصر المجموعة الرابعة (Zn^{2+}, Mn^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}):

محلول الملح + H_2S + NH_4OH + NH_4Cl

- راسب أسود (Co^{2+} أو Ni^{2+})
- راسب بصلى (الجلد) (Mn^{2+})
- راسب أبيض جيلاتينى (Zn^{2+})

وللتفرقة بين الـ Ni^{2+}, Co^{2+} :

1 - محلول الملح + بلورات NH_4SCN ← لون بنفسجى يتحول إلى وردى بالتخفيف (Co^{2+}).
2 - محلول الملح + NH_4OH + DMG ← راسب أحمر (Ni^{2+}).

VI) الكشف عن المجموعة الخامسة (Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}):

محلول الملح + NH_4Cl + NH_4OH + $(NH_4)_2CO_3$ ← راسب أبيض فى الثلاث أملاح:

للتفرقة بين الـ Ca^{2+} والملحين الآخرين:

محلول الملح + $CaSO_4$

- لا ينتج راسب (Ca^{2+})
- راسب أبيض Sr^{2+} أو Ba^{2+}

للتفرقة بين الـ Ba^{2+}, Sr^{2+}:

محلول الملح + محلول مخفف من K_2CrO_4

ينتج راسب أصفر يذوب فى حمض الخليك (Sr^{2+})

راسب أصفر لا يذوب فى حمض الخليك (Ba^{2+})

اختبار اللهب

لون بنى محمر (Ca^{2+}) كالسيوم

لون أحمر قرمزى (Sr^{2+}) استرانشيوم

لون أخضر فستقى (Ba^{2+}) الباريوم

VII) الكشف عن المجموعة السادسة (Mg^{2+}, K^+, Na^+):

محلول الملح + NH_4Cl + NH_4OH + Na_2HPO_4 ← راسب أبيض (Mg^{2+})

وللتفرقة بين الصوديوم والبوتاسيوم

محلول الملح + كوبالتى نيتريت الصوديوم

راسب أصفر (K^+)

لا ينتج راسب (Na^+)

محلول الملح + بيروأنتيمو نات البوتاسيوم يتكون راسب أبيض من بيروأنتيمونات الصوديوم

اختبار اللهب

لون بنفسجى مخضر (K^+) البوتاسيوم

لون اصفر ذهبى (Na^+) صوديوم

التجربة (1): الكشف عن الشقوق القاعدية لبعض الاملاح البسيطة- اعداد مخطط التحليل الوصفي للشقوق Zn^{2+}, Ca^{2+}, Cu^{2+}, Al^{3+}, Co^{2+}

Lab.(1): Cationic identification of some simple single salts- Developing qualitative analysis of cations; Zn^{2+}, Ca^{2+}, Cu^{2+}, Al^{3+}, Co^{2+}.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور إلى المختبر:

1 - ما هي المجموعة التي ينتمي اليها كل من الشقوق القاعدية المذكورة في هذه التجربة ؟

2 - اذكر اسم الكاشف الرئيسي لكل مجموعة من هذه الشقوق التي صنفتها .

الأساس النظري:

في هذه التجربة سوف تعطى خمس محاليل يحتوي كل محلول على شق قاعدي واحد. وهذه الشقوق هي Zn^{2+}, Ca^{2+}, Cu^{2+}, Al^{3+}, Co^{2+} . و من ثم ستقوم بإضافة الكواشف على حدى إلى كل محلول تبعا لما هو موضح في السابق . بعد ذلك قم بتدوين ملاحظاتك في الجدول. من خلال التمييز بين هذه الملاحظات يمكنك ان تصمم خطة للكشف عن أي من هذه الشقوق الخمسة. يمكنك التأكد من صحة خطة الكشف التي اقترحتها اذا ما تتبعت من خلال هذا المخطط الكشف عن عينة مجهولة لأي من هذه الشقوق القاعدية الخمسة أو في مخلوط يتألف من ثلاثة إلى خمسة من هذه الشقوق.

▪ مخـــرجات التعلـــــــــــــــــم

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

1 - تقدر وصفيا هذه الشقوق القاعدية في محاليلها المجهولة .

2 - تمييز الكاشف المناسب لكل مجموعة من الشقوق القاعدية.

3 - تصمم خطة كشف لعدد اكبر و انواع مختلفة من الشقوق القاعدية.

4 - تفصل و تتعرف على كل شق قاعدي في مخلوط يتألف عدة شقوق قاعدية.

الأدوات المستخدمة:

❖ أنبوبة اختبار

- قمع فصل
- دورق مخروطي حجم (250 ml)
- كاس زجاجي (500 ml)
- أوراق ترشيح
- أوراق pH
- ساق زجاجية
- حامل مزود بحلقة لاحتواء قمع الفصل
- دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- محاليل محضرة لـ Zn^{2+}, Ca^{2+}, Cu^{2+}, Al^{3+}, Co^{2+} بتركيز 0.1-0.2 M
- محلول من NH_4OH بتركيز 3 M
- محلول من HNO_3 بتركيز 3 M
- محلول من Na_3PO_4 بتركيز 0.3 M
- محلول من $K_3Fe(CN)_6$ بتركيز 0.2 M
- محلول من NaOH بتركيز 6 M
- ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- يجب وضع النظارات و كمامات الأنف قبل البدء بالتجربة
- يجب غسل الكاس الزجاجي قبل و بعد نقل أي محلول من الزجاجة الموضوع فيها لتجنب تلوث هذه المحاليل ببعضها البعض.
- هيدروكسيد الصوديوم مادة كاوية لها تأثير كاوي على الجسم وعليه يجب الحذر من ملامستها للجسم أو العينين

خطوات العمل:

1) ضع 2 mL من محلول لأيونات الـ Zn^{2+} في أنبوبة اختبار. اضف قطرات من محلول HNO_3 او قطرات من محلول NH_4OH حتى يصبح الوسط متعادلا (استخدم أوراق الـ pH لهذا الغرض) . اضف 1 mL من محلول Na_3PO_4 إلى أنبوبة الاختبار ، ثم لاحظ ماذا يحدث.

(2) مرة ثانية ، خذ 2 mL من محلول لأيونات الـ Zn^{2+} في أنبوبة اختبار. اضف قطرات من محلول HNO_3 حتى يصبح الوسط حامضيا (استخدم أوراق الـ pH لهذا الغرض) . اضف 1 mL من محلول حديدوسيانيد البوتاسيوم $K_3Fe(CN)_6$ إلى أنبوبة الاختبار ، ثم لاحظ ماذا يحدث.

(3) أيضا مرة أخرى ، ضع 2 mL من محلول لأيونات الـ Zn^{2+} في أنبوبة اختبار. اضف قطرات من محلول NaOH حتى يصبح الوسط قاعديا. اذا تكون راسب ، قم بترشيح الراسب ، ثم احتفظ بالراسب.

(4) اغسل الراسب مرتين بالماء المقطر (5 mL في كل مرة) ، بعد ذلك اضف للراسب 1 mL من محلول NH_4OH ، ثم لاحظ ماذا يحدث.

(5) إلى 1 mL اخرى من محلول لأيونات الـ Zn^{2+} اضف 1 mL من محلول لـ NaOH حتى يصبح الوسط قاعديا. اذا تكون راسب ، قم بترشيح الراسب ، ثم غسله مرتين بالماء المقطر. وعندها اضف للراسب 1 mL من محلول HNO_3 ، ثم لاحظ ماذا يحدث.

(6) دون كل ملاحظاتك في الجدول.

(7) كرر الخطوات (من 1 إلى 6) مع المحاليل الاربعة الاخرى للشقوق القاعدية المتبقية.

(8) اغسل يداك جيدا قبل أن تغادر المختبر.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification	أسم الطالب : -..... اسماء الطلاب المشاركين : - (1).....(2)..... =. (3)..... المجموعة :.....الزمن : -من..... إلى..... اليوم و التاريخ : -.....(...../...../..... 20)
(2) عنوان التجربة Title of Experiment	الكشف عن الشقوق القاعدية لبعض الاملاح البسيطة - اعداد مخطط التحليل الوصفي للشقوق Ca^{2+}, Cu^{2+}, Al^{3+}, Co^{2+}, Co^{2+}
(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose	

(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations

(1) دون جميع ملاحظاتك في الجدول التالي :

الكاشف Reagent	Cations				
	Ca^{2+}	Cu^{2+}	Al^{3+}	Co^{2+}	Co^{2+}
Test 1 PO_4^{3-}					
Test 2 $Fe(CN)_6^{3-}$					
Test 3 OH^-					
Test 4 NH_3					
Test 5 H^+					

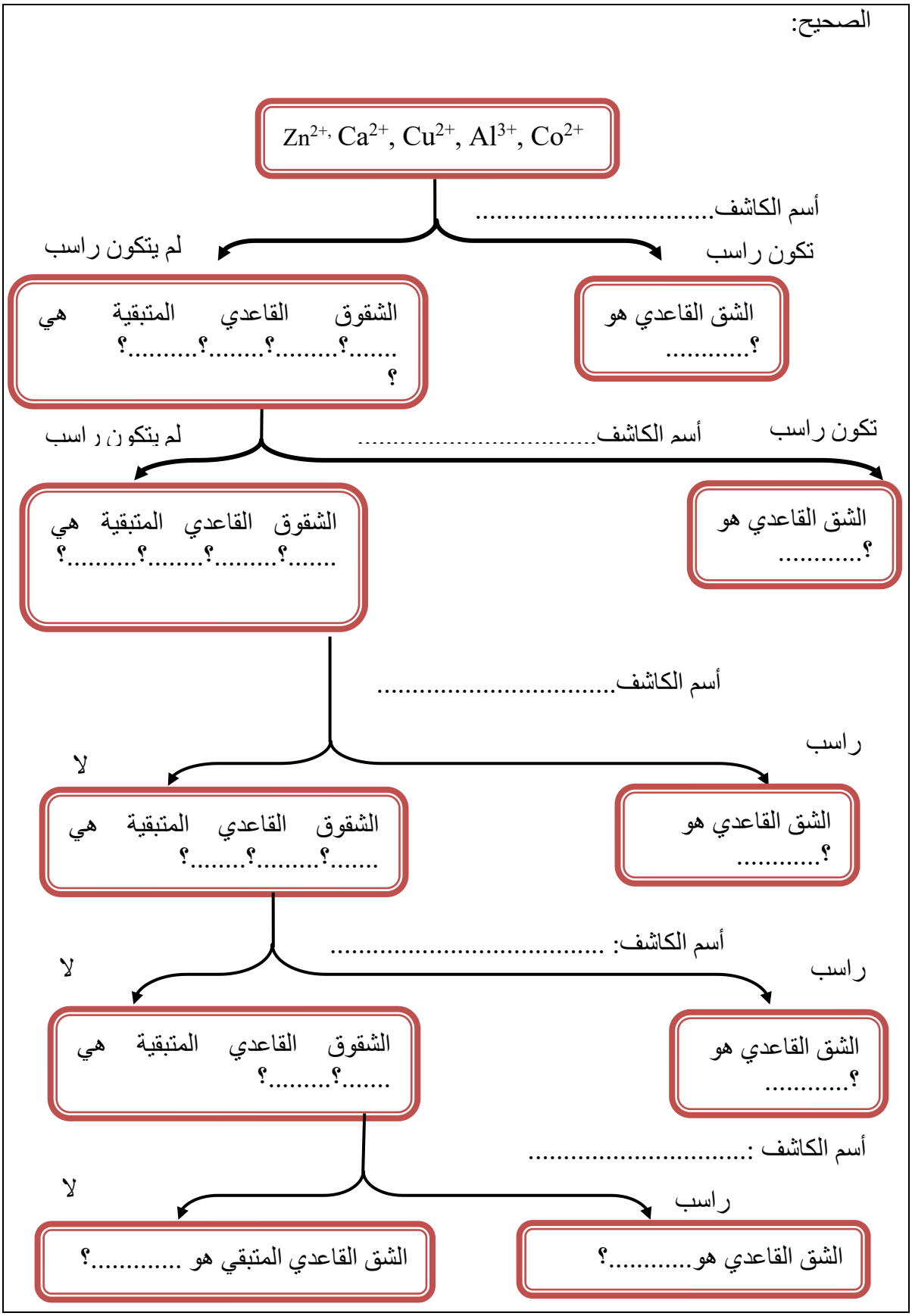
(2) أكمل معادلات التفاعلات التالية ، موضحا في أي من المعادلات التالية يتكون راسب و ما لون و خصائص هذا الراسب. يمكنك ايضا ان تلصق صورا قد اخذتها اثناء ملاحظتك للنتائج:

1. $Zn^{2+} + PO_4^{3-} \rightarrow$ _____
2. $Ca^{2+} + PO_4^{3-} \rightarrow$ _____
3. $Cu^{2+} + PO_4^{3-} \rightarrow$ _____
4. $Al^{3+} + PO_4^{3-} \rightarrow$ _____
5. $Co^{2+} + PO_4^{3-} \rightarrow$ _____
6. $Zn^{2+} + Fe(CN)_6^{3-} \rightarrow$ _____
7. $Ca^{2+} + Fe(CN)_6^{3-} \rightarrow$ _____
8. $Cu^{2+} + Fe(CN)_6^{3-} \rightarrow$ _____
9. $Al^{3+} + Fe(CN)_6^{3-} \rightarrow$ _____
10. $Co^{2+} + Fe(CN)_6^{3-} \rightarrow$ _____
11. $Zn^{2+} + OH^- \rightarrow$ _____ $\xrightarrow{NH_3}$ _____
    $Zn^{2+} + OH^- \rightarrow$ _____ $\xrightarrow{H^+}$ _____
12. $Ca^{2+} + OH^- \rightarrow$ _____ $\xrightarrow{NH_3}$ _____
    $Ca^{2+} + OH^- \rightarrow$ _____ $\xrightarrow{H^+}$ _____
13. $Cu^{2+} + OH^- \rightarrow$ _____ $\xrightarrow{NH_3}$ _____
    $Cu^{2+} + OH^- \rightarrow$ _____ $\xrightarrow{H^+}$ _____
14. $Al^{3+} + OH^- \rightarrow$ _____ $\xrightarrow{NH_3}$ _____
    $Al^{3+} + OH^- \rightarrow$ _____ $\xrightarrow{H^+}$ _____
15. $Co^{2+} + OH^- \rightarrow$ _____ $\xrightarrow{NH_3}$ _____
    $Co^{2+} + OH^- \rightarrow$ _____ $\xrightarrow{H^+}$ _____

(5) المناقشة Discussion

(6) الاستنتاج Conclusion

يمكنك الان ان تصمم مخطط لفصل هذه الشقوق القاعدية في مخلوط من محاليلها ، موضحا التتابع المناسب في الكشف عنها . و للتبسيط اكمل الفراغات بوضع الشقوق القاعدية المناسبة في مكانها


الصحيح:
Zn^{2+}, Ca^{2+}, Cu^{2+}, Al^{3+}, Co^{2+}
أسم الكاشف.....
تكون راسب
لم يتكون راسب
الشق القاعدي هو .....؟
الشقوق القاعدي المتبقية هي .....؟.....؟.....؟.....؟
أسم الكاشف.....
تكون راسب
لم يتكون راسب
الشق القاعدي هو .....؟
الشقوق القاعدي المتبقية هي .....؟.....؟.....؟.....؟
أسم الكاشف.....
راسب
لا
الشق القاعدي هو .....؟
الشقوق القاعدي المتبقية هي .....؟.....؟.....؟
أسم الكاشف: .....
راسب
لا
الشق القاعدي هو .....؟
الشقوق القاعدي المتبقية هي .....؟.....؟
أسم الكاشف :.....
راسب
لا
الشق القاعدي هو.....؟
الشق القاعدي المتبقي هو .....؟

(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

(1) اذا تم اعطائك عينة من محلول يشك بأنه يحتوي على أيونات الكالسيوم (Ca^{2+}) فقط ، و ضح كيف يمكنك اثبات وجود هذا الشق القاعدي في المحلول من عدمه .

(2) وجدت قنينة لمحلول في المختبر وكان عليها ملصقين. احداهما كتب عليه (Zn^{2+} و Al^{3+}) و كتب على الملصق الاخر (Zn^{2+} أو Al^{3+})، وضح مع ذكر السبب التجربة التي ستقوم بإجرائها للتأكد من ان هذه القنينة تحتوي كلا هذين الأيونين او احد منهما.

(3) صمم مخطط مناسبا لفصل هذه الشقوق القاعدية (Ag^{+}, K^{+}, Fe^{2+}, Ca^{2+}, Ba^{2+},Bi^{3+}) و الكشف عنها في مخلوط من محاليلها المائية.

الطرق العامة للكشف عن الشقوق الحامضية في أملاحها البسيطة

General Scheme for anionic identification of simple single salts

تنقسم الشقوق الحامضية إلى ثلاث مجموعات رئيسية كالأتي:

(أ) أملاح المجموعة الأولى وهى التى تتفاعل مع HCl المخفف ويتصاعد غاز Dil. Hydrochloric acid group:

و تشمل مجموعة مختلفة من الشقوق الحامضية و هي كالتالي تبعا لنوع الغاز النتصاعد:

الشق		الغاز المتصاعد
الكربونات	CO_3^{--}	CO_2
البيكروبونات	HCO_3^{-}	CO_2
الكبريتيت	SO_3^{--}	SO_2
الثيو كبريتات	$S_2O_3^{--}$	SO_2
الكبريتيد	S^{--}	H_2S
النيتريت	NO_2^{-}	$NO_2 \xleftarrow{\text{Oxidation}} NO$

(ب) أملاح المجموعة الثانية وهى التى تتفاعل مع H_2SO_4 Conc. والتسخين وأملاح هذه المجموعة لا تتأثر بـ HCl المخفف Conc. Sulphuric acid group:

وهذه المجموعة تتألف من الشقوق التالية:

الكلوريد	Cl^{-}	HCl gas
البروميد	Br^{-}	HBr, Br_2
البوديد	I^{-}	I_2
النترات	NO_3^{-}	mix. of N_2 oxides

(ج) أملاح المجموعة العامة وهى التى لا تتأثر بـ HCl المخفف أو حمض H_2SO_4 المركز Miscellaneous group

و تشمل الشقوق التالية:

مجموعة الفوسفات PO_4^{3-}

مجموعة الكبريتات SO_4^{2-}

مجموعة البورات $B_4O_7^{2-}$

❖ الكشف عن الشق الحامضى لأملاح المجموعة الأولى (أ)

1- تأثير حمض الهيدروكلوريك المخفف .HCl dil على الملح الجاف

أضف قليل من الملح الجاف فى أنبوبة اختبار ثم أضف إليها قليل من Dil. HCl وأكشف عن الغاز المتصاعد.

(أ) فى حالة الكربونات والبيكروبونات يتصاعد غاز CO_2 عديم اللون والرائحة ويعكر ماء الجير.

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow Na\,Cl + CO_2 + H_2O$$

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

(ب) فى حالة الكبريتت يتصاعد غاز SO_2 عديم اللون وله رائحة خانقة يعكر ماء الجير ويخضر ورقة مبللة بمحلول بيكرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك.

$$Na_2SO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + SO_2 + H_2O$$

$$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

(ج) فى حالة الثيوكبريتات يتصاعد غاز SO_2 مثل الكبريتيت ولكن يختلف عن الكبريتيت فى أن المحلول يرسب الكبريت راسباً أصفر معلق

$$Na_2S_2O_3 + 2\,HCl \longrightarrow SO_2 + H_2O + S + 2\,NaCl$$

(د) فى حالة الكبريتيد يتصاعد غاز H_2O يسود ورقة مبللة بمحلول خلات الرصاص.

$$Na_2S + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + H_2S$$

(هـ) فى حالة النيتريت يتصاعد غاز يتلون إلى اللون الأحمر عند تعرضه للهواء قرب حافة الأنبوبة.

$$NaNO_2 + HCl \longrightarrow NaCl + HNO_2$$

$$3\,HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + H_2O + 2\,NO$$

$$2\,NO + O_2 \longrightarrow 2\,NO_2$$

2- تفاعل محلول الملح مع محلول كبريتات المغنسيوم $MgSO_4$

يستخدم هذا التفاعل للتميز بين الكربونات والبيكربونات ولا تؤثر كبريتات المغنسيوم على بقية أملاح المجموعة الأولى.

(أ) فى حالة الكربونات

راسب أبيض من كربونات المغنسيوم على البارد.

$$MgSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$

(ب) فى حالة البيكربونات

بيكربونات المغنسيوم التى تظل ذائبة فى المحلول ولكن عند التسخين تتحلل إلى كربونات المغنسيوم وتترسب.

$$MgSO_4 + 2\ NaHCO_3 \longrightarrow Mg(HCO_3)_2 + 2\ Na_2SO_4$$

$$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} MgCO_3\downarrow + CO_2 + H_2O$$

3- تفاعل محلول الملح مع محلول نترات الفضة Ag_2NO_3

(أ) فى حالة الكربونات

راسب أبيض من كربونات الفضة يذوب فى النشادر وحامض النتريك

$$Na_2CO_3 + 2AgNO_3 \longrightarrow Ag_2CO_3\downarrow + 2NaNO_3$$

(ب) فى حالة البيكربونات

لا يظهر شئ.

(جـ) فى حالة الكبريتيت

راسب أبيض متبلور من كبريتيت الفضة يذوب فى زيادة من نترات الفضة و فى النشادر و فى حامض النيتريك المخف.

$$Na_2SO_3 + 2\ AgNO_3 \longrightarrow Ag_2SO_3\downarrow + 2\ NaNO_3$$

(د) فى حالة الثيوكبريتات

راسب أبيض من ثيوكبريتات الفضة الذى يتحلل بسرعة مع الوقت والتسخين ويتحول اللون الأبيض إلى أصفر وبنى ثم أسود نظرا لتكون كبريتيد الفضة.

$$Na_2S_2O_2 + 2AgNO_2 \longrightarrow Ag_2S_2O_3\downarrow + 2NaNO_3 \xrightarrow{H_2O} Ag_2S\downarrow + H_2SO_4$$

(ه) فى حالة الكبريتيدات

راسب أسود مباشرة من كبريتيد الفضة.

$$Na_2S + 2\ AgNO_3 \longrightarrow Ag_2S\downarrow + 2\ NaNO_3$$

(و) فى حالة النتريتات

راسب أبيض متبلور من نتريت الفضة (يجب تركيز المحلولين لظهور الراسب).

$$AgNO_3 + NaNO_2 \longrightarrow AgNO_2\downarrow + 2NaNO_3$$

4- تفاعل محلول الملح مع محلول خلات الرصاص $Pb(CH_3COO)_2$

(أ) فى حالة الكربونات

راسب أبيض على البارد يذوب فى حامض النيتريك المخفف.

$$Pb(CH_3COO)_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow PbCO_3 \downarrow + 2\ CH_3COONa$$

(ب) فى حالة البيكربونات

يتكون الراسب الأبيض بعد التسخين ويذوب فى حامض النيتريت المخفف.

(جـ) فى حالة الكبريتيتات

راسب أبيض من كبريتيت الرصاص يذوب فى حامض النيتريك المخفف وبالغليان يتأكسد كبريتيت الرصاص إلى كبريتات رصاص.

$$Pb(CH_3COO)_2 + Na_2SO_3 \rightarrow PbSO_3 \downarrow + 2\ CH_3COONa$$

(د) فى حالة الثيوكبريتات

يتكون راسب أبيض من ثيو كبريتات الرصاص يذوب فى زيادة من المحلول وبالغليان يتحول إلى اللون الرمادى نظراً لتحلل ثيوكبريتات الرصاص إلى كبريتيد الرصاص PbS.

$$Pb(CH_3COO)_2 + Na_2S_2O_3 \longrightarrow PbS_2O_3 \downarrow + 2\ CH_3COONa$$

(ه) فى حالة الكبريتيدات

راسب أسود من كبريتيد الرصاص PbS.

$$Pb(CH_3COO)_2 + Na_2S \rightarrow PbS \downarrow + 2\ CH_3COONa$$

5- اختزال لون البرمنجنات المحمضة بحمض الكبريتيك المركز (النتريتات و الكبريتيتات).

$$5\ NaNO_2 + 2\ KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 5\ NaNO_3 + K_2SO_4 + 2\ MnSO_4$$

$$5\ Na_2SO_3 + 2\ KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 \longrightarrow 5\ Na_2SO_4 + K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + 3H_2O$$

6- الثيوكبريتات مع محلول اليود يختزل لون اليود إلى عديم اللون:

$$I_2 + 2\ Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2\ NaI + Na_2S_4O_6$$

❖ الكشف عن الشق الحامضى لأملاح المجموعة الثانية (ب)

تتأثر الأملاح هذه المجموعة بحامض الكبريتيك المركز وتزيد سرعة التفاعل مع التسخين وتشمل هذه المجموعة شقوق الكلوريد، البروميد والنترات ويكشف عن الشقوق بالطرق الآتية:

1 - يتفاعل الملح الجاف مع حامض الكبريتيك المركز والساخن

أضف قليل من حامض الكبريتيك المركز إلى قليل من الملح فى أنبوبة اختبار جافة ثم سخن واكشف عن الغاز المتصاعد كما يلى:

(أ) الكلوريد:

يتصاعد غاز HCl الذى يكون سحب بيضاء من كلوريد الامونيوم عند تعرضه لورقة مبللة بمحلول النشادر

$$H_2SO_4 + 2\ NaCl \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\ HCl$$
$$NH_4OH + HCl \longrightarrow NH_4Cl + H_2O$$

(ب) البروميد

تتصاعد الحرارة من خليط الأيدروجين HBr والبروم Br_2 الذى يكون مع النشادر سحب برتقالية اللون وتحول ورقة مبللة بالنشا إلى اللون الأصفر.

$$H_2SO_4 + 2\ NaBr \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HBr$$
$$2HBr + H_2SO_4 \longrightarrow Br_2 \uparrow + SO_2\uparrow + 2\ H_2O$$

(جـ) اليوديد:

تتصاعد أبخرة اليود ولونها بنفسجى تزرق ورقة مبللة بالنشا

$$H_2SO_4 + 2\ NaI \rightarrow Na_2SO_4 + 2HI$$
$$H_2SO_4 + 2\ HI \rightarrow I_2 \uparrow + SO_2\uparrow + 2H_2O$$

(د) النيترات:

تتصاعد أبخرة حمراء وتكثر هذه الأبخرة إذا وضع مع الملح الجاف فى الأنبوبة قطعة صغيرة من معدن النحاس.

$$H_2SO_4 + 2\ NaNO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + 2\ HNO_3$$

$$4\ HNO_3 \rightarrow 4\ NO_2\uparrow + 2\ H_2O + O_2\uparrow$$

2 - تفاعل محلول الملح مع محلول نترات الفضة $AgNO_3$

(أ) الكلوريد:

يتكون راسب أبيض متجبن من كلوريد الفضة لا يذوب فى حامض النيتريك المخفف ولكنه يذوب فى النشادر المخففة.

$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl \downarrow + NaNO_3$$

(ب) البروميد

راسب أبيض مصفر متجبن من بروميد الفضة لا يذوب فى حامض النيتريك ولكنه يذوب قليلا فى النشادر المخففة وتماما فى النشادر المركزة.

$$AgNO_3 + NaBr \longrightarrow AgBr \downarrow + NaNO_3$$

(جـ) اليوديد:

يتكون راسب أصفر متجبن من يوديد الفضة لا يذوب فى حامض النيتريك المخفف ولا فى النشادر والمخففة أو المركزة.

$$AgNO_3 + NaI \rightarrow AgI + NaNO_3$$

3- تفاعل محلول الملح مع محلول خلات الرصاص $Pb(OOCCH_3)_2$

(أ) الكلوريد:

راسب أبيض من كلوريد الرصاص $PbCl_2$ (ركز المحلول) ويذوب هذا الراسب بالغليان ويترسب بالتبريد.

(ب) البروميد

راسب أبيض متبلور من بروميد الرصاص ويذوب فى المحلول بالغليان ويترسب بالتبريد ولكن سرعة ذوبانه فى الماء المغلى أقل من كلوريد الرصاص.

(جـ) اليوديد

راسب أصفر من يوديد الرصاص فى كمية كبيرة من الماء المغلى ويعطى محلول عديم اللون بتبريد هذا المحلول تنفصل بلورات ذهبية من يوديد الرصاص.

4- تفاعل محلول الملح مع ماء الكلور والكلوروفورم

أضف إلى محلول الملح فى أنبوبة إختبار قليل من محلول الكلور ونقطة من حامض الكبريتيك المخفف ثم قليل من الكلوروفورم ورج الأنبوبة.

(أ) الكلوريد:

لا يحدث تفاعل

(ب) البروميد

ينفصل البروم ويلون طبقة الكلوروفورم السفلى باللون البرتقالى.

$$2\ NaBr + Cl_2 \longrightarrow 2\ NaCl + Br_2$$

(جـ) اليوديد

ينفصل اليود ويلون الطبقة السفلى باللون البنفسجى.

$$2\ NaI + Cl_2 \longrightarrow 2\ NaCl + I_2$$

5- كشف الحلقة السمراء(كشف خاص بالنيترات):

أضف إلى محلول الملح فى أنبوبة اختبار قليل من محلول كبريتات الحديدوز $FeSO_4$ ثم أضف نقطة من حامض الكبريتيك المركز تضاف ببطء على جدار الأنبوبة فتتكون حلقة سمراء عند السطح الفاصل تزول بالرج أو التسخين.

❖ الكشف عن الشق الحامضى لأملاح المجموعة العامة (جـ)

أملاح هذه المجموعة لا تتفاعل مع dil. HCl أو Conc. H_2SO_4 وتشمل مجموعتى الفوسفات PO_4^{3-} ، كبريتات SO_4^{2-} والبورات $B_4O_7^{2-}$.

أملاح كبريتات:

1 - بإضافة محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$ إلى محلول الملح يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم وفى حالة مجموعة الكبريتات لايذوب فى dil. HCl او أى حمض مخفف.

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2\ NaCl$$

2 - محلول الملح الكبريتات إلى محلول خلات الرصاص يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص لا يذوب فى الأحماض المخففة.

$$Na_2SO_4 + Pb(CH_3COO)_2 \rightarrow PbSO_4 \downarrow + 2\ CH_3COONa$$

أملاح الفوسفات:

1 - بإضافة محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$ إلى محلول الملح يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم مع محلول كلوريد الباريوم ولكنه يذوب فى حامض HCl وكذلك الخليك.

$$2\ Na_3PO_4 + 3BaCl_2 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2 \downarrow + 6NaCl$$

2 - يكشف عن الفوسفات بإضافة محلول موليبدات الأمونيوم المحمض بحامض النيتريك إلى محلول الملح ثم التسخين حيث يتكون راسب أصفر كنارى من فوسفور موليبدات الأمونيوم.

3 - عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الفوسفات يتكون راسب أصفر يذوب فى حامض النيتريك المخفف.

$$3AgNO_3 + Na_3PO_4 \rightarrow Ag_3PO_4 \downarrow + 3NaNO_3$$

4 - عند إضافة محلول الفوسفات إلى محلول خلات الرصاص يتكون راسب أصفر من فوسفات الرصاص.

$$3Pb(CH_3COO)_2 + 2\ Na_3PO_4 \rightarrow Pb_3(PO_4)_2 \downarrow + 6\ CH_3COONa$$

أملاح البورات:

1 - حمض البوريك عبارة عن مادة بللورية صلبة تذوب بصعوبة فى الماء ولكن ملح الصوديوم (بورات الصوديوم $Na_2B_4O_7.\ 10H_2O$) يذوب بسهولة فى الماء ويعرف باسم البوراكس.

محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من بورات الباريوم تذوب فى الأحماض المخففة.

$$BaCl_2 + Na_2B_4O_7 \longrightarrow BaB_4O_7 \downarrow + 2NaCl$$

2 - محلول الملح + محلول $AgNO_3$: يتكون راسب أبيض يذوب فى الامونيا وأيضا يذوب فى حمض النيتريك (مختلفا عن الكلوريد).

3 - اختبار الجلسرين: ضع نقطة واحدة من محلول الفينول فثالين .ph.ph على محلول البورات فيظهر لون قرمزى أضف نقط من الجلسرين حتى يختفى اللون القرمزى ثم بالتسخين يظهر اللون وبالتبريد يختفى.

خطة الكشف عن الشقوق الحامضية للأملاح فى الحالة الصلبة

يتم أولاً دراسة الخواص الفيزيائية للملح المجهول من حيث الحالة البلورية واللون والذوبانية وتأثير محلوله على ورق عباد الشمس وكذلك تأثير الحرارة ثم نقوم بإتباع الجدول الآتى:

التجربة	الملاحظة	النتيجة
الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف (تسخين بسيط)	تصاعد غاز CO_2	أ) كربونات أو بيكربونات
	تصاعد غاز SO_2	أ) كبريتيت (المحلول يظل رائق) ب) ثيوكبريتات (المحلول يتعكر)
	تصاعد غاز H_2S له رائحة البيض الفاسد	كبريتيد
	أبخرة بنية عند الفوهة	نيتريت
المادة الصلبة + H_2SO_4 المركز (التسخين)	تصاعد غاز HCl شفافا يكون سحب بيضاء عند تقريب ورقة مبللة بالنشادر	كلوريد
	أبخرة برتقالية كثيفة من غاز الـ Br_2	برميد
	أبخرة بنفسجية من غاز اليود	يوديد
	أبخرة بنية خفيفة تزداد بالغليان	نترات
محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم	راسب أبيض لا يذوب فى حمض النيتريك	كبريتات
	راسب أبيض يذوب فى حمض النيتريك المخفف	بورات أو فوسفات
محلول الملح + محلول نترات الفضة	راسب أبيض يتحول إلى بنى بالغليان	بورات
	راسب أصفر	فوسفات

التجربة (2): الكشف عن الشقوق الحامضية لبعض الاملاح البسيطة- اعداد مخطط التحليل الوصفي للشقوق SO_4^{2-}, Cl^-, HCO_3^-

Lab.(2): Anionic identification of some simple single salts- Developing qualitative analysis of anions; SO_4^{2-}, Cl^-, HCO_3^-.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور إلى المختبر:

1 - ما هي المجموعة التي ينتمي اليها كل من الشقوق الحامضية المذكورة في هذه التجربة ؟

2 - اذكر اسم الكاشف الرئيسي لكل مجموعة من هذه الشقوق التي صنفتها .

الأساس النظري:

في هذه التجربة سوف تعطى ثلاث أملاح في حالتها الصلبة يحتوي كل ملح على شق حامضي واحد. وهذه الشقوق هي SO_4^{2-}, Cl^-, HCO_3^- . و من ثم سوف تقوم بإضافة الكواشف على حدى إلى كل ملح اما في حالته الصلبة أو محلوله المائي. بعد ذلك قم بتدوين ملاحظاتك في الجدول. من خلال التمييز بين هذه الملاحظات يمكنك ان تصمم خطة للكشف عن أي من هذه الشقوق الثلاثة. يمكنك التأكد من صحة خطة الكشف التي اقترحتها اذا ما تتبعت من خلال هذا المخطط الكشف عن عينة مجهولة لأي من هذه الأملاح الثلاثة أو في مخلوط يتألف من أثنين إلى ثلاثة من هذه الأملاح.

- **مخـــرجات التعلـــــــــــــــم**

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

1 - تقدر وصفيا (تتعرف على) هذه الشقوق الحامضية في أملاحها البسيطة أو مخالطيها المجهولة .

2 - تمييز الكاشف المناسب لكل مجموعة من الشقوق الحامضية.

3 - تصمم خطة كشف لعدد اكبر و أنواع مختلفة من الشقوق الحامضية.

الأدوات المستخدمة:

- ❖ أنبوبة اختبار
- ❖ سداد مطاطي مزود بمنفذ تمر خلالها أنبوبة زجاجية على شكل حرف U
- ❖ موقد بنسن (Bunsen burner) للتسخين
- ❖ كاس زجاجي (500 ml)

- أوراق ترشيح
- ساق زجاجية
- دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- مسحوق صلب لأملاح بسيطة تحتوي على أيونات SO_4^{2-}, Cl^-, HCO_3^-
- محاليل محضرة لهذه أملاح بسيطة بتركيز 0.1-0.2 M
- حمض الهيدروكلوريك المركز Conc. HCl
- حمض الكبريتيك المركز Conc. H_2SO_4
- محلول من $BaCl_2$ بتركيز 0.2 M
- محلول من $AgNO_3$ بتركيز 0.1 M
- محلول من $Ca(OH)_2$ بتركيز 0.2 M (ماء الجير)
- محلول من $Pb(CH_3COO)_2$ بتركيز 0.2 M
- محلول من حمض النيتريك المخفف HNO_3 بتركيز 0.2 M
- ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- يجب وضع النظارات و كمامات الأنف قبل البدء بالتجربة وعدم محاولة التعرف على رائحة الابخرة المتصاعدة من التفاعلات.
- يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة (H_2SO_4 و HCl) عند نقل الكميات المطلوبة التي تريدها من عبواتها و اضافتها إلى أنبوبة الاختبار ، بحيث تضمن عدم اتصالها مع الجلد و ذلك بارتداء قفازات اليدين.
- يجب غسل الكاس الزجاجي قبل و بعد نقل أي محلول من الزجاجة الموضوع فيها لتجنب تلوث هذه المحاليل ببعضها البعض.

خطوات العمل:

(1) ضع في أنبوبة اختبار كمية صغيرة من الملح الصلب الذي يحتوي على أيونات البيكربونات HCO_3^- . اضف قطرات من حمض الهيدروكلوريك المركز ، ثم لاحظ ما

يحدث. اذا حدث فوران ، اضف قطرات اضافية من حمض الهيدروكلوريك المركز ، ثم غطي فوهة أنبوبة الاختبار مباشرة بالسداد المطاطي (مثبت عليه مسبقا أنبوبة زجاجية على شكل حرف U) و اجعل الطرف الأخر من أنبوبة U مغمور في كاس زجاجي مملوء بماء الجير. لاحظ ماذا يحدث لماء الجير.

كرر الخطوة (1) ولكن باستخدام كمية صغيرة من ملح الكلوريد Cl^- مرة و ملح الكبريتات SO_4^{2-} مرة اخرى.

(2) ضع في أنبوبة اختبار كمية صغيرة من ملح الكلوريد Cl^- الصلب و اضف اليها قطرات من حمض الكبريتيك المركز ، ثم لاحظ ما يحدث. اذا تصاعدت ابخرة ، ما هو لونها ؟ اضف قطرات اخرى من حمض الكبريتيك المركز عرض فوهة أنبوبة الاختبار لورقة مبللة بمحلول الامونيا المركز ، لاحظ ما يحدث.

كرر الخطوة (2) ولكن باستخدام كمية صغيرة من ملح البيكربونات HCO_3^- مرة و ملح الكبريتات SO_4^{2-} مرة اخرى.

(3) خذ 2 mL من محلول لملح الكبريتات SO_4^{2-} في أنبوبة اختبار. اضف 2 mL من محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$ إلى أنبوبة الاختبار ، ثم لاحظ ماذا يحدث.

كرر الخطوة (3) ولكن بأخذ 2 mL من محلول لملح الكلوريد Cl^- مرة ومحلول الكربونات HCO_3^{2-} مرة اخرى.

(4) ضع 2 mL من محلول لملح الكربونات HCO_3^- في أنبوبة اختبار. اضف اليها 1 mL من محلول خلات الرصاص $Pb(CH_3COO)_2$. هل تكون راسب ؟ سخن انبوبة الاختبار بلطف حتى الغليان ثم اترك المحلول ليبرد. يمكنك تكرير التسخين و التبريد عدة مرات و لاحظ ماذا يحدث للراسب على الساخن و البارد.

كرر الخطوة (4) ولكن بأخذ 2 mL من محلول لملح الكلوريد Cl^- مرة ومحلول ملح الكبريتات SO_4^{2-} مرة اخرى.

(5) دون كل ملاحظاتك في الجدول.

(6) اغسل يداك جيدا قبل أن تغادر المختبر.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification	أسم الطالب : -..... اسماء الطلاب المشاركين : - (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن : -من..... إلى..... اليوم و التاريخ : -.....(...../...../..... 20)
(2) عنوان التجربة Title of Experiment	الكشف عن الشقوق الحامضية لبعض الاملاح البسيطة - اعداد مخطط التحليل الوصفي للشقوق SO_4^{2-}, Cl^-, HCO_3^-
(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose	

(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations

(1) دون جميع ملاحظاتك في الجدول التالي :

الكاشف Reagent	Anions		
	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}
Test 1 Conc. HCl			
Test 2 Conc. H_2SO_4			
Test 3 $BaCl_2$			
Test 4 $Pb(CH_3COO)_2$			

(2) أكمل معادلات التفاعلات التالية ، موضحا ما اذا كان في النواتج راسبا او ابخرة يمكن ان نستدل من خلالها عن نوع الشق الحامضي. يمكنك ايضا ان تلصق صورا فوتوغرافية قد تكن ألتقطها اثناء ملاحظتك للنتائج عمليا:

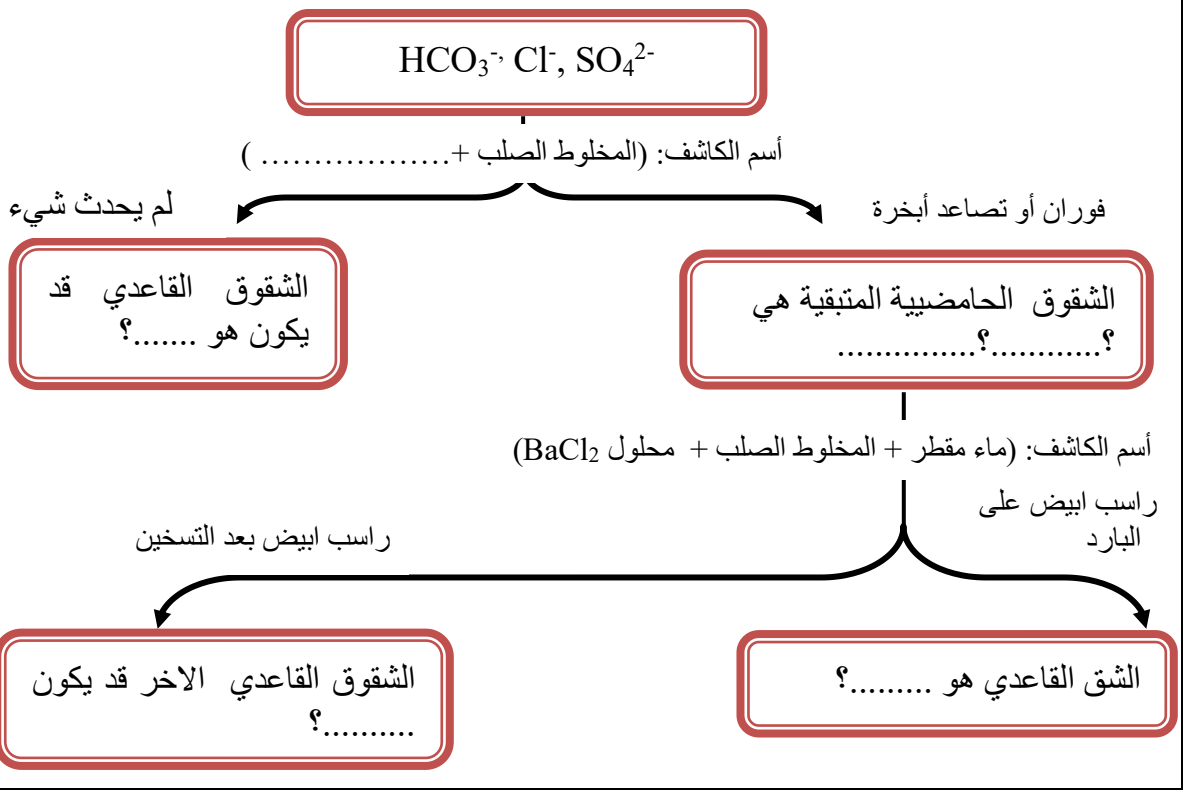
1. $NaHCO_3 + HCl \longrightarrow$ _____ + _____ + _____

2. $CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow$ _____ + _____
3. $H_2SO_4 + 2\ NaCl \longrightarrow$ _____ + _____
4. $NH_4OH + HCl \longrightarrow$ _____ + _____
5. $Pb(CH_3COO)_2 + 2\ NaHCO_3 \rightarrow$ _____ + _____
6. $Pb(CH_3COO)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow$ _____ + _____
7. $Pb(CH_3COO)_2 + 2\ NaCl \rightarrow$ _____ + _____

(5) المناقشة Discussion

(6) الاستنتاج Conclusion

يمكنك الان ان تصمم مخطط للكشف عن هذه الشقوق الحامضية في مخلوط من أملاحها الصلبة ، موضحا التتابع المناسب في الكشف عنها . و للتبسيط اكمل الفراغات بوضع الشقوق الحامضية المناسبة في مكانها الصحيح:



(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

(1) اعطيت لك عينة من مسحوق يشك بأنه ملح بيكربونات الصوديوم ، و ضح كيف يمكنك اثبات وجود أيون الكربونات (HCO_3^-) فقط هذه العينة.

(2) وجدت علبتين لملحين في المختبر وكان على كل علبة ملصق. احداهما كتب عليه ($NaCl$) و كتب على ملصق العلبة الاخر (Na_2SO_4). فإذا كنت تشك من أنه حدث تغيير اثناء وضع الملصقين ، وضح مع ذكر السبب التجربة التي ستقوم بإجرائها للتأكد من أن وضع هذين الملصقين كان صحيحا ام لا.

(3) صمم مخطط مناسبا لفصل هذه الشقوق الحامضية الثلاثة (HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2}) و كيفية الكشف عنها في عينة من مخلوط لأملاحها الصلبة.

التجربة (3): تحضير محاليل قياسية (صلب – سائل) و (سائل - سائل) و ضبط تركيز و التعبير عنها بالوحدات المختلفة

Lab.(3): Preparation and standardization of solid-liquid and liquid-liquid solutions expressed in different concentration units.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور إلى المختبر:

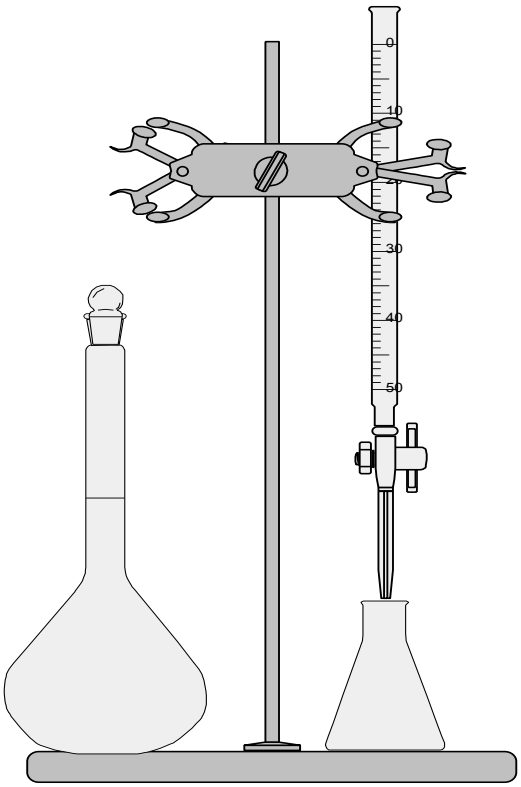
1 - ما هي أهم الشروط الواجب توافرها في المادة الأولية لتحضير المحلول القياسي ؟

2 - لماذا لا يعتبر محلول هيدروكسيد الصوديوم من المحاليل القياسية؟

3 - هل يمكن استخدام المحاليل غير القياسية لتعيين تراكيز المحاليل الأخرى المجهولة؟

الأساس النظري:

المحلول القياسي هو المحلول الذي تركيزه الفعلي بعد التحضير هو نفسه المتوقع والمحسوب نظريا . وتتميز المحاليل القياسية بأن تراكيزها لا تتغير بمرور الزمن حيث يظل تركيز المحلول القياسي ثابتاً لعدة شهور او سنوات من تحضيره ولكن في الواقع قليل من الكواشف تبقى محاليلها ثابتة طوال هذا الزمن، لذا فإن كثيراً منها يحتاج إلى عملية **ضبط التركيز** كل فترة معينة. و تتم عملية ضبط تركيز المحاليل القياسية بواسطة المعايرة . و في **عملية المعايرة** نقوم بإضافة محلول قياسي اخر معلوم تركيزه بدقة (**الكاشف**) تدريجيا بواسطة سحاحة إلى دورق مخروطي يحتوي على المحلول المادة المراد التأكد من تركيزها او ضبط تركيزها من وقت لأخر. و تستمر عملية الاضافة حتى الوصول إلى نهاية التفاعل و التي يستدل عليها بتغير لون **الدليل** (صبغة عضوية تتغير لونها عند نقطة انتهاء التفاعل). بعد ذلك تجرى الحسابات من اجل تعيين تركيز المحلول القياسي او ضبط تركيزه. و في هذه التجربة سيطلب منك تحضير محلولين قياسيين احداهما بإذابة المادة الصلبة في سائل (HCl في الماء) و الاخر بإذابة سائل في سائل اخر (HCl في الماء). و بعد ذلك ستقوم بضبط تركيزها (عياريتها) بمعايرتها بمحلول قياسي اخر قد سبق تحضيرها مسبقا. و بعد ذلك يمكن التعبير عن تراكيز المحاليل القياسية التي حضرتها ، مستخدما عدة وحدات ، مثل المولارية (M) و النسبة المئوية وزن إلى حجم (w/v%) و النسبة المئوية حجم إلى حجم (v/v%) و وحدة الجزء من الف (ppt) و الجزء من مليون (ppm) ، و غيرها.



شكل (1): تجهيزات المعايرة الحجمية

- **مخـــرجات التعلـــــــــــــــــم**

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

1 - تحضير الكثير من المحاليل القياسية من موادها الصلبة و السائلة و بتراكيز مختلفة.

2 - تعيين و ضبط تركيز المحاليل القياسية و غير القياسية.

3 - التعبير عن تركيز المحاليل بالعديد من الوحدات المستخدمة.

4 - تعيين تركيز محلول أي عينة مجهولة التركيز باستخدام طريقة المعايرة.

الأدوات و الاجهزة المستخدمة:

- ❖ دورق قياسي (500 mL)
- ❖ كاس زجاجي (500 mL)
- ❖ مخبار مدرج (25 mL)
- ❖ سحاحة (50 mL)

- ماصة (10 mL) مزودة بشفاط مطاطي
- دورق مخروطي (250 mL)
- حامل لتثبيت السحاحة
- قمع
- ميزان حساس
- دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- حمض الهيدروكلوريك المركز Conc. HCl
- هيدروكسيد الصوديوم عالي النقاوة NaOH
- محاليل قياسية محضرة من HCl و NaOH تم ضبط تركيزه حديثا حيث لا يزيد تراكيزكل منها عن 0.01 N
- دليل الفينولفثالين PhPh او 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 الزجاجة و اضافتها إلى المخبار المدرج ، بحيث تضمن عدم اتصالها مع الجلد و ذلك بارتداء قفازات اليدين. كمل يجب استخدام الشفاط المطاطي لنقل الحمض بواسطة الماصة لتفادي وصول الحمض إلى الفم.
- يجب غسل الكاس الزجاجي و الماصة و المخبار المدرج قبل و بعد نقل أي سائل من الزجاجة لتجنب تلوث هذه السوائل ببعضها البعض.
- يجب الإسراع في عملية الوزن لهيدروكسيد الصوديوم، وعدم ترك زجاجة هيدروكسيد الصوديوم مفتوحة بل يجب غلقها.

خطوات العمل:

(1) حضر محلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك بتركيز 0.01 N

(أ) احسب وزن حمض الهيدروكلوريك المركز معبرا عنه بالجرام اللازم لتحضير محلول مائي تركيزه 0.01 N و ذلك باستخدام العلاقة التالية:

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

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

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

N = العيارية المطلوبة (تساوي 0.01 N)

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

V_{mL} = حجم المحلول القياسي المراد تحضيره من الحمض (و يساوي حجم الدورق القياسي المستخدم 500 mL)

(ب) استخدم قيمة الكثافة (d) المدونة على زجاجة حمض الهيدروكلوريك HCl المركز لتحويل وزن الحمض بالجرام إلى حجم معبرا عنه بالميلليتر.

(ج) بواسطة الماصة او المخبار المدرج لنقل الحجم المطلوب من HCl المركز إلى دورق قياسي سعته 500 mL. بعد ذلك خفف بالماء المقطر و اكمل حتى تصل للعلامة الموضحة في عنق الدورق و اغلق بعد ذلك الدورق بإحكام.

(2) حضر محلول قياسي من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.01 N

(أ) احسب وزن NaOH معبرا عنه بالجرام اللازم لتحضير محلول مائي تركيزه 0.01 N و ذلك باستخدام العلاقة المذكورة سابقا الفقرة (أ) – الخطوة (1)

(ب) استخدم الميزان الحساس و في مكان جاف لوزن كمية هيدروكسيد الصوديوم المطلوبة ، ثم اذب هذه الكمية في 100 mL من الماء المقطر الموجود في الكاس الزجاجي.

(جـ) بعد الانتهاء من الاذابة ، انقل المحلول إلى دورق قياسي حجمه 500 mL . و من ثم اكمل بالماء المقطر حتى العلامة. تأكد من اغلاق الدورق بإحكام

(3)أضبط تركيز المحلول القياسي الذي حضرته من NaOH (و ليكن تركيزه *N*) بمعايرته بمحلول قياسي اولي من HCl (و ليكن تركيزه *N′*)

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

(ب) املأ السحاحة مستخدماً قمع بحمض الهيدروكلوريك HCl القياسي الاولي (سيعطى لك جاهزا و معلوم التركيز و ليكن N') حتى يصل الحمض اعلاها ثم افتح صمام التحكم السفلي بالسحاحة لانزال مستوى الحمض بالسحاحة حتى العلامة صفر.

(جـ) اغسل دورقا مخروطياً سعته 250 mL بالماء المقطر ثم بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH القياسي المراد ضبط (الذي قمت بتحضيره و تركيزه لازال مجهولا وليكن N)

(د) اغسل ماصة سعتها (10 mL) بالماء المقطر ثم بمحلول هيدروكسيد الصوديوم.

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

(و) اضف قطرتين او ثلاث من دليل الفينولفثالين (phph) على محلول NaOH(المحلول بالدورق المخروطي) لتحصل محلول اللون الأحمر الوردي او استخدم دليل الميثيل البرتقالي (MO) لتحصل على اللون الاصفر البرتقالي.

(ز) ابدأ المعايرة بإضافة حمض الهيدروكلوريك (HCl) الموجود بالسحاحة تدريجياً إلى محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) الموجود بالدورق المخروطي مع رج الدورق المخروطي باستمرار أثناء المعايرة. وهي النقطة التي (end point – e.p) وعند نقطة النهاية يتفاعل عندها جميع هيدروكسيد الصوديوم في الدورق المخروطي مع الحمض وفقاً للتفاعل التالي:

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

حيث يتغير لون دليل الفينولفثالين إلى عديم اللون ، اما دليل الميثيل البرتقالي فيتغير إلى لون وردي فاتح. وعند الحصول على هذا التغييرات في اللون نوقف المعايرة على الفور و سجل الحجم النازل من السحاحة (و ليكن V').

(س) كرر عملية المعايرة ثلاث مرات: أي كل الخطوة (3) من (أ) حتى (ز) ، ثم خذ متوسط قراءات الحجوم الثلاثة.

(4) أضبط تركيز المحلول القياسي الذي حضرته من HCl (و ليكن تركيزه N) بمعايرته بمحلول قياسي اولي من NaOH (و ليكن تركيزه N')

كرر الخطوة (3) بجميع تفاصيلها و لكن باستثناء و احد هو أن تملأ السحاحة بحمض الهيدروكلوريك HCl القياسي الذي قمت بتحضيره و المراد ضبط عيارته . بينما اسحب بالماصة 10 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم الذي ستحصل عليه جاهزا ذات التركيز المعلوم بدقة وضعها في الدورق المخروطي.

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

(6) اغسل يداك جيدا قبل أن تغادر المختبر.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية **Identification**	**أسم الطالب :** -..... **اسماء الطلاب المشاركين** : - **(1)**.....**(2)**..... **(3)**..... **المجموعة :**.....**الزمن** : -من..... إلى..... **اليوم و التاريخ** : -.....**(...../...../..... 20)**
(2) عنوان التجربة **Title of Experiment**	**تحضير محاليل قياسية (صلب – سائل) و (سائل - سائل) و ضبط تركيز و التعبير عنها بالوحدات المختلفة**
(3) الهدف او الغاية من التجربة **Objective or Purpose**	
(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations	

(1) دون الحجوم النازلة من السحاحة في الجدول التالي ثم خذ المتوسط:

التجربة	ضبط عيارية NaOH الحجم المسحح من HCl (V')	ضبط عيارية HCl الحجم المسحح من HCl (V')
Test 1		
Test 2		
Test 3		
المتوسط		

(2) احسب عيارية المحلول القياسي N لكل محلول قياسي قمت بتخضيرة و قارن بالعيارية المحسوبة نظريا:

لحساب العيارية عمليا ، استخدم العلاقة التالية:

$$\mathrm{N} = \frac{\mathrm{Wt.\,(g)} \times 1000}{\mathrm{Eq.\,Wt.} \times\times \mathrm{V_{mL}}}$$

و لحساب العيارية نظريا ، استخدم العلاقة التالية:

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

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

عبر عن تركيز المحاليل القياسية التي حضرتها بالوحدات الموضحة في الجدول:

	عيارية NaOH (*N*)=.....	عيارية HCl (*N′*) .....
M		
w/v%		
Ppt		
Ppm		

(5) المناقشة Discussion

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

(1)هل لاحظت في هذه التجربة فرقا كبيرا بين الجم المسحح عند استخدامك دليلي الفينولفثالين (PhPh) و الميثيل البرتقالي (MO) ؟ و لماذا؟

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

(3) لديك التفاعل التالي:

$$H_2SO_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_4 + 2H_2O$$

فإذا تفاعل (2 mmol) من الحمض مع القاعدة $Ba(OH)_2$، فاحسب وزن القاعدة اللازم لإتمام التفاعل.

(علما بأن الكتل الذرية: Ba = 137, O = 16, H = 1).

التجربة (4): تحضير محاليل مائية من احماض و قواعد قوية و ضعيفة و قياس التغيير في الاس الهيدروجيني لها

Lab.(4): Preparation and pH change measurement of aqueous solutions of strong and weak acids and bases

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور إلى المختبر:

1 - ما المقصود بحمض لويس و قاعدة لويس ، مع ذكر مثال لكل منهما ؟

2 - ما هو مفهوم لوري و برونستد لتعريف الحمص و القاعدة ، معززا اجابتك بمثال؟

3 - عرف الاحماض الأكسجينية و اللاأكسجينية ، مع ذكر أمثلة ؟

الأساس النظري:

الحمض القوي هو الحمض الذي يتفكك كلياً في الماء. ومن أمثلته (HCl, HI, H_2SO_4, $HClO_4$, $HClO_3$, HNO_3)

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

$$H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^- \rightarrow H^+ + SO_4^{2-}$$

و القاعدة القوية هي التي تتفكك في الماء كليا . ومن أمثلتها: ($LiOH$, $NaOH$, KOH, $RbOH$, $CsOH$, $Ba(OH)_2$, $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$)

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

اما الحمض الضعيف سمي بهذا الاسم لأنه يتفكك جزئياً في الماء. ومن أمثلتها: (HF, CH_3COOH, $HCOOH$, $H_2C_2O_4$)

$$HF \leftrightarrow H^+ + Cl^-$$

و السهم المتضاد يعبر عن حالة الاتزان في هذا التحلل الضعيف لهذه الاحماض الضعيفة . و بالمثل يحدث تفكك ضعيف او جزئي للقاعدة الضعيفة في الماء. ومن أمثلتها: (NH_4OH وجميع الامينات)

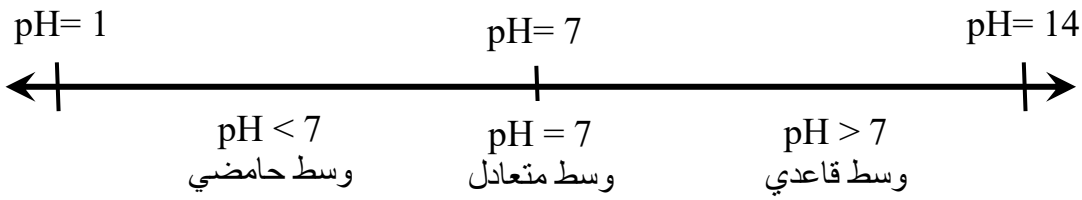
$$NH_4OH \leftrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

ونظرا لان الماء يخضع لتفكك ضعيف و ذاتي و قيمة ثابت التفكك ($K_w= 10^{-14}$) و الذي يعتبر حاصل ضرب التركيز الايون الهيدروجين H^+ و الهيدروكسيل OH^- ،

$$H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^- \quad ; K_w=[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

لذا و ضع تدريج للأس الهيدروجيني للتعبير عن الاوساط الحامضية و القاعدية. و يعرف الأس الهيدروجيني (pH) بانه القيمة السالبة للوغارتم تركيز ايون الهيدروجين:

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



حيث $[H^+]$ يمثل التركيز المولاري لايونات الهيدروجين المتفككة و يبدءا هذا التدريج 1 إلى 14 و في منتصف التدريج عند pH = 7 يعتبر المحلول المائي متعادل كما هو الحال في الماء المقطر. و يكون الوسط حمضيا اذا كان pH < 7 و يكون قاعديا اذا زاد الاس الهيدروجيني اكبر من ذلك للماء المقطر (pH > 7). و بحسب درجة تفكك الاحماض و القواعد في الماء يختلف طريقة حساب الاس الهيدروجيني. و كما لاحظنا في البداية أن الاحماض احادية البروتون مثل HCl تتفكك كليا ، و بالتالي فان $[H^+]$ يساوي نفس التركيز المولاري للحمض وبالمثل بالنسبة للقواعد القوية احادية البروتون و التي تركيزها المولاري يساوي التركيز المولاري لايون الهيدروكسيل $[OH^-]$. اما بالنسبة للاحماض ، فان قيم الـ pH لها يعتمد على ثابت تفكك الحمض الضعيف (K_a) و كذلك للقواعد الضعيفة يؤثر ثابت تفككها (K_b) على قيمة الـ pH لمحاليلها المائية.

و في هذه التجربة ستقوم بتحضير محاليل مائية لعدد من الاحماض و القواعد القوية و الضعيفة . ثم ستقوم بحساب قيمة الاس الهيدروجيني لها نظريا و ستتأكد منها عمليا بواسطة استخدام جهاز قياس الهيدروجيني (pH-meter) . بعد ذلك سوف تضيف احجام متساوية من هذه المحاليل إلى الماء المقطر وتتبع التغيير في قيمة الـ pH للماء و هذه المحاليل.

- **مخـــرجات التعلـــــــــــــــــم**

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

1 - تحضير محاليل مائية لأحماض و قواعد قوية و ضعيفة.

2 ـحساب الـ pH للمحاليل الاحماض و القواعد و ضبط قيمة الـ pH للمحاليل المنظمة المراد تحضيرها بخلط احجام مختلفة من محاليل الاحماض و القواعد الضعيفة.

3 - قياس و تتبع التغيير في قيمة الـ pH عند دراسة حركية تفاعل ما او اجراء معايرة جهديه.

4 - تصنيف الاحماض و القواعد بحسب درجة تفككها في الاوساط المائية.

الأدوات و الاجهزة المستخدمة:

- دوارق قياسي (250 mL)
- كاس زجاجي (500 mL)
- مخبار مدرج (25 mL)
- ماصة (10 mL) مزودة بشفاط مطاطي
- قمع
- جهاز قياس الـ pH- meter
- ميزان حساس
- دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- حمض الهيدروكلوريك المركز Conc. HCl
- هيدروكسيد الصوديوم عالي النقاوة NaOH
- حمض الخليك الثلجي النقي CH_3COOH
- محلول الامونيا عالي التركيز NH_3
- ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- هيدروكسيد الصوديوم مادة كاوية لها تأثير كاوي على الجسم وعليه يجب الحذر من ملامستها للجسم أو العينين.
- ويجب أن لا تعتقد بان الاحماض والقواعد القوية هي الوحيدة التي تسبب اضرارا للجسم إذا أسئ استعمالها، فإن الحوامض والقواعد الضعيفة تسبب أخطاراً أيضا . فالامونيا مثلاً قاعدة

ضعيفة، لكن لها رائحة نفاذة تسبب تهيجا للجهاز التنفسي، وقد يؤدي تنفس كمية كبيرة من غاز الامونيا إلى تشنج (تقلص عضلي لا ارادي) في شعب القصبية الهوائية قد يؤدي إلى الموت.

- ❖ يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة (HCl و حمض الخليك الثلجي) و سوائل القواعد المركزة (الامونيا المركزة) عند انقل الكميات المطلوبة التي تريدها من الزجاجة و اضافتها إلى المخبار المدرج ، بحيث تضمن عدم اتصالها مع الجلد و ذلك بارتداء قفازات اليدين. كمل يجب استخدام الشفاط المطاطي لنقل هذه السوائل المركزة بواسطة الماصة لتفادي وصولها إلى الفم.
- ❖ يجب غسل الكاس الزجاجي و الماصة و المخبار المدرج قبل و بعد نقل أي سائل من الزجاجة لتجنب تلوث هذه السوائل ببعضها البعض.
- ❖ يجب الإسراع في عملية الوزن لهيدروكسيد الصوديوم، وعدم ترك زجاجة هيدروكسيد الصوديوم مفتوحة بل يجب غلقها.
- ❖ يجب التعامل بلطف و حذر مع القطب الزجاجي لجهاز قياس الـ pH . كما يجب غسل القطب بالماء المقطر بعد وضعه في المحلول المراد قياسه. و يحفظ القطب دائما مغمورا في الماء المقطر ، حيث يفقد صلاحيته و يتلف اذا ما ترك جافا

خطوات العمل:

(1)حضر محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.1 M

(أ) احسب وزن NaOH معبرا عنه بالجرام اللازم اذابته و تخفيفه بالماء المقطر لتحضير محلول مائي منه تركيزه 0.1 M و ذلك باستخدام العلاقة التالية:

$$\text{Wt. (g)} = \frac{\text{M} \times \text{Mol. Wt.} \times \text{V}_{\text{mL}}}{10 \times (\text{w/w \%})}$$

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

Mol. Wt. = الوزن الجزيئي للمادة (لهيدروكسيد الصوديوم NaOH و يساوي 40)

M = التركيز المولاري المطلوبة (تساوي 0.1 M)

(w/w %) = نقاوة هيدروكسيد الصوديوم (مذكور على ملصق العبوة)

V_{mL} = حجم المحلول المراد تحضيره من القاعدة (و يساوي حجم الدورق القياسي المستخدم 250 mL).

(ب) استخدم الميزان الحساس و في مكان جاف لوزن كمية هيدروكسيد الصوديوم المطلوبة ، ثم اذب هذه الكمية في 100 mL من الماء المقطر الموجود في كاس زجاجي نظيف.

(جـ) بعد الانتهاء من الاذابة، انقل المحلول إلى دورق قياسي حجمه 500 mL سبق غسله بالماء المقطر و تجفيفه جيدا. ثم اكمل بالماء المقطر حتى العلامة و اغلاق الدورق بإحكام.

(2) حضر محلول الاخرى للأحماض و القواعد السائلة (CH_3COOH, NH_4OH, HCl) بتركيز 0.1 M

(أ) احسب التركيز المولاري لحمض الـ HCl المركز من المعلومات المعطى على ملصق الزجاجة و ذلك بواسطة العلاقة التالية:

$$M = \frac{(w/w\ \%) \times d \times 10}{Mol.\ Wt.}$$

M = التركيز المولاري لحمض الـ HCl المركزالموجود في الزجاجة و اللازم تخفيفه بالماء المقطر للحصول على التركيز المطلوب.

Mol. Wt. = الوزن الجزيئي للمادة (أي لـ HCl و يساوي 36.5)

d = كثافة حمض الـ HCl المركز (مذكورة على ملصق الزجاجة)

(w/w %) = نقاوة هيدروكسيد الصوديوم (مذكورة على ملصق الزجاجة)

(ب) استخدم قانون التخفيف لحساب الحجم بالميلليلتر (**V**) من زجاجة الحمض المركز تركيزه (**M**) لتحضير حجم بسعة الدورق القياسي المستخدم (**V′=250 mL**) من HCl بتركيز(**M′=0.1**):

$$\mathbf{M \times V = M' \times V'}$$

(بعد التخفيف) (قبل التخفيف)

(جـ) خذ بماصة نظيفة و جافة الحجم المحسوب سابقا (**V mL**) من حمض الـ HCl. انقل هذا الحجم من الحمض إلى دورق قياسي سعته 250 mL . ثم اكمل بالماء المقطر حتى العلامة. تأكد من اغلاق الدورق بإحكام.

(د) كرر الخطوة (2) من (أ) إلى (جـ) اتحضير كل من حمض الخليل CH_3COOH و هيدروكسيد الامونيوم HN_4OH و بنفس التركيز المطلوب.

(3) قياس الـ pH للمحاليل الاحماض و القواعد التي تم تحضيرها باستخدام جهاز قياس الاس الهيدروجيني (pH- meter)

(أ) شغل و اضبط الجهاز للقياس و تحت ارشادات و اشراف ني المختبر المسؤول.

(ب) املأ كاس زجاجي بالماء المقطر (حوإلى 100 mL) . اغمر القطب الزجاجي في الماء المقطر انتظر للقراءة حتى تستقر ثم دون قيمة الـ pH للماء المقطر و يفترض ان تساوي 7 .

(جـ) اغسل كاس زجاجي اخر بالماء المقطر ثم بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (0.1 M) المراد قياس الـ pH له. املأ الكاس الزجاجي بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (0.1 M). بعد ذلك اغمر القطب الزجاجي للجهاز تماما في محلول هيدروكسيد الصوديوم. انتظر حتى تثبت القراءة ، ثم دون قيمة الـ pH لمحلول هيدروكسيد الصوديوم و يجب ان اكبر 7 .

(د) كرر الخطوة (جـ) لقياس الـ pH للمحاليل الاخرى (NH_4OH, CH_3COOH, HCl).

(4) تعيين التغيير في الـ pH عند اضافة احجام معينة من الاحماض و القواعد إلى الماء المقطر

(أ) املأ كل كاس زجاجي بالماء المقطر و الاحماض و القواعد تبعا للحجم المدون كما هو موضح في الجدول ادناه.

رقم الكاس / المحلول المضاف	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ماء مقطر	99 mL	99 mL	99 mL	99 mL	98 mL	98 mL
NaOH (0.1 M)	1 mL	___	___	___	___	1 mL
HCl (0.1 M)	___	1 mL	___	___	1 mL	___
NH_4OH (0.1 M)	___	___	1 mL	___	1 mL	___
CH_3COOH (0.1 M)	___	___	___	1 mL	___	1 mL

(ب) استخدم جهاز قياس الاس الهيدروجيني لتقدير الـ pH لكل من المخاليط الستة .

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

(6) اغسل يداك جيدا قبل أن تغادر المختبر.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification	**أسم الطالب :** -..... **اسماء الطلاب المشاركين :** - **(1)**.....**(2)**..... **(3)**..... **المجموعة :**.....**الزمن** : -من..... إلى..... **اليوم و التاريخ** : -.....**(...../...../..... 20)**
(2) عنوان التجربة Title of Experiment	**تحضير محاليل مائية من احماض و قواعد قوية و ضعيفة و قياس التغيير في الأس الهيدروجيني لها**
(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose	

(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations

(1) استخدم المعادلات التالية لحساب الاس الهيدروجيني (الـ pH) للأحماض و القواعد القوية و الضعيفة (نظريا)

(أ) لحمض قوي احادي البروتون

$pH= - \log C_{HA} =$ ……..

حيث C_{HA} يمثل التركيز المولاري للحمض.

(ب) لحمض ضعيف احادي البروتون

$pH=-1/2\log K_a -1/2 \log C_{HA} =$ ……..

حيث C_{HA} يمثل التركيز المولاري للحمض و K_a هو ثابت تفكك الحمض الضعيف ويساوي 1.8×10^{-5} لحمض الخليك.

(جـ) لقاعدة قوي احادي الهيدروكسيل

$pH= 14+ \log C_{BOH} =$ ……..

حيث C_{BOH} يمثل التركيز المولاري للقاعدة.

(د) لقاعدة ضعيفة احادي الهيدروكسيل

$pH=14+1/2\log K_a +1/2 \log C_{BOH} =$ ……..

حيث C_{BOH} يمثل التركيز المولاري للحمض و K_a هو ثابت تفكك الالقاعدة الضعيف ويساوي 1.6×10^{-5} لهيدروكسيد الامونيوم.

(2) دون في الجدول التالي قيم الـ pH المحسوبة (النظرية) و المقاسة (العملية) للمحاليل الاحماض و القواعد مقارنة بالماء المقطر:

المحلول	pH (*نظريا*)	pH (عمليا)
الماء المقطر (H_2O)		
HCl (0.1 M)		
NaOH (0.1 M)		
CH_3COOH (0.1 M)		
NH_4OH (0.1 M)		

(3) دون في الجدول التالي قيم الـ pH المقاسة (العملية) الناتجة عن اضافة احجم معينة من محاليل الاحماض و القواعد إلى الماء المقطر:

رقم المحلول	المكونات	pH (عمليا)
(1)	**99 mL H_2O + 1 mL NaOH (0.1 M)**	
(2)	**99 mL H_2O + 1 mL HCl (0.1 M)**	
(3)	**99 mL H_2O + 1 mL NH_4OH (0.1 M)**	
(4)	**99 mL H_2O + 1 mL CH_3COOH (0.1 M)**	
(5)	**98 mL H_2O + 1 mL NH_4OH (0.1 M) + 1 mL HCl (0.1 M)**	
(6)	**98 mL H_2O + 1 mL CH_3COOH (0.1 M) + 1 mL NaOH (0.1 M)**	

(5) المناقشة Discussion

ركز في مناقشتك على التغير الحاد في الـ pH بين المخلوطين (1) و (2) و التغير الضئيل في المخلوطين (5) و (6)

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

(1) احسب الـ pH لمحاليل الاحماض و القواعد التالية:

(أ) 0.003 M HBr

(ب) 0.015 M HF, $K_a = 1.3 \times 10^{-6}$

(جـ) 0.02 M NH_4OH, $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$

(د) 0.010 M HCl (20 mL) + 0.02 M NH_4OH (40 mL), $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$

(2) احسب تركيز $[OH^-]$ وتركيز $[H^+]$ لمحلول حضر بإذابة قاعدة قوية من هيدروكسيد الليثيوم (10.2 g LiOH) في الماء للحصول على 500 mL من المحلول.

(علما بان الكتل الذرية : Li =7, O = 16, H =1).

التجربة (5): دراسة في التأثير النوعي للأس الهيدروجيني (pH) على ذوبانية بعض الرواسب (مثل CaC_2O_4, $Ba_3(PO_4)_2$)

Lab.(5): Investigation of the qualitative effect of pH on the solubility of some precipitates (e.g.; CaC_2O_4, $Ba_3(PO_4)_2$)

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور إلى المختبر:

1 - عرف ما يلي:

(أ) ذوبانية الراسب (ب) فوق الاشباع النسبي (جـ) حاصل الاذابة (K_{sp})

2 - ما هو تأثير الايون المشترك على ذوبانية الرواسب ، مستعينا بـ CaC_2O_4 و $Ba_3(PO_4)_2$ كمثالين لهذة الرواسب؟ ماهي الايونات المشتركة لكل راسب و ماهو تأثير الزيادة و النقصان في تراكيزها على ذوبانية الراسب؟

الأساس النظري:

معظم المواد الكيميائية تذوب في مذيباتها و لكن تتفاوت في درجة ذوبانها من مادة لاخرى . فمنها من تذوب بسرعة و يطاق عنها مواد سريعة الذوبان ، مثل ملح الطعام (NaCl) في الماء و منها ماخو شحيح الذوبان ، أي أن كمية ضئيلة فقط تذوب منها و الباقي يترسب و يضل في اتزان ديناميكي مع ايوناته في المحلول، مثل كلوريد الفضة (AgCl) في الماء. و مفهوم حاصل ضرب الذوبانية يتعلق بمبدأ ذوبانية الاملاح شحيحة الذوبان في الماء. حيث ان الاملاح شحيحة الذوبان تعمل على تشبع المحلول بأيونات الملح و ينشاء عن ذلك حالة من الاتزان غير المتجانس بين الملح الصلب غير الذائب و ايوناته الذائبة في المحلول المشبع.

وعموما تعتمد ذوبانية هذه الاملاح شحيحة الذوبان على قيمة حاصل الاذابة لها (K_{sp}) و درجة الحرارة و نوع المذيب و تاثير الـ pH و وجود الايون المشترك. و في هذه التجربة سوف يقوم بدراسة تأثير التغيير في الـ pH على درجة ذوبانية بعض الاملاح شحيحة الذوبان مثل CaC_2O_4 و $Ba_3(PO_4)_2$ و ذلك باستخدام محاليل منظمة في اوساط حامضي و قاعدية كما تعلمت ذلك من التجربة (4). و هنا سوف تستخدم طريقة الفقد في الوزن لتحديد الكمية المذابة من هذه الاملاح.

- **مخـــــرجات التعلـــــــــــــــــم**

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

1 - تحدد الوسط المناسب لترسيب الاملاح شحيحة الذوبان.

2 - تتحكم في في درجة ذوبانية الرواسب و ذلك من خلال ضبط الـ pH لوسط الترسيب.

3 - تقارن بين الاملاح شحيحة الذوبان في الاوساط الحامضي و القاعدية.

4 - تفصل الرواسب في خليط منها اعتمادا على تغيير قيمة الـ pH.

الأدوات و الاجهزة المستخدمة:

- ❖ دوارق قياسي (250 mL)
- ❖ كاس زجاجي بسعات مختلفة (500 mL, 300 mL, 100 mL)
- ❖ مخبار مدرج (25 mL)
- ❖ ماصة (10 mL) مزودة بشفاط مطاطي
- ❖ قمع
- ❖ دورقي ترشيح (بمنفذ جانبي)
- ❖ بوتقة جوش Gooch crucible
- ❖ مضخة خلخلة الهواء Vacuum pump
- ❖ جهاز قياس الـ pH- meter
- ❖ ميزان حساس
- ❖ خلاط مغناطيسي Magnetic stirrer
- ❖ فرن Oven
- ❖ مجفف Desiccator
- ❖ دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ❖ اوكسالات الكالسيوم CaC_2O_4
- ❖ فوسفات الباريوم $Ba_3(PO_4)_2$
- ❖ حمض الهيدروكلوريك المركز Conc. HCl

- هيدروكسيد الصوديوم عالي النقاوة NaOH
- حمض الخليك الثلجي النقي CH_3COOH
- محلول الامونيا عالي التركيز NH_3
- ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- هيدروكسيد الصوديوم مادة كاوية لها تأثير كاوي على الجسم وعليه يجب الحذر من ملامستها للجسم أو العينين.
- ويجب أن لا تعتقد بان الاحماض والقواعد القوية هي الوحيدة التي تسبب اضرارا للجسم إذا أسئ استعمالها، فإن الحوامض والقواعد الضعيفة تسبب أخطاراً أيضا . فالامونيا مثلاً قاعدة ضعيفة، لكن لها رائحة نفاذة تسبب تهيجا للجهاز التنفسي، وقد يؤدي تنفس كمية كبيرة من غاز الامونيا إلى تشنج (تقلص عضلي لا ارادي) في شعب القصبية الهوائية قد يؤدي إلى الموت.
- يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة (HCl و حمض الخليك الثلجي) و سوائل القواعد المركزة (الامونيا المركزة) عند انقل الكميات المطلوبة التي تريدها من الزجاجة و اضافتها إلى المخبار المدرج ، بحيث تضمن عدم اتصالها مع الجلد و ذلك بارتداء قفازات اليدين. كمل يجب استخدام الشفاط المطاطي لنقل هذه السوائل المركزة بواسطة الماصة لتفادي وصولها إلى الفم.
- يجب غسل الكاس الزجاجي و الماصة و المخبار المدرج قبل و بعد نقل أي سائل من الزجاجة لتجنب تلوث هذه السوائل ببعضها البعض.
- يجب ان يتوسط دورق ترشيح اخر بين دورق الترشيح المتصل ببوتقة جوش و مضخة خلخلة الهواء لتجنب دخول الماء للمضخة و الذي قد يؤدي إلى اتلافها او حدوث شرر كهربي في المختبر.
- يجب الإسراع في عملية الوزن لهيدروكسيد الصوديوم، وعدم ترك زجاجة هيدروكسيد الصوديوم مفتوحة بل يجب غلقها.
- يجب التعامل بلطف و حذر مع القطب الزجاجي لجهاز قياس الـ pH . كما يجب غسل القطب بالماء المقطر بعد وضعه في المحلول المراد قياسه. و يحفظ القطب دائما مغمورا في الماء المقطر ، حيث يفقد صلاحيته و يتلف اذا ما ترك جافا

خطوات العمل:

(1) كما في التجربة **(4)** حضر 250 mL من كل من المحاليل التالية :

(أ) HCl (0.1 M)

(ب) NaOH (0.1 M)

(جـ) CH_3COOH (0.1 M)

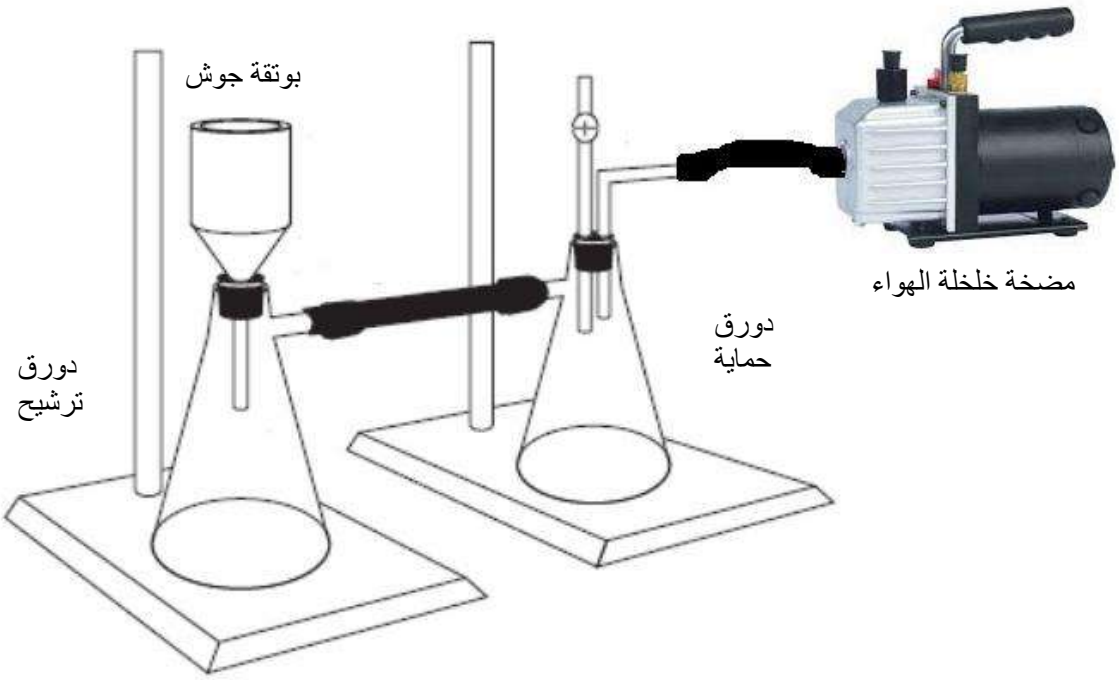
(د) NH_4OH (0.1 M)

(2) املأ كل كاس زجاجي بالماء المقطر و الاحماض و القواعد تبعا للحجم المدون في الجدول ادناه (لاحظ ان الحجوم مقدرة بالميلليلتر mL) . ثم قم بقياس الاس الهيدروجيني مستخدما جهاز قياس الـ pH و دونها في اسفل الجدول.

رقم الكاس / المحلول المضاف	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
ماء مقطر	90	90	90	90	100	90	90	90	90
NaOH (0.1 M)	2	3	4	5	___	___	___	___	___
HCl (0.1 M)	___	___	___	___	___	5	4	3	2
NH_4OH (0.1 M)	___	___	___	___	___	5	6	7	8
CH_3COOH (0.1 M)	8	7	6	5	___	___	___	___	___
القيمة المقاسة للـ pH									

(3) اضف إلى كل كاس 2 g موزون بدقة (و ليكن **W**) من اوكسالات الكالسيوم (CaC_2O_4). امزج محتويات الكاس لمدة عشر دقائق على الخلاط المغناطيسي ، ثم اترك المحلول ليستقر و يركد الراسب في اسفل الكاس.

(4) استخدم بوتقة جوش (سبق وزنها فارغا و ليكن $\mathbf{W_1}$) لفصل الراسب بواسطة الترشيح المخلخل السريع كما هو موضح في الشكل ادناه و تحت ارشادات الفني و المدرس المختصين.



(5) اغسل الراسب بالماء المقكر ثلاث مرات (5 mL في كل مرة)، انقل البوتقة إلى الفرن و اتركها لتجف عند درجة حرارة 80 – 90 °C لمدة 20 دقيقة . اخرج البوتقة من الفرن و احفظها لتبرد في المجفف ، ثم قم بوزنها و ليكن $\mathbf{W_2}$.

(6) كرر الحطوات السابقة من خطوة (2) إلى (5) باستبدال اوكسالات الكالسيوم (CaC_2O_4) بفوسفات الباريوم ($Ba_3(PO_4)_2$)

* ملحوظة: يمكن لمجموعة العمل الاخرى القيام بهذه المرحلة بالتزامن مع المجموعة الاولى.

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

(8) اغسل يداك جيدا قبل أن تغادر المختبر.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification	أسم الطالب : -..... اسماء الطلاب المشاركين : - (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن : -من..... إلى..... اليوم و التاريخ : -.....(...../...../..... 20)
(2) عنوان التجربة Title of Experiment	دراسة في التاثير النوعي للاس الهيدروجيني (pH) على ذوبانية بعض الرواسب (مثل CaC_2O_4, $Ba_3(PO_4)_2$)
(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose	

(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations

(1) دون في الجدولين ادناه وزن البوتقة قبل (W_1) و بعد الترشيح (W_2) و احسب النسبة المئوية للراسب المذاب مقابل الـ pH.

جدول (1): النسبة المئوية لذوبانية اوكسالات الكالسيوم ($C_aC_2O_4$) كدالة في الـ pH

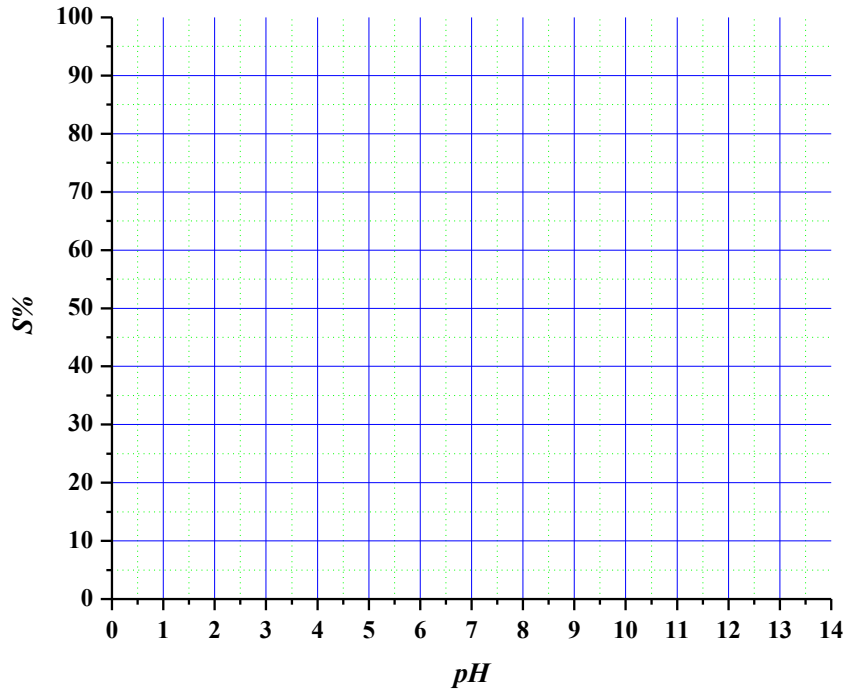
رقم المحلول	pH (عمليا)	وزن البوتقة قبل W_1	وزن البوتقة بعد W_2	النسبة المئوية لذوبانية اوكسالات الكالسيوم (CaC_2O_4) $S\% = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$
(1)				
(2)				
(3)				
(4)				
(5)				
(6)				
(7)				
(8)				
(9)				

جدول (2): النسبة المئوية لذوبانية فوسفات الباريوم $(Ba_3(PO_4)_2)$ كدالة في الـ pH

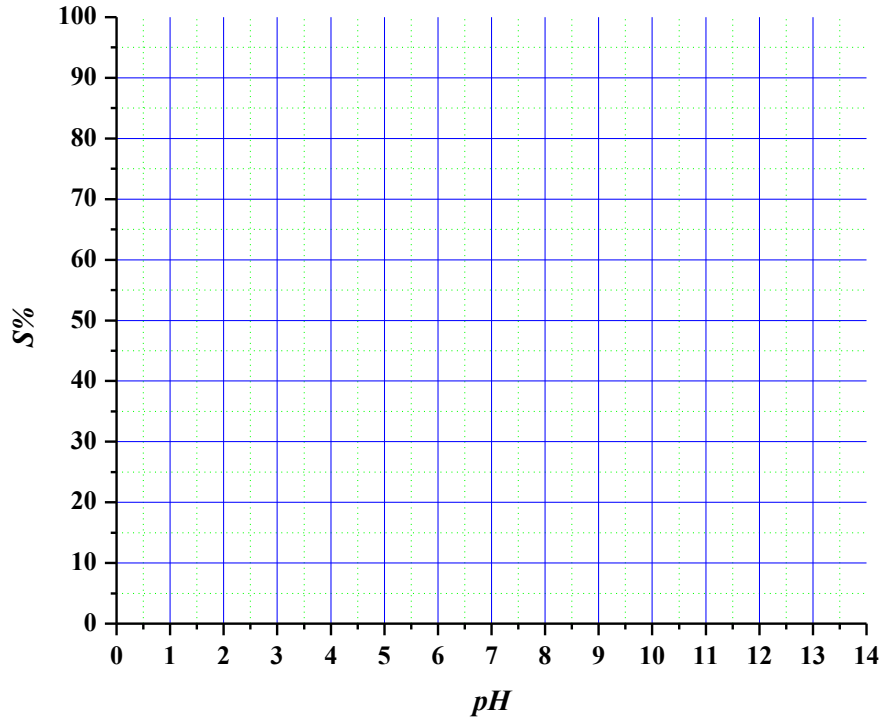
رقم المحلول	pH (عمليا)	وزن البوتقة قبل W_1	وزن البوتقة بعد W_2	*النسبة المئوية لذوبانية فوسفات الباريوم $(Ba_3(PO_4)_2)$* $S\% = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$
(1)				
(2)				
(3)				
(4)				
(5)				
(6)				
(7)				
(8)				
(9)				

(2) مثل البيانات الموجودة في الجدولين (1) و (2) بيانيا ثم اشر إلى قيمة الـ pH التي يحدث عندها اقصى و ادنى ذوبان للراسبين:

الشكل (1):التمثيل البياني النسبة المئوية لذوبانية اوكسالات الكالسيوم $(C_aC_2O_4)$ كدالة في الـ pH



الشكل (2): التمثيل البياني النسبة المئوية لذوبانية فوسفات الباريوم $(Ba_3(PO_4)_2)$ كدالة في الـ pH



(5) المناقشة Discussion

ركز في مناقشتك على تفسير الزيادة و النقص في الذوبانية مع تغيير الـ pH و كذلك الاختلاف في ذوبانية اوكسالات الكالسيوم و فوسفات الباريوم

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

1) بين أي من ازواج الرواسب التالية يترسب اولا. و لماذا؟:

(أ) AgCl ($K_{sp}=1.8\times10^{-11}$) او AgI ($K_{sp}= 8.3 \times10^{-17}$)

(ب) AgCl ($K_{sp}=1.8\times10^{-11}$) او $PbCl_2$ ($K_{sp}= 1.7 \times10^{-5}$)

(جـ) $Ca(OH)_2$ ($K_{sp}=6.5\times10^{-6}$) او $Al(OH)_3$ ($K_{sp}= 3\times10^{-34}$)

(د) $Fe(OH)_2$ ($K_{sp}=6.5\times10^{-6}$) او $Fe(OH)_3$ ($K_{sp}= 3\times10^{-34}$)

(2) تبلغ ذوبانية ملح فوسفات الفضة Ag_3PO_4 (1.8×10^{-5} mol/L)، احسب الـ K_{sp} لهذا الملح.

(3) اذا كانت قيمة الـ K_{sp} لملح كلوريد الرصاص $PbCl_2$ هي (1.7×10^{-5})، احسب ذوبانية هذا الملح معبرا عنها بـالمول لكل لتر.

(4) علل ما ياتي:

(أ) ذوبانية $CaCO_3$ في الماء المقطر اقل من ذوبانيته في محلول الكتروليتي من كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$.

(ب) ذوبانية AgCl في الماء المقطر اكبر بكثير من ذوبانيته في محلول الكتروليتي من هيدروكسيد الامونيوم NH_4OH.

التجربة (6): تقدير نقطة انصهار بعض المواد الصلبة عند الضغط الجوي المعتاد
Lab.(6): Estimation of melting points of some solids at atmospheric pressure.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور إلى المختبر:

1 - رتب المركبات العشرة الاولى من الالكانات العادية بحسب زيادة نقطة الانصهار.

2 - ارسم مخطط الطور للماء موضحا فيه منحنيات تغير الصنف بين الحالات الثلاثة و حدد موقع النقطة الثلاثية .

3 - على مخطط الطور للماء، كيف تفسر لماذا للماء الثلج كثافة اقل من الماء السائل؟

4 - ايضا على مخطط الطور للماء، بين السبب وراء الزيادة في نقطة االغليان و الانخفاض في نقطة التجمد (او نقطة الانصهار) للماء.

الأساس النظري:

اذا اختلفت مادتان كيميائيتان في درجة انصهارهما فهذا بشير إلى وجود اختلاف في تركيبيها الهيكلي او في المجاميع الوظيفية التي تحويها. فمثلا الالدهيدات و الكيتونات التي تتشابه في نفس عدد و ترتيب ذرات الكربون في الهيكل البنائي، كنها تختلف تماما في نقطة انصهارها. و في معظم الحالات أيزومرات او أينانشيومرات نفس المركب ايضا تختلف في درجة انصهارها . بالإضافة إلى اطوار التأصلية لنفس المادة في الحالة الصلبة يمكن التمييز بينها من حيث الاختلاف في نقطة الانصهار. ونظرا لان نقطة الانصهار للمواد الكيميائية النقية تعتبر قيم ثابتة و مميزة لها. وحيث أن وجود نسبة و لو ضئيلة فيها يؤدي إلى زيادة ملحوظة في نقطة انصهارها. وبالتالي يمكن ان تستخدم نقطة انصهار المادة كمؤشر لدرجة نقاوتها. فكلما كانت الفرق في نقطة انصهار المادة تتجاوز ^{o}C 1 مقارنة بالقيمة الفعلية، فان المادة تعتبر نقية إلى حد مقبول. اما اذا حدث الانصهار عند مدى واسع من درجة الحرارة (أى اقل او اكبر بكثير من ^{o}C 1)، فان يمكن الجزم بأن المادة محط الدراسة غير نقية. لذا عند تخليق مركبا عضويا او غير عضويا جديدا، فأنه لابد من قياس ذكر نقطة انصهاره و بدقة.

و في هذه التجربة، ستعطى بعض المركبات البسيطة الموجودة في المختبر . يجب عليك اولا ان تدون نقطة الانصهار لكل مادة كما هو مدون في عبوتها التجارية. بعد ذلك ستقوم بتقدير نقطة الانصهار لكل مادة عمليا باستخدام طريقتين أحداهما تقليدية تعرف ***بطريقة انبوبة ثيليه*** ***Thiele tube experiment.*** انبوبة ثيليه تم تصميمعا على شكل حرف (**b**) لكي تملأ بالزيت و يثبت عليها ترمومتر مدرج متصل به انبوبة شعرية تحتوي على كمية صغيرة جدا لعينة من المادة الصلبة المراد تقدير نقطة

انصهارها . و شكل الانبوبة يلعب دورا هاما في توليد تيارات التبادل الحراري و التي تحافظ على ثبوت درجة الحرارة و توزيعها بصورة متماثلة في كل الزيت في الانبوبة. وفي الطريقة الاخرى و التي تعتبر الاكثر دقة مقارنة بالطريقة السابقة سوف تتعرف على ***جهاز قياس نقطة الانصهار الرقمي Digital melting point apparatus.*** ومزود هذا الجهاز بترمومتر رقمي متصل عبر العديد من الدوائر الالكترونية و المجسات و المعالجات بالتجويف المعدني موصل للحرارة و التي توضع فيه الانبوبة الشعرية المعباه بعينة المادة الصلبة المراد تقديرها. و يجب ظبط المسخن (ملف تسخين كهربي) حول التجويف المعدني معدل بطيء من اجل قياس نقطة الانصهار بدقة و أنتقائية عاليتين. و يتم تسجيل درجة حرارة الانصهار و ذلك بالضغط على زر الايقاف عند رؤية تكون السائل في اسفل الانبوبة الشعرية من خلال العدسة. تسجل درجة الحرارة و يعاد زر الايقاف إلى و ضعه السابق (التشغيل) حتى تختفي المادة الصلبة تماما و تتحول إلى سائل و عندها يضغط على زر الايقاف مرة اخرى و يسمح للسائل بالتبريد التدريجي. و من خلال العدسة يتم مراقب السائل و هو يبرد حتى الوصول إلى مرحلة التغبش (تكون العكارة) و عندها تسجل درجة الحرارة المقابلة. و تؤخذ نقطة الانصهار المقاسة على انها تساوي متوسط درجتي الحرارة التي اخذتا اثناء التسخين (عند بداية تكون السائل) و التبريد (عند بداية تكون التغبش).

- **مخـــرجات التعلـــــــــــــــم**

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

1 - تقدر نقطة انصهار المركبات الكيميائية عمليا و باستخدام عدة طرق.

2 - تختار الطريقة المناسبة و الاكثر دقة لتعيين نقطة انصهار المواد الصلبة.

3 - تحكم على ماذا كان مركبا ما نقيا بدرجة معقولة او يحتوي على مستوى كبير من الشوائب.

4 - تميز بين أيزومرات مركبا ما او اطواره التأصلية في الحالة الصلبة باستخدام الاختلاف في نقطة انصهارها.

5 - تحدد ما اذا كان مركبا ما موجود منفردا او مخلوط مع مركبات اخرى في العينة المقاسة.

الأدوات و الاجهزة المستخدمة:

- ❖ انبوبة ثيليه Thiele tube (125 mL)
- ❖ ترمومتر مدرج بالدرجة المئوية
- ❖ حامل لتثبيت انبوبة ثيليه و الترمومتر

- انابيب شعرية مقفلة من طرف واحد قطرها (1 – 2 mm)
- رباط مطاطي
- موقد بنسن (Bunsen burner) للتسخين
- جهاز قياس نقطة الانصهار الرقمي Digital melting point apparatus
- أوراق ترشيح
- عملة معدنية بحواف مسننة Milled edge coin
- دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- حمض اوكساليك $H_2C_2O_4$
- اوكسالات الصوديوم $Na_2C_2O_4$
- حمض السليسليك $HC_7H_5O_3$
- سليسالدهيد $C_7H_6O_2$
- زيت البرافين

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- يجب ان تكون مرتديا لقفازات اليدين عندما تقوم بتعبئة الانبوبة الشعرية بمسحوق المادة المراد قياس نقطة انصهارها. فاستخدام القفازات ليس فقط لتضمن عدم اتصال هذه المواد مع الجلد, بل ايضا لتحمي يديك من ان تتعرض للوغز او ان تجرح و انت تتعامل مع الانبوبة الشعرية نفسها.
- تعامل مع الترمومتر المدرج برفق و تجنب خدش او رطم مستودع الزئبق، لان ذلك سيؤدي إلى كسر الترمومتر و خروج الزئبق.
- ارتدي نظارات واقية للعين و جعل عيناك على بعد 20 cm من الاشياء الحارة و انت تراقب عملية التسخين في الانبوبة الشعرية و بوجه الخصوص في تجربة انبوبة ثيليه.
- لا تحمل موقد بنسن بيديك او تحركه من موقعه المخصص له على المنضدة، و لكن تحكم في تحريك الحامل اذا كنت تريد ان تجعل اللهب قريبا او بعيدا عن الانبوبة.

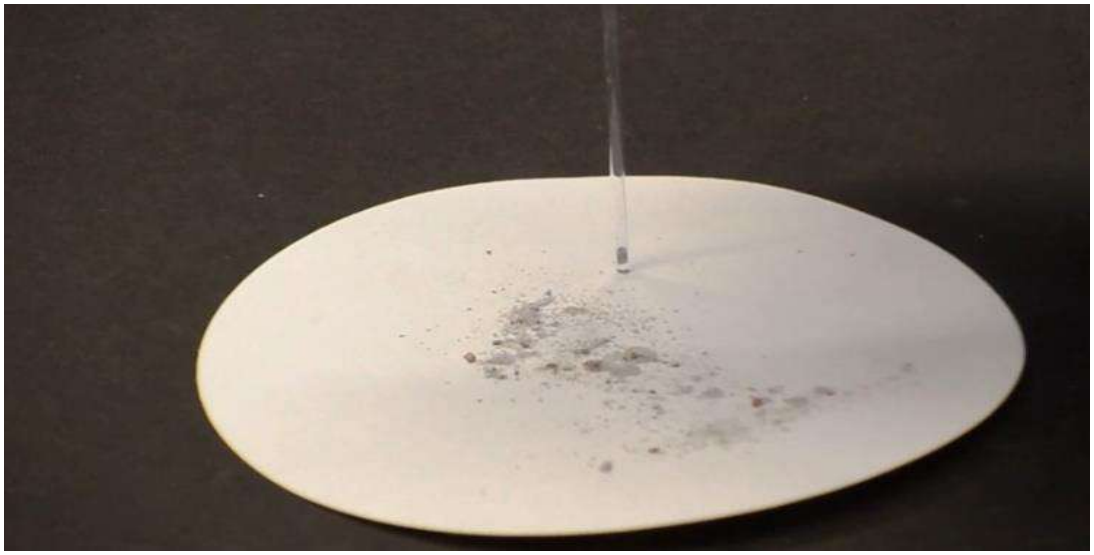
خطوات العمل:

(1)ضع مسحوق لحمض الاكساليك على ورقة ترشيح نظيفة . اضرب بلطف الطرف المفتوح من الانبوبة الشعرية على مسحوق الحمض كما هو موضح بالصورة ادناه (**شكل 1**) لتسمح بدخول عمود من المسحوق يصل ارتفاعه حوالي (4 mm) تقريبا.

(2)انقل بلورات الحمض من الطرف المفتوح (الطرف العلوي) إلى الطرف المغلق (القاع) للانبوبة الشعرية و ذلك بتثبيت قاع الانبوبة الشعرية على المنضدة و حك فوهة الطرف العلوي منها بلطف بالحواف المسننة للعملة النقدية بنفس الالية كما تلاحظ في **شكل 2**.

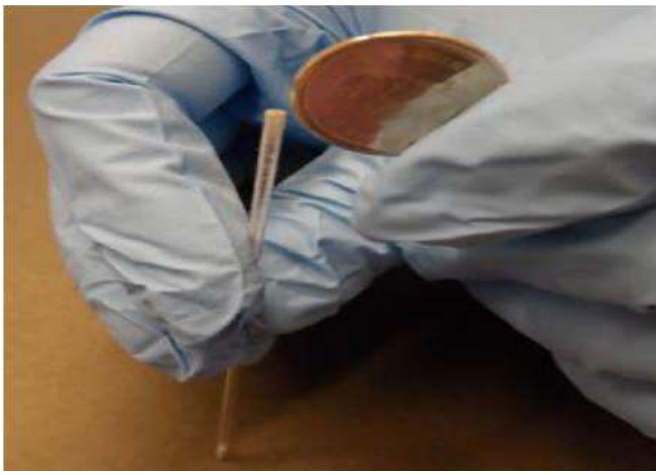
(3) استخدم الرباط المطاطي لاصاق الانبوبة الشعرية باحكام إلى الترمومتر.انظر ذلك في **الشكل 3**.

(4)املأ انبوبة ثيلية بحوالي 100 mL من زيت البرافين النقي وثبت الانبوبة بعد ذلك على الحامل . ثبت الترمومتر و عليه الانبوبة الشعرية على الحامل اعلى انبوبة ثيلية بحيث يكون مستودع الزئبق لترمومتر و كذلك عمود المادة المراد قياسها في قاع الانبوبة الشعرية مغمورين بشكل كافي اسفل سطح الزيت تماما كما هو مبين في **الشكل 4** . و يجد الاشارة الا انه يجب تفادي غمر الرباط المطاطي في الزيت ، لان الزيت سيجعل الرباط المطاطي اكثر مرونة مماقد يؤدي إلى سقوط الانبوبة الشعرية في الزيت.

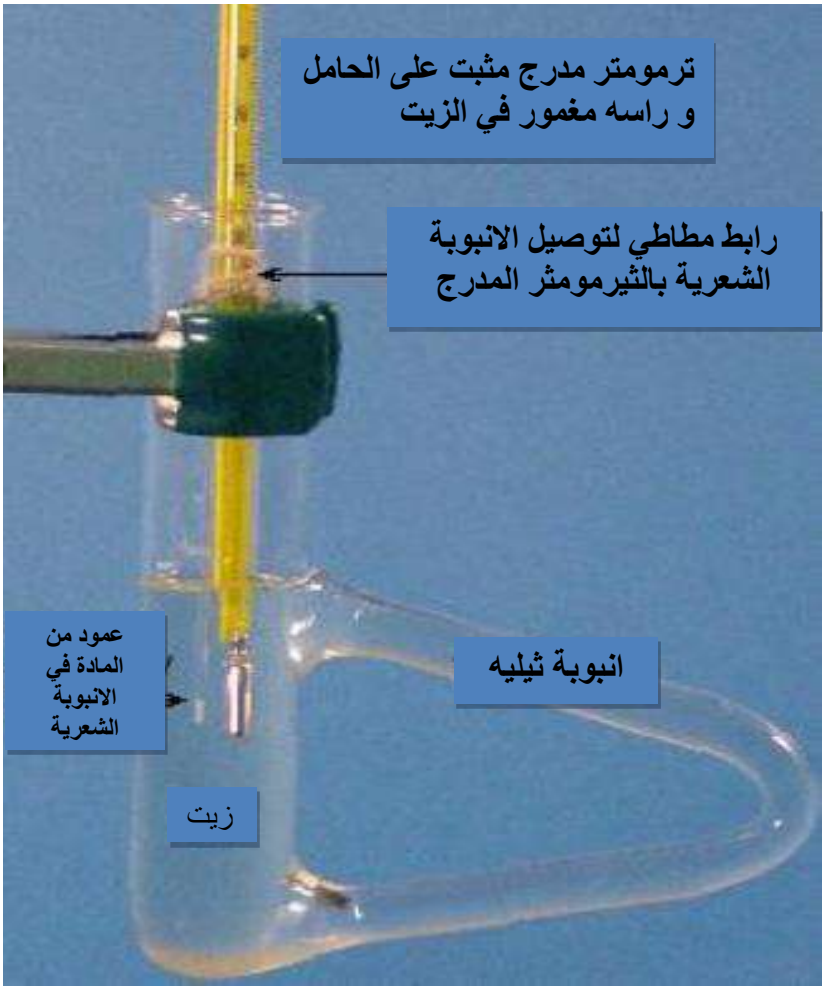


شـــكل (1): ضرب الطرف المفتوح للانبوبة الشعرية على مسحوق المادة الصلبة.

شـــكل (3): اتصال الانبوبة الشعرية بالترمومتر.



شـــكل (2): الحك بحواف العملة النقدية على فوهة الانبوبة الشعرية.



شـــكل (4): الغمر الصحيح للانبوبة الشعرية و الترمومتر في الزيت.

(5)استخدم لهب صغير من موقد بنسن لتسخين انبوبة ثيلية ويجب ان يكوم موقع اللهب تماما عند الانحناء الضيق للانبوبة حتى تضمن ادنى معدل لتسخين و توزيع متماثل لدرجة الحرارة في كل اجزاء الزيت. راقب وضع عمود المادة في الانبوبة الشعرية مع زيادة درجة الحرارة ثم دون درجة الحرارة و لتكن ($\mathbf{T_1}$) و التي تبداء عندها المادة بتكوبن كمية من السائل (أي حدوث تميع في قوام العمود بسبس الانصهار).

(6)استمر بالتسخين حتى تتحول المادة كليا إلى سائل. بعد ذلك ابعد اللهب عن الانبوبة و اترك الزيت ليبرد مع مراقبة سائل المادة في الانبوبة الشعرية مع الانخفاض في درجة الحرارة حتي يبداء حدوث التغبش (أي ظهور العكارة في الانبوبة الشعرية و هي اول مرحلة في ي عملية التجمد) . دون درجة حرارة التغبش و لتكن ($\mathbf{T_2}$).

(7) كرر الخطوات من (1) إلى (6) مع بقية المواد الاخرى (اوكسالات الصوديوم $Na_2C_2O_4$ و حمض السليسليك $HC_7H_5O_3$ و السليسالدهيد $C_7H_6O_2$).

(8)كرر الخطوات من (1) إلى (3) مع كل المواد السابقة (حمض الاوكساليك $H_2C_2O_4$ و اوكسالات الصوديوم $Na_2C_2O_4$ و حمض السليسليك $HC_7H_5O_3$ و السليسالدهيد $C_7H_6O_2$).

(9)ضع الانبوبة الشعرية المحتوية على حمض الاوكساليك $H_2C_2O_4$ في التجويف المخصص لها في جهاز قياس نقطة الانصهار (**شكل 5**). شغل الجهاز مستعينا بارشادات المدرس و الفني المختص.

(10)انظر من خلال العدسة وضع المادة قبل التسخين (**شكل 6**). شغل الجهاز مستعينا بارشادات المدرس و الفني المختص.

(11)عند التسخين، سجل درجة حرارة ($\mathbf{T_1}$) التي يبداء عندها تكوين السائل كما في تجربة انبوبة ثيليه و لكن هنا أضغط على زر الايقاف عند رؤية تكون السائل في اسفل الانبوبة الشعرية من خلال العدسة. تسجل درجة الحرارة ($\mathbf{T_1}$) و يعاد زر الايقاف إلى و ضعه السابق (التشغيل) حتى تختفي المادة الصلبة تماما و تتحول إلى سائل و عندها يضغط على زر الايقاف مرة اخرى و يسمح للسائل بالتبريد التدريجي. و من خلال العدسة يتم مراقب السائل و هو يبرد حتى الوصول إلى مرحلة التغبش (تكون العكارة) و عندها تسجل درجة الحرارة المقابلة ($\mathbf{T_2}$).

(12) كرر الخطوات من (9) إلى (11) مع بقية المواد الاخرى (اوكسالات الصوديوم $Na_2C_2O_4$ و حمض السليسليك $HC_7H_5O_3$ و السليسالدهيد $C_7H_6O_2$).

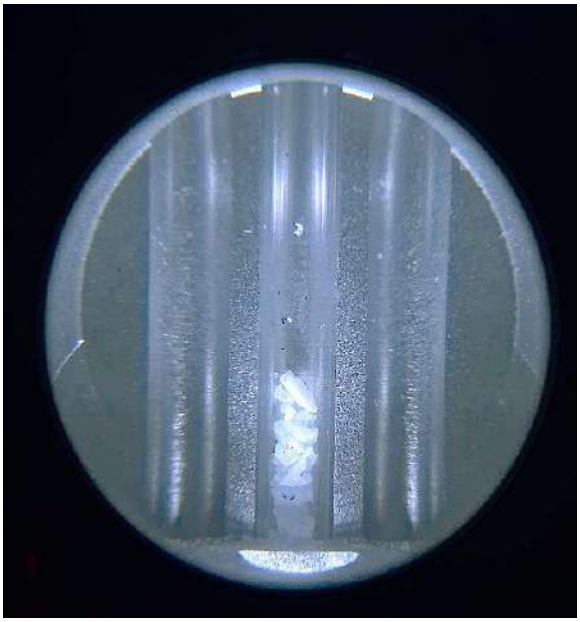
(13) اوجد نقطة الانصهار الفعلية ($\mathbf{T_{act}}$) لكل من المواد التي تم قياسها. و هذه يمكن ان تحصل عليها من المعلومات المكتوبة على ملصق الزجاجة او في فهرس نقطة الانصهار للمركبات الملحقة بالكتب او من الانترنت.

* ملحوظة: يمكن لكل مجموعة عمل المشاركة باجراء جميع الخطوات على مركبين فقط.

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

(15) اغسل يداك جيدا قبل أن تغادر المختبر.

شكل (5): جهاز قياس نقطة الانصهار الرقمي.



شكل (6): صورة من خلال عدسة الجهاز للانبوبة الشعرية للمادة (الوسطى) مقابل الانابيب المرجعية (طرفية).

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification	أسم الطالب : -..... اسماء الطلاب المشاركين : - (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن : -من..... إلى..... اليوم و التاريخ : -.....(...../...../..... 20)
(2) عنوان التجربة Title of Experiment	تقدير نقطة انصهار بعض المواد الصلبة عند الضغط الجوي المعتاد
(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 ظهور التغبش (T_2) التي قمت بقياسها لكل مركب باستخدام الطريقتين. احسب المتوسط و الذي يمثل نقطة الانصهار المقاسة (T_m):

جدول :نقطة الانصهار المقاسة و المعلنة لبعض المركبات الكيميائية (درجة مئوية ^oC) ($C_aC_2O_4$) كدالة في الـ pH.

المركب	T_{act}	أنبوبة ثيليه			جهاز نقطة الانصهار الرقمي		
		T_1	T_2	T_m	T_1	T_2	T_m
حمض الاوكساليك $H_2C_2O_4$							
اوكسالات الصوديم $Na_2C_2O_4$							
حمض السليسليك $HC_7H_5O_3$							
سليسالدهيد $C_7H_6O_2$							

(5) المناقشة Discussion

ركز في مناقشتك على مقارنة نقطة الانصهار المقاسة و نقطة الانصهار الفعلية لكل مركب. بالاضافة إلى اثبات ان دقة القياس بواسطة استخدام جهاز نقطة النصهار الرقمي اكبر مقارنة باستخدام انبوبة ثيليه.

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

(1) ما المقصود بثابت انخفاض نقطة التجمد للمادة والذي يرمز له عادتا بـ K_f. هل لهذا الثابت وحدة قياس مستخدمة؟ اذكرها.

(2) وضح كيف يمكن استخدام قياس نقطة التجمد (او نقطة الانصهار) في تعيين الوزن الجزيئي لمادة ما.

(3) ينصهر ثلج الماء النقي عند 100 ^oC . فماهي نقطة انصهار محلول مائي حضر باذابة 100 g من السكروز في 500 mL من الماء .احسب درجة الحرارة المتوقع ان تنصهر عندها قطعة جليد قد سبق تجميدها من المحلول المائي للسكروز.

(للماء النقي K_f =0.512 $^oC/m$ و الوزن الجزيئي للسكروز يساوي180 g/mol).

التجربة (7): تعيين الوزن الجزيئي لمادة ما قابلة للتطاير في حالتها السائلة (مثل المركبات العضوية السائلة).
Lab.(7): Determination of the molecular weight of a given volatile liquid substance (e.g., liquid organic compounds).

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور إلى المختبر:

1 - ماهي أوجه الاختلاف بين الغازات المثالية و الغازات الحقيقية.

2 - اذكر نص قانون بويل Boyle's law، ثم ارسم العلاقة بين الضغط و الحجم لاي غاز مثالي.

3 - اذكر نص قانون تشارلز Charles's law، ثم ارسم العلاقة بين الضغط و درجة الحرارة لاي غاز مثالي.

الأساس النظري:

المعادلة العامة للغازات المثالية هي العلاقة التي تربط بين ثلاثة من المتغيرات المستقلة اللازم تحديدها لوصف حالة أي غاز مثالي و دراسة خواصه. و هذه المتغيرات الثلاثة هي الضغط (P) و الحجم (V) و درجة الحرارة معبرا عنها بالكلفن (T) كما مرتبطة مع بعضها البعض في المعادلة (1):

$$PV = nRT \quad (1)$$

حيث n تعبر عن كمية الغاز معبر عنها بعدد المولات و R هو الثابت العام للغاز المثالي و يساوي R= 0.0821 L atm/K mol اذا عبر عن ضغط الغاز بوحدة الجو (atm) و حجمه باللترات (L).

فأي وعاء ذو حجم ثابت عند درجة حرارة ة ضغط معينين يمكن ان يشغل كمية محددة من الغاز. و يمكن ان نحسب كمية الغاز بوحدة المولات و ذلك بترتيب المعالة (1) على النحو التالي:

$$n = \frac{RT}{PV} \quad (2)$$

كما يمكن حساب عدد المولات للغاز بقسمة وزنه بالجرام (Wt.(g)) على وزنه الجزيئي (Mol.Wt.) تبعا للمعادلة (3):

$$n = \frac{Wt.(g)}{Mol.Wt.} \quad (3)$$

بمقارنة المعادلتين (2) و(3) ، نحصل على العلاقة التالية:

$$\frac{Wt.(g)}{Mol.Wt.} = \frac{RT}{PV} \quad (4)$$

و يمكن ترتيب العلاقة السابقة على النحو الأتي:

$$Mol.Wt. = \frac{Wt.(g) \times P \times V}{R \times T} \qquad (5)$$

حيث يتضح من المعادلة (5) انه من الممكن تقدير الوزن الجزيئي للغازات المثالية بدلالة وزن الغاز بالجرام الذي يشغل حجما محددا باللتر قدره (**V** L) عند درجة حرارة (**T** K) و ضغط (**P** atm) معينين معبر عنهما بالكلفن و الجو، على التوالي. و حيث ان معظم الغازات الحقيقية تسلك سلوك الغاز المثالي عند درجات حرارة عالية (**T** $\geq$ 300 K) و ضغوط منخفضة (**P** $\leq$ 1atm)، لذا يمكن ايضا استخدام المعادلة (5) لتقدير الوزن الجزيئي للغازات الحقيقية او بعض السوائل المتطايرة التي تتبخر عند درجة حرارة عالية و ضغط بخار منخفضة في تلك الحدود المذكورة اعلاه.

و في هذه التجربة سوف تقدر الوزن الجزيئي لبعض المركبات العضوية المتطايرة و ذلك بتحديد وزن بخار السائل الذي سيشغل دورق معلوم الحجم عند درجة حرارة البخار و الضغط الجوي المعتاد (او الضغط الجوي المقاس داخل المختبر). بعد ذلك يمكنك ان تقارن الوزن الجزيئي المقاس مع الوزن الجزيئي المحسوب للمركب لتحديد نسبة الخطأ. كما قد يعطيك المدرس ايضا عينة سائلة لمركبا مجهولا و يطلب منك إعادة تنفيذ نفس الخطوات لتعيين وزنه الجزيئي.

- **مخـــرجات التعلـــــــــــــــــم**

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

1 - تقدر الوزن الجزيئي للمركبات الكيميائية المتوجدة في حالة سائلة و متطايرة.

2 - تطبيق القانون العام للغازات المثالية في التحليل الوصفي و الكمي.

3 - تحدد هوية أي عينة نقية من سائل متطاير.

4 - تقارن بين السوائل بحسب قابليتها للتطاير.

الأدوات و الاجهزة المستخدمة:

- ❖ دورق مخروطي (125 mL)
- ❖ كاس زجاجي (1000 mL)
- ❖ مخبار مدرج (100 mL or 150 mL)
- ❖ ترمومتر مدرج بالدرجة المئوية
- ❖ حامل لتثبيت الدورق المخروطي و الترمومتر

- قطع من رقائق الالومنيوم (Aluminium foil)
- رباط مطاطي
- سخان طبقي كهربائي (Hot plate)
- ميزان حساس
- بارومتر لقياس الضغط
- دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ايزوبروبانول C_3H_6O
- عينة نقية من سائل متطاير (بحسب مايحددها المدرس)
- ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- تعامل مع الترمومتر المدرج برفق و تجنب خدش او رطم مستودع الزئبق، لان ذلك سيؤدي إلى كسر الترمومتر و خروج الزئبق.
- ارتدي نظارات واقية للعين و اجعل عيناك على بعد 20 cm من الاشياء الحارة و انت تراقب عملية التبخير.
- استعمل السخان الكهربائي الطبقي و ليس موقد بنسن لان معظم المركبات العضوية المتطايرة و من ضمنها الايزوبروبانول و العينة المجهولة مواد قابلة للاشتعال.

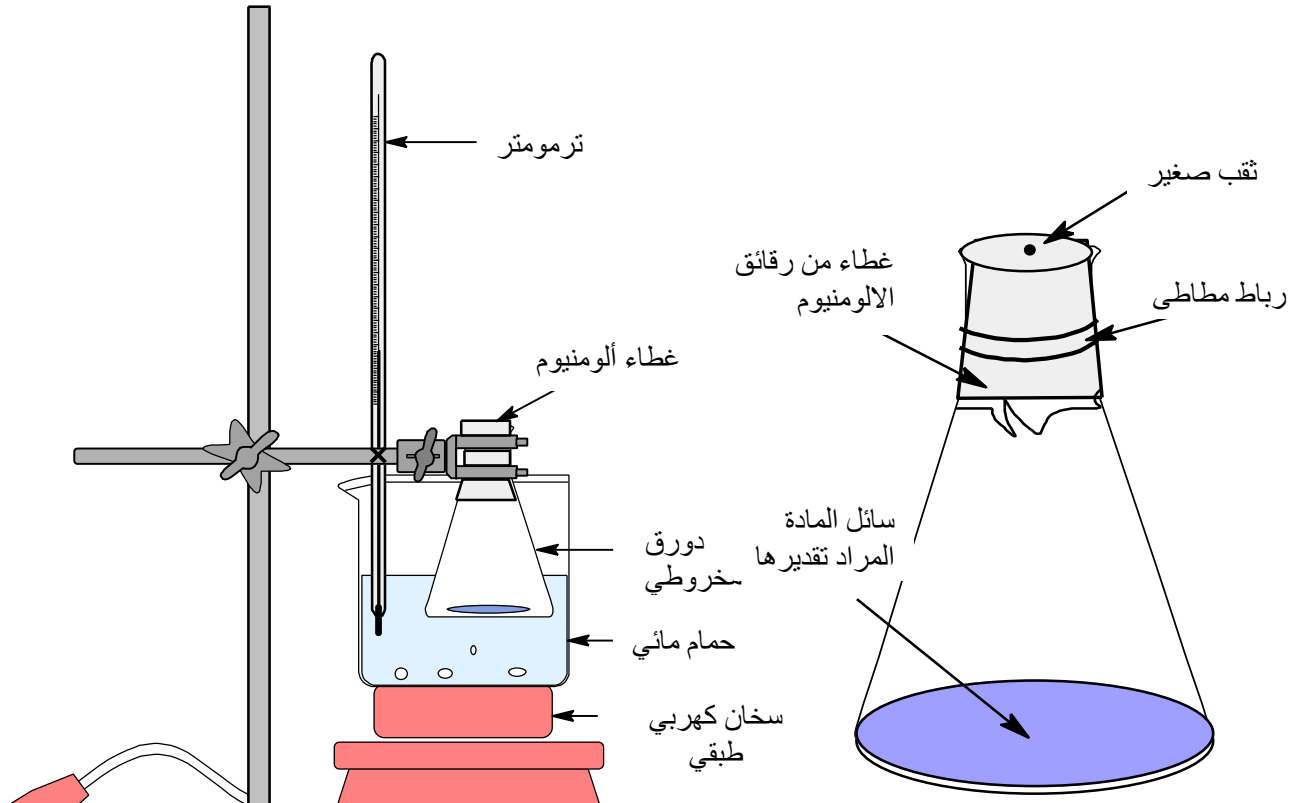
خطوات العمل:

(1) جهز دورق مخروطي نظيف وجاف سعته (125 mL) وضع على فوة ا لدورق قطعة من رقائق الالمنيوم مساحتها (5 cm ×5 cm) ولفها جيدا وثبتها برباط مطاطي .

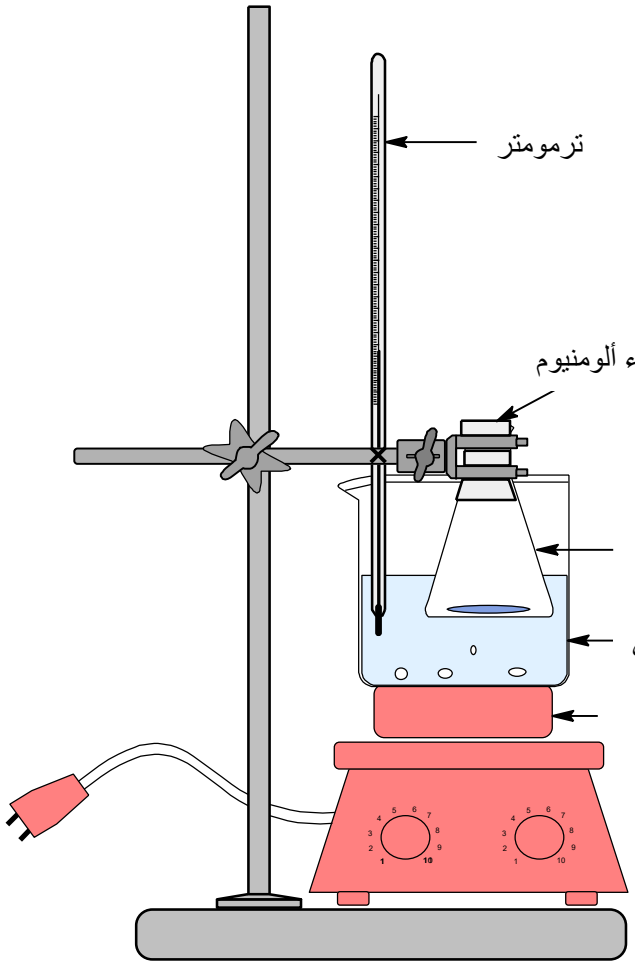
(2) باستخدام دبوس دقيق او ابرة دقيقة، اصنع ثقب ضيق في مركز قطعة الألمذيوم عند فو هة الدورق. انظر **الشكل (7)**.

(3) قم بوزن الدورق مخروطي و عليه غطاء الالمنيوم و الرباط المطاطي و ليكن وز نه فار غا . W_1

(4) ازل الرباط المطاطي و غطاء الالمنيوم، ثم اضف للدورق المخروطي (2 mL) من الايزوبربانول. بعد ذلك اعد غطاء الالومنيوم على فوهة الدورق و ثبته بنفس الرباط المطاطي.



شـــكل (7): الدورق المخروطي و بدخلة السائل و جاحز للتسخين.



شـــكل (8): وضع الدورق و الترمومتر في الحمام المائي.

(5) ثبت الدورق و كذلك الترمومتر على الحامل بحيث يكون قاع الدورق و مستودع الزئبق للترمومتر مغموري تماما في الحمام مائي (كاس زجاجي مملوء باماء و موضوع على السخان الكهربي)، كما هو مبين في **الشكل (8)**.

(6) سخن الحمام المائي حتى الغليان واستمري في التسخين حتى يتم تبخر السائل الموجود في الدورق المخروطي تماما. ثم سجل درجة الحرارة التي يختفي عنها السائل تماما من الدورق و لتكن (**t**).

(7) ارفع الدورق من الحمام المائي واتركه جانبا ليبرد حتى درجة حرارة الغرفة و يسمح بتكثف بخار الساثل الذي يشغل الحيز داخل الدورق. جفف الدورق والغطاء جيدا ، ثم قم بوزنه و ما يحتويه من سائل متكثف وليكن W_2 .

(8) انزع غطاء الالومنيوم، ثم اغسل الدورق جيدا واملأ الدورق بالماء المقطر حتى فوهته. استخدم المخبار المدرج لقياس حجم الماء في الدورق و ليكن **V** و الذي يمثل حجم بخار الايزوبروبانول.

(9) كرر جميع الخطوات السابق مع عينة السائل المجهول.

(10) قم بقياس الضغط الجوي داخل المختبر بواسطة البارومتر معبرا عنه بوحدة الـ atm.

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

(12) اغسل يداك جيدا قبل أن تغادر المختبر.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification	أسم الطالب : -..... اسماء الطلاب المشاركين : - (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن : -من..... إلى..... اليوم و التاريخ : -.....(...../...../..... 20)
(2) عنوان التجربة Title of Experiment	تعيين الوزن الجزيئي لمادة ما قابلة للتطاير في حالتها السائلة (مثل المركبات العضوية السائلة).
(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose	

(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations

دون في الجدول التالي جميع النتائج، ثم احسب الوزن الجزيئي للايزوبروبانول و للعينة المجهولة:

	الايزوبروبانول	سائل العينة المجهولة
درجة حرارة البخار بالكلفن (T) $T=t\ (^oC)+273$		
وزن الدورق فارغ (W_1)		
وزن الدورق مع البخار (W_2)		
وزن البخار (Wt.(g)) $Wt.(g)=W_2-W_1$		
حجم البخارباللتر(V/1000)		
الضغط داخل المختبر (P) بالجو (atm)		
الوزن الجزيئي (Mol. Wt.) $Mol.Wt.=\frac{Wt.(g)\times P\times V}{R\times T}$		

(5) المناقشة Discussion

ركز في مناقشتك على مقارنة الوزن الجزيئي للايزوبروبانول الذي حصلت عليه عمليا و المحسوب نظريا من صيغته التركيبية و حاول ان تقترح تركيب العينة المجهولة من وزنها الجزيئي.

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

(1) بخار لسائل مجهول يزن 13.34 g يشغل دورق حجمه 5 L عند دوجة حرارة 120 °C و ضغط 1 atm. احسب وزنه الجزيئي ثم حدد أي من هذه المركبات يمكن ان يكون هذا السائل.

Liquid	Formula	Molecular Weight
Pentane	C_5H_{12}	72.2
Acetone	C_3H_6O	58.1
Methanol	CH_4O	32.0
Hexane	C_6H_{14}	86.2
Ethanol	C_2H_6O	46.1
2-Propanol	C_3H_8O	60.1

(2) وضح كيف سوف يكون تأثير كل من الاخطاء التجريبية التالية على نتائج في تعيين الوزن الجزيئي:

(أ) استخدمت الحجم المدون على الدورق المخروطي في الحسابات و لم تقم بقياسه عمليا كما هو مطلوب منك في الخطوة (8).

(ب) كان لا يزال قطرات من الماء على الدورق و غطاء الالومنيوم عندما قمت بوزن الدورق للحصول على W_2.

(جـ) اوقف عملية التسخين قبل ان يكون السائل قد تبخر كليا من الدورق.

(د) استمريت بالتسخين لمدة طويلة جدا بعد ان تبخر السائل كليا من الدورق.

التجربة (8): دراسة العوامل المؤثرة على سرعة التفاعلات الكيميائية.

Lab.(8): Investigation of Factors affecting chemical reaction rates.

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور إلى المختبر:

1 - اكتب معادلة التفاعل الموزونة لتفكك فوق اكسيد الهيدروجين في وجود MnO_2 كعامل حفاز.

2 - افرض انك استطعت ان تجمع من التفاعل السابق 0.32 g من غاز الاكسجين في دورق حجمة 1 L بعد مرور 15 دقيقة من بدء اضافة العامل الحفاز. احسب معدل التفاعل معبرا عنه بـ (أ) g/L.min و (ب) mol/L.min.

3 - حدد أي من التفاعلين التاليين تتوقع انه سيكون اسرع. و لماذا؟

(أ) $Pb^{2+}(aq) + S^{2-}(aq) \rightarrow PbS(s)$

(ب) $CH_3\text{-}CH{=}CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_3\text{-}CHBr\text{-}CH_2Br$

الأساس النظري:

بعض التفاعلات الكيميائية تحدث سريعا جدا او لحظية بينما البعض الاخر منها تعتبر بطيئة جدا. فعلى سبيل المثال، يتفاعل حليب ماغنيسيا (دواء مضاد للحموضة) مع حمض المعدة (HCl) سريعا جدا، بينما تفاعل غازي الاكسجين و الهيدروجين عند الظروف الاعتيادية يعد تفاعلا بطيئا جدا و غير محسوس. فإذا وضعت كميات كبيرة من غازي الاكسجين و الهيدروجين في و خزان كبير لعدة سنوات، فسوف لن نلاحظ أي تغيير ملحوظ في كمية كل من هذين الغازين. و يعرف فرع الكيمياء الذي يهتم بدراسة سرعة او معدل التفاعلات الكيميائية بالكيمياء الحركية (Chemical Kinetics). حيث يعرف معدل التفاعل (**r**) على انه مقدار التغيير في تركيز احد المتفاعلات او النواتج لكل وحدة زمن. و يعبر عنه بوحدة التركيز لكل وحدة زمن (M/Time or mol/L . Time). مثلا في التفاعل التالي:

$$2\ HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

فعند تتبع كمية CO_2 المتصاعدة من خليط التفاعل، وجد بان 4.4 g (أي 0.1 mol) من CO_2 قد نتجت في 10 دقائق. لذ يمكن ان نقول بان معدل التفاعل يساوي 0.01 mol CO_2/min (بقسمة عدد المولات الناتجة من غاز CO_2 على الزمن اللازم لإنتاج هذه الكمية). و من جانب اخر عند تتبع التغيير في تركيز حمض HCl. ففي عشر دقائق وجد بان التركيز الابتدائي للحمض و الذي كان يساوي 0.6 M قبل التفاعل وقد اخفض إلى 0.4 M بعد مرور 10 دقائق ، أي ان 0.2 M قد استهلك من حمض

الهيدروكلوريك في 10 دقائق منذ بدء هذا التفاعل. و يمكن ان نعبر ايضا عن معدل التفاعل بقسمة النقص في تركيز حمض HCl على الزمن المستغرق لإحداث هذا النقص و الذي يساوي 0.02 M HCl/min او 0.02 mol HCl /L.min . و من هنا يتضح بأن كتابة الارقام فقط لا تكفي للتعبير عن معدل التفاعل، بل يجب ايضا ان تذكر معها الوحدة و كذلك اسم المتفاعل او الناتج.

ومن الجدير بالذكر أن هنالك العديد من العوامل التي تؤثر على سرعة التفاعل و ذلك من خلال التحكم في الزيادة او النقصان في عدد التصادمات المثمرة بين ذرات او جزيئات المواد المتفاعلة و من ثم الخفض او الرفع من قيمة طاقة التنشيط. و عموما وجد بان معدل التفاعل يزداد، كلما انخفضت طاقة التنشيط للتفاعل و العكس صحيح. و في هذه التجربة سوف يقوم الطالب بإجراء العديد من الاختبارات للتحقق من تأثير بعض العوامل على سرعة التفاعلات الكيميائية. و من اهم هذه العوامل التي سيتم دراستها في هذه التجربة ما يلى:

(1) طبيعة المواد المتفاعلة

(2) تركيز المتفاعلات

(3) مساحة سطح المتفاعلات

(4) درجة الحرارة

(5) وجود العامل الحفاز

- **مخـــرجات التعلـــــــــــــــــم**

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

1 - تتحقق من العلاقة بين معدل التفاعل و طبيعة المواد المتفاعلة.

2 - تقيس سرعة التفاعل كدالة في تركيز احد المتفاعلات او النواتج.

3 - تصف كميا مدى تاثير الارتفاع او الانخفاض في درجة الحرارة على معدل التفاعل.

4 -ان تقارن بين تاثير مساحة السطح و دور العامل الحفاز في زيادة سرعة التفاعل.

الأدوات و الاجهزة المستخدمة:

- دورق مخروطي (250 mL)
- كاس زجاجي (150 mL)
- مخبار مدرج (100 mL or 150 mL)

- انابيب اختبار (20 – 25 mL)
- ماصة مدرجة (10 mL)
- ترمومتر مدرج بالدرجة المئوية
- حمام مائي كهربائي
- سخان طبقي كهربائي (Hot plate)
- ميزان حساس
- ساعة ايقاف
- بارومتر لقياس الضغط الجوي
- دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- شريط من الماغنسيوم Magnesium ribbon
- شريط من الخارصين Zinc ribbon
- شريط من النحاس Copper ribbon
- محلول حمض الكبريتيك 3 M H_2SO_4
- محلول حمض الهيدروكلوريك 6 M HCl
- محلول حمض النتريك 6 M HNO_3
- محلول حمض الفوسفوريك 2 M H_3PO_4
- محلول حمض الخليك 6 M CH_3COOH
- محلول حمض الفوسفوريك 2 M H_3PO_4
- محلول حمض الخليك 6 M CH_3COOH
- محلول ايودات البوتاسيوم 0.1 M KIO_3
- محلول بيكبرتيت الصوديوم 0.01 M $NaHSO_3$
- دليل النشاء Starch indicator

- ❖ حصاصات و مسحوق ناعم من الرخام Marble chips and fine powder
- ❖ محلول فوق اكسيد الهيدروجين 3% hydrogen peroxide (H_2O_2)
- ❖ ثاني اكسيد المنجنيز Manganese dioxide

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ استعمل السخان الكهربائي الطبقي و ليس موقد بنسن لان معظم التفاعلات التي سيتم تناولها هنا تتضمن انتاج غاز الهيدروجين و هذا الغاز قابل للاشتعال و الانهجار.
- ❖ يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة و فوق الكسيد الهيدروجين عند انقل الكميات المطلوبة التي تريدها من الزجاجة، بحيث تضمن عدم اتصالها مع الجلد و ذلك بارتداء قفازات اليدين. كمل يجب استخدام الشفاط المطاطي عند نقل هذه السوائل بواسطة الماصة لتفادي وصولها إلى الفم.
- ❖ يجب غسل الكاس الزجاجي و الماصة و المخبار المدرج قبل و بعد نقل أي سائل من الزجاجة لتجنب تلوث هذه السوائل ببعضها البعض.
- ❖ تعامل مع الترمومتر المدرج برفق و تجنب خدش او رطم مستودع الزئبق، لان ذلك سيؤدي إلى كسر الترمومتر و خروج الزئبق.

خطوات العمل:

(1)طبيعة المواد المتفاعلة Nature of reactants:

(أ) جهز خمس انابيب اختبار نظيفة و جافة وضع عليها لواصق، ثم قم بترقيمها بالحروف اللاتينية من (A) إلى (E). ضع في كل انبوبة 1 cm من شريط الماغنسيوم.

(ب) اضف في كل انبوبة اختبار 5 mL من الاحماض المختلفة على التوالي:

انبوبة (A): 3 M H_2SO_4

انبوبة (B): 6 M HCl

انبوبة (C): 6 M HNO_3

انبوبة (D): 2 M H_3PO_4

انبوبة (E): 6 M CH_3COOH

(جـ) عند اضافة الحمض، سجل زمن بدء التفاعل باستخدام ساعة ايقاف و استمر في حساب الزمن إلى ان يتوقف تصاعد غاز الهيدروجين من الانبوبة و عندها اوقف الساعة و سجل زمن انتهاء التفاعل. ثم دون النتائج في **جدول (1)**.

(د) جهز ثلاث انابيب اختبار اخرى نظيفة و جافة و ضع عليها لواصق، ثم قم بترقيمها بالاحرف اللاتينية من (A) إلى (C). اضف إلى كل انبوبة mL 5 من حمض الهيدروكلوريك (6 M HCl).

(هـ) اضف في كل انبوبة اختبار cm 1 من اشرطة المعادن المختلفة على التوالي:

انبوبة (A): 1cm شريط الماغنسيوم

انبوبة (B): 1 cm شريط الخارصين

انبوبة (C): 1 cm شريط النحاس

(و) عند اضافة شريط المعدن، سجل زمن بدء التفاعل باستخدام ساعة ايقاف و استمر في حساب الزمن إلى ان يتوقف تصاعد غاز الهيدروجين من الانبوبة و عندها اوقف الساعة و سجل زمن انتهاء التفاعل. ثم دون النتائج في **جدول (2)**.

(2) تأثير تركيز المتفاعلات Effect of concentration of reactants:

(أ) جهز كاسين زجاجيين نظيفين و جافين وضع عليهما مولصقين، ثم علم على احداهما بالحرف اللاتيني (A) و الاخر بـ (B).

(ب) في كل مرة، ضع في الكاس (A) محلول ايودات البوتاسيوم ($0.1\ M\ KIO_3$) و دليل النشاء و في الكاس (B) محلول بيكبريتيت الصوديوم ($0.01\ M\ NaHSO_3$) و اكمل الحجم في كل من الكاسين إلى mL 50 بالماء المقطر كما هو موضح بالجدول التالي:

التسلسل	الكاس (A)			الكاس (B)	
	$0.1\ M\ KIO_3$	دليل النشاء	H_2O	$0.01\ M\ NaHSO_3$	H_2O
(1)	6 mL	2 mL	42 mL	2 mL	48 mL
(2)	6 mL	2 mL	42 mL	4 mL	46 mL
(3)	6 mL	2 mL	42 mL	6 mL	44 mL

* ملاحظة: يقاس حجم الماء المقطر باستخدام المخبار المدرج بينما توخذ المحاليل الاخرى ذات الاحجام الصغيرة بالماصة المدرجة.

(جـ) اضف محتويات الكاس (A) إلى الكاس (B)، مسجلا زمن بدء التفاعل باستخدام ساعة ايقاف و استمر في حساب الزمن إلى ان يظهر اللون الازرق الغامق و عندها اوقف الساعة و سجل زمن انتهاء التفاعل. ثم دون النتائج في **جدول (3)**.

(3) تأثير مساحة سطح المتفاعلات Effect of surface area of reacting species:

(أ) خذ انبوبتي اختبار نظيفتي و جافتين (A) و (B). ضع في الانبوبة (A) حصاصة صغيرة من الرخام تزن 0.5 g تقريبا و ضع في الانبوبة (B) نفس الوزن تماما و لكن من مسحوق الرخام.

(ب) اضف إلى كل انبوبة اختبار 5 mL من حمض الهيدروكلوريك (6 M HCl).

(جـ) عند اضافة الحمض، سجل زمن بدء التفاعل باستخدام ساعة ايقاف و استمر في حساب الزمن إلى ان يتوقف تصاعد غاز ثاني اكسيد الكربون (CO_2) من الانبوبة و عندها اوقف الساعة و سجل زمن انتهاء التفاعل. ثم دون النتائج في **جدول (4)**.

(4) تأثير درجة الحرارة Effect of Temperature:

(أ) خذ ثلاث انابيب اختبار نظيفة و جافة (A) و (B) و (C). ضع في كل انبوبة 1 cm من شريط الخارصين.

(ب) ضع انبوبة الاختبار (A) في حمام ثلجي و الانبوبة (B) في ماء الصنبور عند درجة حرارة الغرفة (25 ~ °C) و الانيوبة الاخرى في حمام مائي عند درجة حرارة (60 ~ °C)، كما هو موضح في **الشكل (9)**. اترك جميع الانابيب 5 دقائق لتستقر و تصل إلى حالة الاتزان الحراري. استخدم الترمومتر لقياس درجة الحرارة.

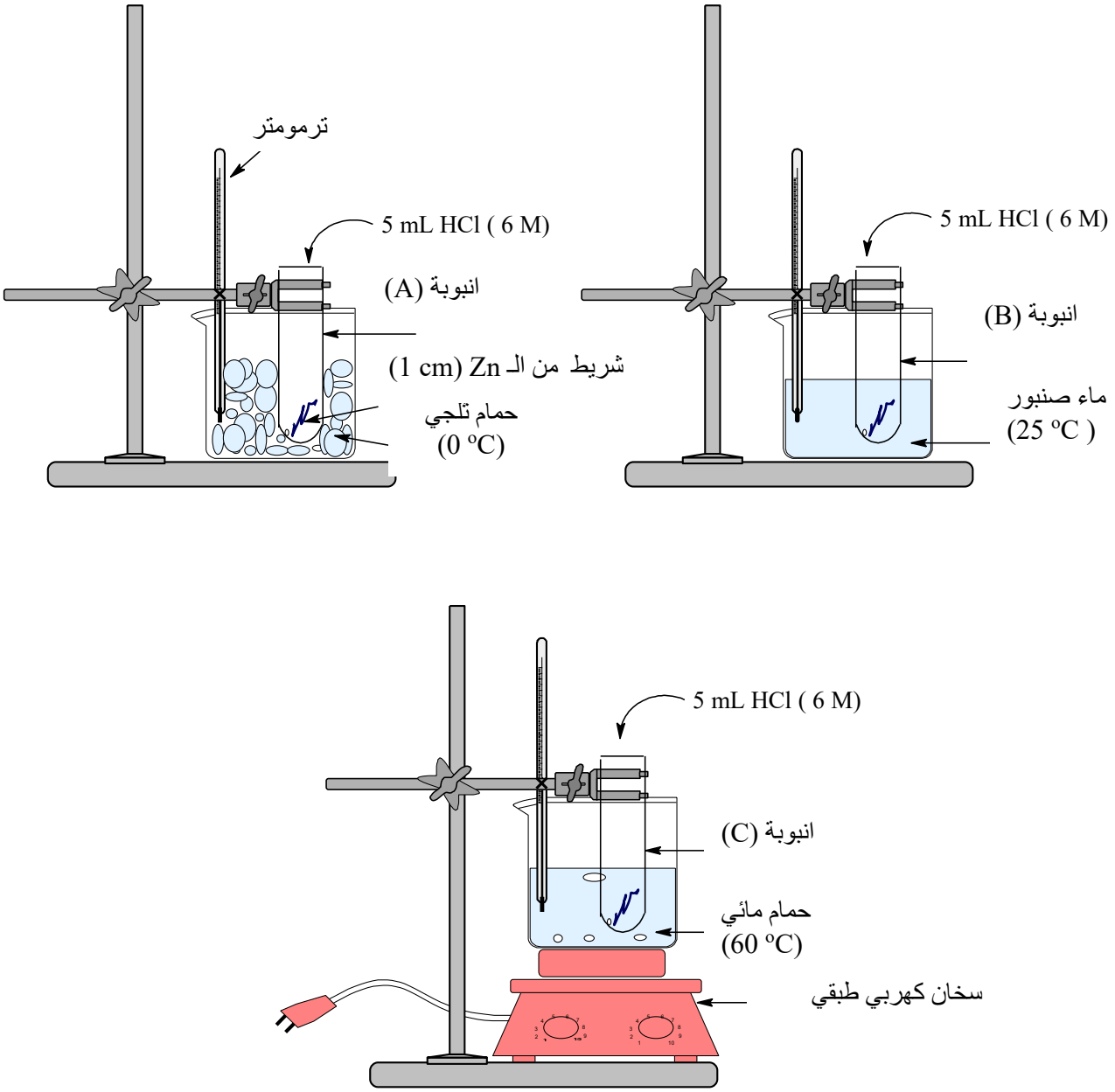
(جـ) اضف إلى كل انبوبة اختبار 5 mL من حمض الهيدروكلوريك (6 M HCl). ثم سجل زمن بدء التفاعل باستخدام ساعة ايقاف و استمر في حساب الزمن إلى ان يتوقف تصاعد غاز الهيدروجين (H_2) من الانبوبة و عندها اوقف الساعة و سجل زمن انتهاء التفاعل. ثم دون النتائج في **جدول (5)**.

(5) تأثير العامل الحفاز Effect of catalyst:

(أ) اضف 5 mL من فوق اكسيد الهيدروجين (3% H_2O_2) إلى انبوبتي اختبار نظيفتي و جافتين (A) و (B).تصاعد فقاعات الاكسجين يدل على تفكك فوق اكسيد الهيدروجين.

(ب) ضع في الانبوبة (A) فقط كمية صغيرة من ثاني اكسيد المنجنيز (MnO_2) تزن 0.1 g تقريبا.

(جـ) عند اضافة العامل الحفاز (MnO_2) ، سجل زمن بدء التفاعل باستخدام ساعة ايقاف و استمر في حساب الزمن إلى ان يتوقف تصاعد غاز الاكسجين (O_2) من الانبوبة و عندها اوقف الساعة و سجل زمن انتهاء التفاعل. ثم دون النتائج في **جدول (6)**.



شـــكل (9): التجهيزات العملية لدراسة تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification	أسم الطالب : -..... اسماء الطلاب المشاركين : - (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن : -من..... إلى..... اليوم و التاريخ : -.....(...../...../..... 20)
(2) عنوان التجربة Title of Experiment	دراسة العوامل المؤثرة على سرعة التفاعلات الكيميائية.
(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose	

(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations

جدول (1): طبيعة المواد المتفاعلة (نوع الحمض):

زمن التفاعل (min.)	نوع الحمض	رقم الانبوبة
	3 M H_2SO_4	(A)
	6 M HCl	(B)
	6 M HNO_3	(C)
	2 M H_3PO_4	(D)
	6 M CH_3COOH	(E)

جدول (2): طبيعة المواد المتفاعلة (نوع المعدن):

زمن التفاعل (min.)	نوع المعدن	رقم الانبوبة
	1 cm Mg	(A)
	1 cm Zn	(B)
	1 cm Cu	(C)

جدول (3): اعتماد معدل التفاعل على تركيز المتفاعلات:

التسلسل	حجم بيكبرتيت الصوديوم V_{NaHSO3}	النغيير في تركيز بيكبرتيت الصوديوم $d[NaHSO_3] = \frac{0.01\ M \times V_{NaHSO_3}}{100}$	زمن التفاعل (dt)	معدل التفاعل $r = -\frac{d[NaHSO_3]}{dt}$
(1)	2 mL	.....mol/L	.....min.	.....mol/L.min
(2)	4 mL	.....mol/L	.....min.	.....mol/L.min
(3)	6 mL	.....mol/L	.....min.	.....mol/L.min

جدول (4): تأثير مساحة سطح المتفاعلات:

رقم الانبوبة	نوع و وزن و حالة المتفاعل	زمن التفاعل (.min)
(A)	*قطعة (0.5 g) $CaCO_3$*	
(B)	*مسحوق (0.5 g) $CaCO_3$*	

جدول (5): تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل:

رقم الانبوبة	درجة حرارة التفاعل	زمن التفاعل (.min)
(A)		
(B)		
(C)		

جدول (6): تأثير وجود العامل الحفاز:

رقم الانبوبة	العامل الحفاز	زمن التفاعل (.min)
(A)	*MnO_2 (0.1 g)*	
(B)	*بدون*	

(5) المناقشة Discussion

ناقش تأثير كل عامل على سرعة التفاعل بتقديم التفسيرات و الاسباب المقنعة مع الاستعانة ببعض المعادلات الرياضية و النظريات اذا تطلب الامر:

(1) طبيعة المواد المتفاعلة (نوع الحمض):

من جدول (1) رتب الاحماض تبعا لزيادة سرعة التفاعل:

.....>.....>.....>.....>.....

(2) طبيعة المواد المتفاعلة (نوع المعدن):

من جدول (1) رتب المعادن تبعا لزيادة سرعة التفاعل:

.....>.....>.....

(3) اعتماد معدل التفاعل على تركيز المتفاعلات:

اذكر معادلة او قانون لتفسر العلاقة بين سرعة التفاعل و تركيز المتفاعلات كما لاحظتها في جدول (3).

(4) تأثير مساحة سطح المتفاعلات:

من جدول (4) اوجد عدد المرات التي يزداد بها معدل التفاعل بزيادة مساحة سطح المواد المتفاعلة.

(5) تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل:

اذكر معادلة او قانون لتفسر العلاقة بين معدل التفاعل و درجة الحرارة و تتفق جيدا مع النتائج التي حصلت عليها في جدول (5).

(6) تأثير وجود العامل الحفاز:

من جدول (6) اوجد عدد المرات التي يزداد بها معدل التفاعل بفعل العامل الحفاز.

(6) الاستنتاج Conclusion

(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

(1) اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعلات الاحماض الخمسة مع كل من المعادن المذكورة في الخطوة (1).

(2) في الخطوة (1)، كنت قد استخدمت 1 cm من شريط الماغنسيوم ليتفاعل مع 6 M HCL. فاذا اعطي لك نفس الوزن من برادة الماغنسيوم، هل معدل التفاعل سيزداد او سيقل ام سيظل عو نفسة دون تغيير. وضح اجابتك.

(3) في الخطوة (3) – فقرة (جـ)، اكتب معادلة الموزونة للتفاعل الحادث بين بيكبريتيت الصوديوم و ايودات البوتاسيوم. ماهو اللون الازرق؟ و كيف تكون؟

(4) في الجدول (3) عند كتابة تقريرك، لماذا استخدمت تراكيز بيكبريتيت الصوديوم و ليس ايودات البوتاسيوم لحساب معدل التفاعل؟

التجربة (9): الكشف عن الاحماض الكربوكسيلية الاليفاتية الشائعة (مثل: حمض الخليك – حمض الاوكساليك – حمض الطرطريك – حمض الستريك... الخ)

Lab.(9): Identification of common aliphatic carboxylic acids (e.g., acetic acid, oxalic acid, tartaric acid, citric acid, etc.).

أسئلة يجاب عليها قبل الحضور إلى المختبر:

1 - كيف يمكنك استخدم اختبار الذوبانية للكشف العام عن المجاميع الوظيفية للمركبات العضوية الشائعة ؟ عزز اجابتك بمخطط توضيحي.

2 - وضح بتجربة معملية مناسبة كيف يمكنك ان تمييز بين حمض البروبانويك (CH_3CH_2COOH) و خلات الميثيل (CH_3COOCH_3).

الأساس النظري:

الاحماض الكربوكسيلية هي مركبات عضوية تحوي في تركيبها مجموعة الكربوكسيل (-COOH). وقد تتصل مجموعة الكربوكسيل بسلسلة هيدروكربونية اليفاتية (R) و عنها يدعى بالحمض الاليفاتي (RCOOH). كما ان هنالك احماض اروماتية (ArCOOH) ناتجة عن اتصال مجموعة الكربوكسيل بحلقة اروماتية (Ar) كالبنزين او النفثالين ... الخ. كما تصنيف هذه الاحماض إلى احادية الكربوكسيل او ثنائية الكربوكسيل او عديدة الكربوكسيل بحسب عدد مجاميع الكربوكسيل الموجودة في المركب. و عمليا يمكن تمييز الاحماض الكربوكسيلية عن بقية المركبات العضوية الاخرى بأنها تذوب في محلول بيكربونات الصوديوم او كربونات الصوديوم مع حدوث فوران نتيجة لتصاعد غاز ثاني اكسيد الكربون تبعا للتفاعلات التالية:

$$Ar\text{-}/R\text{-}COOH + NaHCO_3 \longrightarrow Ar\text{-}/R\text{-}COONa + CO_2 \uparrow + H_2O$$

$$2\ Ar\text{-}/R\text{-}COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2\ Ar\text{-}/R\text{-}COONa + CO_2 \uparrow + H_2O$$

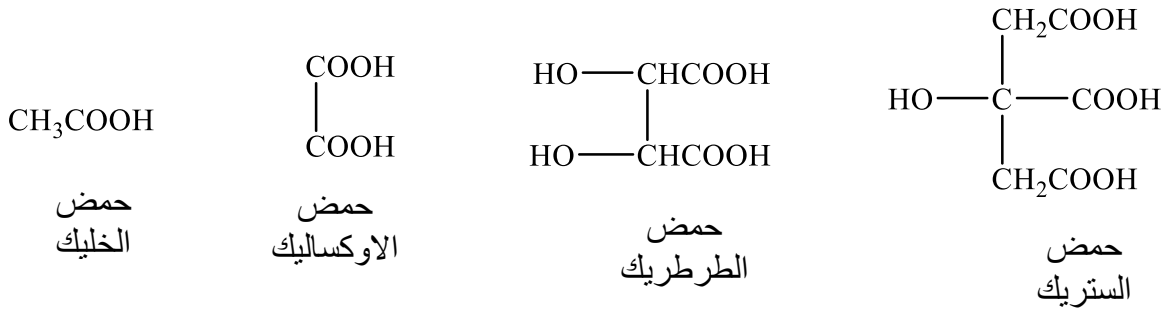
اما التمييز بين الاحماض الاليفاتية و الاحماض الاروماتية فيتم من خلال العديد من الاختبارات و من اهمها:

(1) الذوبانية : فالأحماض الاليفاتية التي تحوي اقل من خمس ذرات كربون تذوب بسهولة في الماء، بينما لا تذوب الاحماض الاروماتية في الماء.

(2) تحترق الاحماض الاروماتية في الهواء لتعطي ادخنة داكنة مع ظهور لهب اصفر. في حين ان احتراق الاحماض الاليفاتية يعطي لون ازرق فاتح للهب دون تصاعد أي ادخنة داكنة.

(3) تكون الاحماض الاروماتية مع الكحول الايثيلي او الميثيلي (الايثانول او الميثانول) استرات عطرية ذو روائح عطرية تميزها تماما عن الاحماض الاليفاتية.

و في هذه التجربة سوف تعطى اربعة من الأحماض الاليفاتية (حمض الخليك – حمض الاوكساليك – حمض الطرطريك – حمض الستريك). و من ثم سوف تقوم بإضافة الكواشف المميزة إلى كل من هذه الاحماض اما في حالته الصلبة أوإلى محلوله المتعادلة. بعد ذلك قم بتدوين ملاحظاتك في الجدول. من خلال ملاحظتك للفروق المميزة بين النتائج التي حصلت عليها يمكنك ان تصمم خطة للكشف عن أي من الاحماض الاربعة. كما يمكنك التأكد من صحة خطة الكشف التي اقترحتها اذا ما تتبعت من خلال هذا المخطط الكشف عن عينة مجهولة لأي من هذه الاحماض.



- **مخـــرجات التعلـــــــــــــــــم**

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

1 - تكشف عمليا عن الاحماض الاليفاتية في عينات نقية منها او كشقوق حامضية في الاملاح العضوية البسيطة.

2 - تحدد الكاشف المناسب للتمييز بين حامضين اليفاتيين او اكثر.

3 - تصمم خطة كشف لعدد اكبر و أنواع مختلفة من الاحماض الاليفاتية.

الأدوات المستخدمة:

- أنابيب اختبار
- ماصة مدرجة
- شفاط مطاطي
- أوراق الـ pH
- حمام مائي
- موقد بنسن (Bunsen burner) للتسخين
- كاس زجاجي (500 ml)
- قمع زجاجي
- دورق مخروطي
- أوراق ترشيح
- ساق زجاجية
- دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- حمض الخليك الثلجي CH_3COOH
- حمض الاوكساليك $H_2C_2O_4$
- حمض الطرطريك $H_2C_4H_4O_6$
- حمض الستريك $H_3C_6H_5O_7$
- محلول هيدروكيسد الامونيوم (0.2 M) NH_4OH
- محلول كلوريد الحديديك حديث التحضير (0.2 M) $FeCl_3$
- محلول كلوريد الكالسيوم (0.1 M) $CaCl_2$
- حمض الخليك المخفف (0.2 M) CH_3COOH
- حمض الهيدروكلوريك المخفف (0.2 M) HCl
- حمض الكبريتيك المركز Conc. H_2SO_4
- حمض الكبريتيك المخفف (0.5 M) H_2SO_4
- محلول نيتروبروسيد الصوديوم (0.2 M)

- ❖ محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH 30%
- ❖ محلول برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$ (0.2 M)
- ❖ ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- ❖ يجب وضع النظارات و كمامات الأنف قبل البدء بالتجربة وعدم محاولة التعرف على رائحة الابخرة المتصاعدة من التفاعلات.
- ❖ يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة (H_2SO_4 و حمض الخليك الثلجي) عند نقل الكميات المطلوبة التي تريدها من الزجاجة إلى أنبوبة الاختبار، بحيث تضمن عدم اتصالها مع الجلد و ذلك بارتداء قفازات اليدين و استخدام الشفاط المطاطي لنقل هذه السوائل المركزة بواسطة الماصة لتفادي وصولها إلى الفم.
- ❖ يجب غسل الكاس الزجاجي قبل و بعد نقل أي محلول من الزجاجة الموضوع فيها لتجنب تلوث هذه المحاليل ببعضها البعض.

خطوات العمل:

(1) حضر محلول متعادل لملح الحمض:

(أ) ضع في انبوبة اختبار 2 mL من الماء المقطر و اضف اليها 0.2 g من الحمض الصلب او 0.5 mL من الحمض السائل.

(ب) اضف بعد ذلك قطرات من محلول هيدروكسيد الامونيوم مع الرج الجيد إلى ان يصبح الوسط قاعديا (استخدم اوراق الـ pH للاستدلال على قاعدية الوسط).

(جـ) سخن الانبوبة على لهب بلطف او ضعها في حمام مائي عند درجة حرارة 70 °C للتخلص من الكمية الزائدة من الامونيا و يمكن ان تستدل بهذه المرحلة بتوقف تصاعد رائحة الامونيا.

(2) الاختبار العام (اختبار كلوريد الحديديك $FeCl_3$): اضف إلى المحلول المتعادل للحمض 1 mL من محلول كلوريد الحديديك و لاحظ لون الراسب المتكون او التغيير في لون المحلول الناتج، ثم دون ملاحظاتك في الجدول.

(3) اختبار كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$:

(أ) اضف إلى المحلول المتعادل للحمض 1 mL من محلول كلوريد الكالسيوم و لاحظ لون الراسب المتكون ، ثم دون ملاحظاتك في الجدول.

(ب) اضف إلى جزء من الراسب المتكون 2 mL من حمض الهيدروكلوريك المخفف و لاحظ ما اذا الراسب يذوب في هذا الحمض.

(جـ) اضف إلى جزء اخر من الراسب المتكون 2 mL من حمض الخليك المخفف و لاحظ ما اذا الراسب يذوب في هذا الحمض.

(4) اختبار حمض الكبريتيك المركز Conc. H_2SO_4 مع نيتروبروسيد الصوديوم:

(أ) ضع في انبوبة اختبار نظيفة و جافة حوالي 0.2 g من الحمض الصلب او 1 mL من الحمض السائل و اضف اليها 1 mL من حمض الكبريتيك المركز. سخن الانبوبة على اللهب مع الرج بلطف و حذر. هل لحظت تفحم شديد مع تصاعد رائحة ثاني اكسيد الكبريت؟

(ب) اذا لم تصاعدت رائحة ثاني اكسيد الكبريت او لم يحدث تفحم، اضف إلى الخليط 5 mL ماء مقطر و 2 – 1 mL من هيدروكسيد الصوديوم 30% NaOH حتى يصبح الوسط قاعديا (استخدم اوراق الـ pH للاستدلال على قاعدية الوسط) . بعد ذلك اضف 1 mL من محلول نيتروبروسيد الصوديوم. هل لاحظت تلون المحلول باللون الاحمر الدموي؟ دون ملاحظتك في الجدول.

(5) اختبار برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$: قم بإذابة 0.2 g من الحمض الصلب او 1 mL من الحمض السائل في 5 mL ماء مقطر مع اضافة 2 – 1 mL من حمض الكبريتيك المخفف (0.5 M) H_2SO_4. ضع الانبوبة في حمام مائي عند درجة حرارة 80 °C. اضف قطرات من محلول برمنجنات البوتاسيوم. هل تلاحظ اختفاء اللون البنفسجي للبرمنجنات؟ دون ملاحظتك في الجدول.

(6) اغسل يداك جيدا قبل أن تغادر المختبر.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification	أسم الطالب : -..... اسماء الطلاب المشاركين : - (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن : -من..... إلى..... اليوم و التاريخ : -.....(...../...../..... 20)
(2) عنوان التجربة Title of Experiment	الكشف عن الاحماض الكربوكسيلية الاليفاتية الشائعة (مثل: حمض الخليك – حمض الاوكساليك – حمض الطرطريك – حمض الستريك... الخ)
(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose	

(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations

(1) دون جميع ملاحظاتك في الجدول التالي. كما يمكنك ايضا ان تلصق صورا فوتوغرافية قد تكن التقطها اثناء ملاحظتك للنتائج عمليا:

الكاشف Reagent	الحمض			
	الخليك	الاوكسالسك	الطرطريك	الستريك
Test 1 $FeCl_3$				
Test 2 $CaCl_2$				
Test 3 Conc. H_2SO_4				
Test 4 Sodium nitroprusside				
Test 5 $KMnO_4$				

(5) المناقشة Discussion

ناقش النتائج و الملاحظات التي دونتها في الجدول على ضوء تفاعل الكاشف ثم اكمل معادلات التفاعلات التالية ، موضحا ماذا كان في النواتج راسبا او ابخرة يمكن ان نستدل من خلالها عن نوع الحامض الاليفاتي:

1. $NH_4OH + R\text{-}COOH \longrightarrow$ _____ + _____
2. $FeCl_3$ + خلات الامونيوم $\longrightarrow$ _____ + _____
3. $CaCl_2$ + طرطرات الامونيوم $\longrightarrow$ _____ + _____
4. $CaCl_2$ + اوكسالات الامونيوم $\longrightarrow$ _____ + _____
5. H_2SO_4+ حمض الطرطريك $\xrightarrow{\Delta}$ _____ +_____+_____+_____
6. $KMnO_4$+ H_2SO_4+ حمض الاوكساليك $\xrightarrow{\Delta}$ _____ +_____+_____+_____

(6) الاستنتاج Conclusion

يمكنك الان ان تصمم مخطط للكشف عن أي من هذه الاحماض اذا ما اعطيت عينة مجهولة. و للتبسيط اكمل الفراغات بوضع الحمض المناسب في مكانه الصحيح:

أولاً: الصفات الفيزيائية:

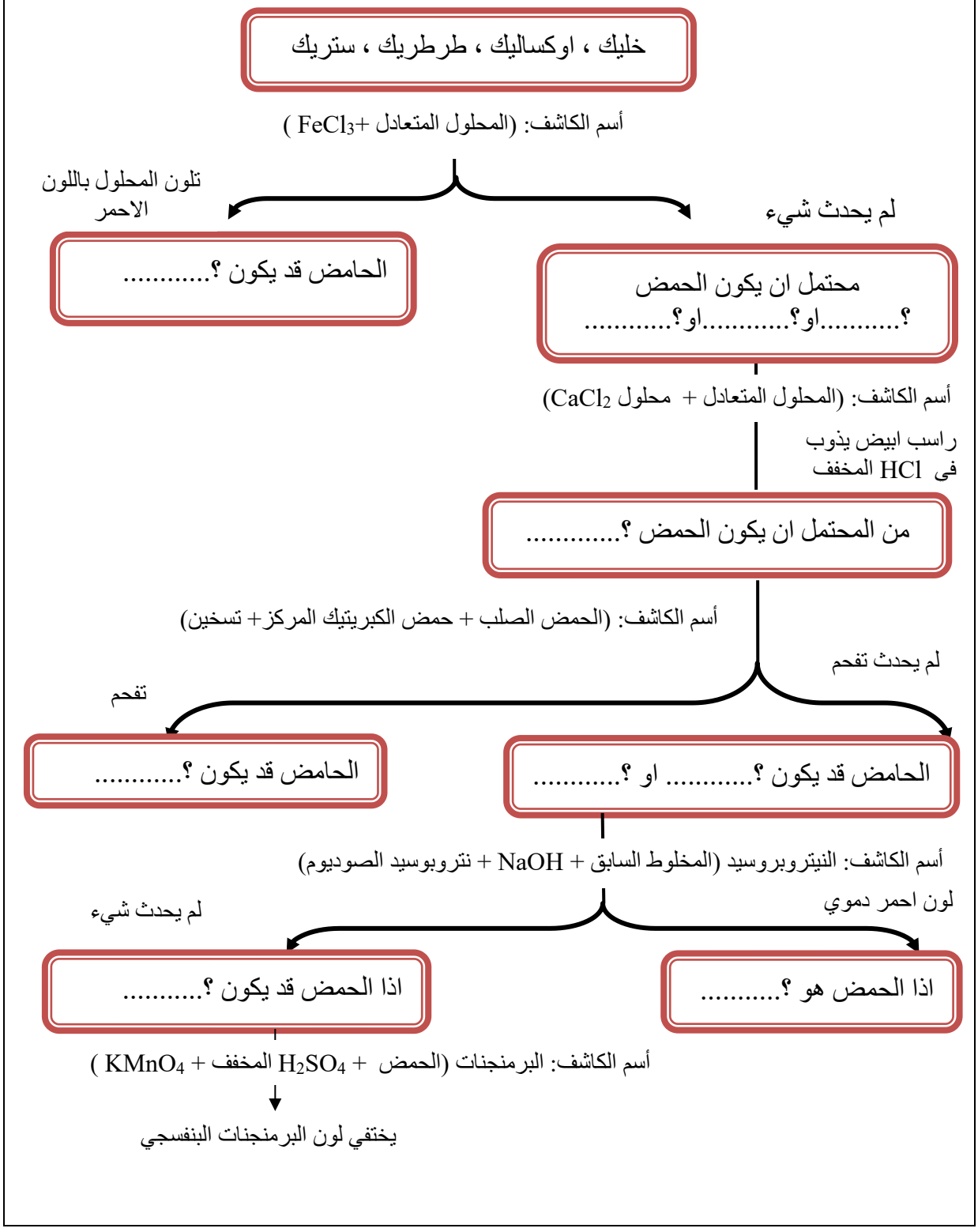
(أ) الحالةالفيزيائية: .....

(ب) اللون: .....

(جـ) الرائحة: .....

(د) الذوبانية في الماء: .....

ثانيا: التجارب الكيميائية:



(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

(1) اعطيت لك عينة من مسحوق لحمض اليفاتي مجهول و طلب منك التعرف عليه من خلال الاختبارات المذكورة في التجربة. اذا كنت قد حصلت على النتائج التالية، فما هو هذا الحمض؟

(أ) اختبار كلوريد الحديديك اعطى نتيجة سلبية (أي لم يتغير لون المحلول).

(ب) اعطى نتيجة سلبية مع كل من اختبار حمض الكبريتيك المركز و اختبار نيتروبروسيد الصوديوم.

(جـ) يختفي اللون البنفسجي لبرمنجنات البوتاسيوم عند اضافتها إلى محلول الحمض المحمضة بـ H_2SO_4 المخفف على الساخن.

(2) بتجربة عملية واحدة فقط، وضح كيف يمكنك التمييز بين عينتي مجهولتين احداهما لحمض الستريك و الاخرى لحمض الطرطريك.

(3) مستعينا بالمعادلات الكيميائية، وضح تأثير الخطأ التجريبي الناجم عن عدم التخلص من الكمية الزائدة من الامونيا عند تحضير محلول متعادل لملح الحمض على نتائج احتبار كلوريد الحديديك.

التجربة (10): الكشف عن الاحماض الكربوكسيلية الاروماتية الشائعة (مثل: حمض البنزويك – حمض السليسليك – حمض الفيثاليك... الخ)

Lab.(10): Identification of common aromatic carboxylic acids (e.g., benzoic acid, salicylic acid, phthalic acid, etc.).

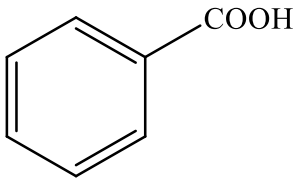
أسئلة يجاب عليها قبل الحضور إلى المختبر:

1 - لماذا تحترق الاحماض الاروماتية في الهواء لتعطي ادخنة داكنة مع ظهور لهب اصفر. في حين ان احتراق الاحماض الاليفاتية يكسب اللهب لونا ازرقا فاتحا دون تصاعد أي ادخنة داكنة؟

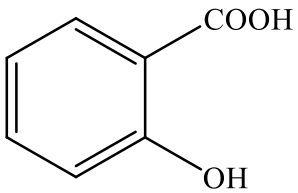
2 - وضح بتجربة معملية مناسبة كيف يمكنك ان تمييز بين حمض البنزويك (C_6H_5COOH) و بنزوات الصوديوم (C_6H_5COONa).

الأساس النظري:

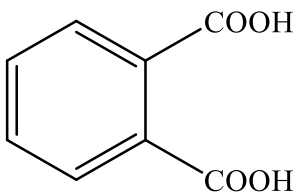
تعرفت في التجربة (9) على أهم خصائص الاحماض الكربوكسيلية و كيفية التمييز بين الاحماض الاليفاتية و الاحماض الاروماتية. و قد قمت بإجراء أهم الاختبارات العملية للتمييز بين اربعة من الاحماض الاليفاتية (حمض الخليك – حمض الاوكساليك – حمض الطرطريك – حمض الستريك). كما انك استطعت ان تصمم خطة للكشف عن هذه الاحماض. و في هذه التجربة سوف تقوم بإجراء أهم الاختبارات العملية للتمييز بين ثلاثة من أهم و اكثر الاحماض الاروماتية (او العطرية) استخداما في حياتنا اليومية وهي (حمض البنزويك – حمض السليسليك – حمض الفيثاليك). و بالمثل يمكنك ان تصمم خطة للكشف و التأكد من صحتها و ذلك بتطبيق مساق هذه الخطة على عينة مجهولة لأي من هذه الاحماض.



حمض البنزويك



حمض السليسليك



حمض الفيثاليك

- **مخـــرجات التعلـــــــــــــــــم**

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

1 - تقارن من خلال التجارب العملية بين الاحماض الاليفاتية و الاحماض الاروماتية.

2 - تكشف عمليا عن الاحماض الاروماتية في عينات نقية منها او كشقوق حامضية في الاملاح العضوية البسيطة.

3 - تحدد الكاشف المناسب للتمييز بين حامضين اروماتيين او اكثر.

4 - تصمم خطة كشف لعدد اكبر و أنواع مختلفة من الاحماض الاروماتية.

الأدوات المستخدمة:

- أنابيب اختبار
- ماصة مدرجة
- مخبار مدرج
- كاس زجاجي (500 ml)
- دورق مخروطي
- ساق زجاجية
- شفاط مطاطي
- أوراق الـ pH
- حمام مائي
- ترمومتر
- موقد بنسن (Bunsen burner) للتسخين
- دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- حمض البنزويك $HC_7H_5O_2$
- حمض السليسليك $HC_7H_5O_3$
- حمض الفيثاليك $H_2C_8H_4O_4$

- كحول ميثيلي (ميثانول) CH_3OH
- ريزرسينول m-$C_6H_4(OH)_2$
- ملح كربونات الصوديوم Na_2CO_3
- محلول هيدروكيسد الامونيوم (0.2 M) NH_4OH
- محلول كلوريد الحديديك حديث التحضير (0.2 M) $FeCl_3$
- حمض الكبريتيك المركز Conc. H_2SO_4
- محلول هيدروكسيد الصوديوم 10% NaOH
- ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- يجب وضع النظارات و كمامات الأنف قبل البدء بالتجربة وعدم محاولة التعرف على رائحة الابخرة المتصاعدة من التفاعلات إلا تحت ارشادات المدرس.
- يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة (H_2SO_4) عند نقل الكميات المطلوبة التي تريدها من الزجاجة إلى أنبوبة الاختبار، بحيث تضمن عدم اتصالها مع الجلد و ذلك بارتداء قفازات اليدين و استخدام الشفاط المطاطي لنقل هذه السوائل المركزة بواسطة الماصة لتفادي وصولها إلى الفم.
- الميثانول من أخطر السموم الداخلية (أي اذا ما وصلت إلى الدم)، لذا تجنب سحبه بالفم و استخدام الشفاط المطاطي لنقله بواسطة الماصة.
- يجب غسل الكاس الزجاجي قبل و بعد نقل أي محلول من الزجاجة الموضوع فيها لتجنب تلوث هذه المحاليل ببعضها البعض.

خطوات العمل:

(1) حضر محلول متعادل لملح الحمض:

(أ) ضع في انبوبة اختبار 2 mL من الماء المقطر و اضف اليها 0.2 g من الحمض الصلب.

(ب) اضف بعد ذلك قطرات من محلول هيدروكسيد الامونيوم مع الرج الجيد إلى ان يصبح الوسط قاعديا (استخدم اوراق الـ pH للاستدلال على قاعدية الوسط).

(جـ) سخن الانبوبة على لهب بلطف او ضعها في حمام مائي عند درجة حرارة 70 °C حتى يتوقف تصاعد رائحة الامونيا.

(2) الاختبار العام (اختبار كلوريد الحديديك $FeCl_3$): اضف إلى المحلول المتعادل للحمض 1 mL من محلول كلوريد الحديديك و لاحظ لون الراسب المتكون او التغيير في لون المحلول الناتج، ثم دون ملاحظاتك في الجدول.

(3) اختبار تكوين الاستر :

(أ) ضع في انبوبة اختبار نظيفة و جافة حوالي 0.2 g من الحمض الصلب و 1 mL من الكحول الميثيلي (الميثانول) و قطرتين من حمض الكبريتيك المركز. سخن الانبوبة على حمام مائي عند درجة حرارة 90 °C لمدة خمس دقائق.

(ب) اترك الخليط ليبرد ثم صب محتويات الانبوبة في كاس زجاجي يحتوي على محلول كربونات الصوديوم (ملعقة من كربونات الصوديوم تذاب في 20 mL من الماء المقطر). هل تلاحظ تصاعد غاز ثاني اكسيد الكربون محمل برائحة الاستر ؟ مع أي حمض يتكون استر برائحة الفكس ؟ دون ملاحظتك في الجدول.

(4) اختبار الفلوريسين Fluorescein Test:

(أ) ضع في انبوبة اختبار نظيفة و جافة حوالي 0.5 g من الحمض الصلب و 0.5 g من الريزرسينول و 0.5 mL حمض الكبريتيك المركز. سخن الانبوبة مباشرة على اللهب حتى تنصهر المكونات كليا.

(ب) اترك الخليط ليبرد ثم صب محتويات الانبوبة في كاس زجاجي يحتوي على 10 من محلول هيدروكسيد الصوديوم 10% NaOH. ما هو اللون المتكون؟ مع أي حمض يظهر لون احمر مع تفلور (او تألق) مخضر ؟ دون ملاحظتك في الجدول.

(5) اغسل يداك جيدا قبل أن تغادر المختبر.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification	أسم الطالب : -..... اسماء الطلاب المشاركين : - (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن : -من..... إلى..... اليوم و التاريخ : -.....(...../...../..... 20)
(2) عنوان التجربة Title of Experiment	الكشف عن الاحماض الكربوكسيلية الاروماتية الشائعة (مثل: حمض البنزويك – حمض السليسليك – حمض الفيثاليك... الخ)
(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose	

(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations

(1) دون جميع ملاحظاتك في الجدول التالي. كما يمكنك ايضا ان تلصق صورا فوتوغرافية قد تكن ألتقطها اثناء ملاحظتك للنتائج عمليا:

الكاشف Reagent	الحمض		
	الفيثاليك	السليسليك	البنزويك
Test 1 $FeCl_3$			
Test 2 تكوين الاستر (Δ+conc. H_2SO_4+ CH_3OH+الحمض)			
Test 3 اختبار الفلوريسين (NaOH+Δ+conc. H_2SO_4+ الحمض+ريزرسينول)			

(5) المناقشة Discussion

ناقش النتائج و الملاحظات التي دونتها في الجدول على ضوء تفاعل الكاشف ثم اكمل معادلات التفاعلات التالية ، موضحا ما اذا كان في النواتج راسبا او ابخرة يمكن ان نستدل من خلالها عن نوع الحامض الاروماتي:

1. $FeCl_3$ + بنزوات الامونيوم ⟶ _____ + _____

2. $FeCl_3$ + سليسيلات الامونيوم ⟶ _____ + _____

3. $FeCl_3$ + فيثالات الامونيوم ⟶ _____ + _____

4. CH_3OH + حمض السليسليك $\xrightarrow{H_2SO_4/\Delta}$ _____ + _____

5. حمض الفيثاليك + ريزرسينول $\xrightarrow{H_2SO_4/\Delta}$ _____ $\xrightarrow{NaOH}$ _____

(6) الاستنتاج Conclusion

يمكنك الان ان تصمم مخطط للكشف عن أي من هذه الاحماض اذا ما اعطيت عينة مجهولة. و للتبسيط اكمل الفراغات بوضع الحمض المناسب في مكانه الصحيح:

أولاً: الصفات الفيزيائية:

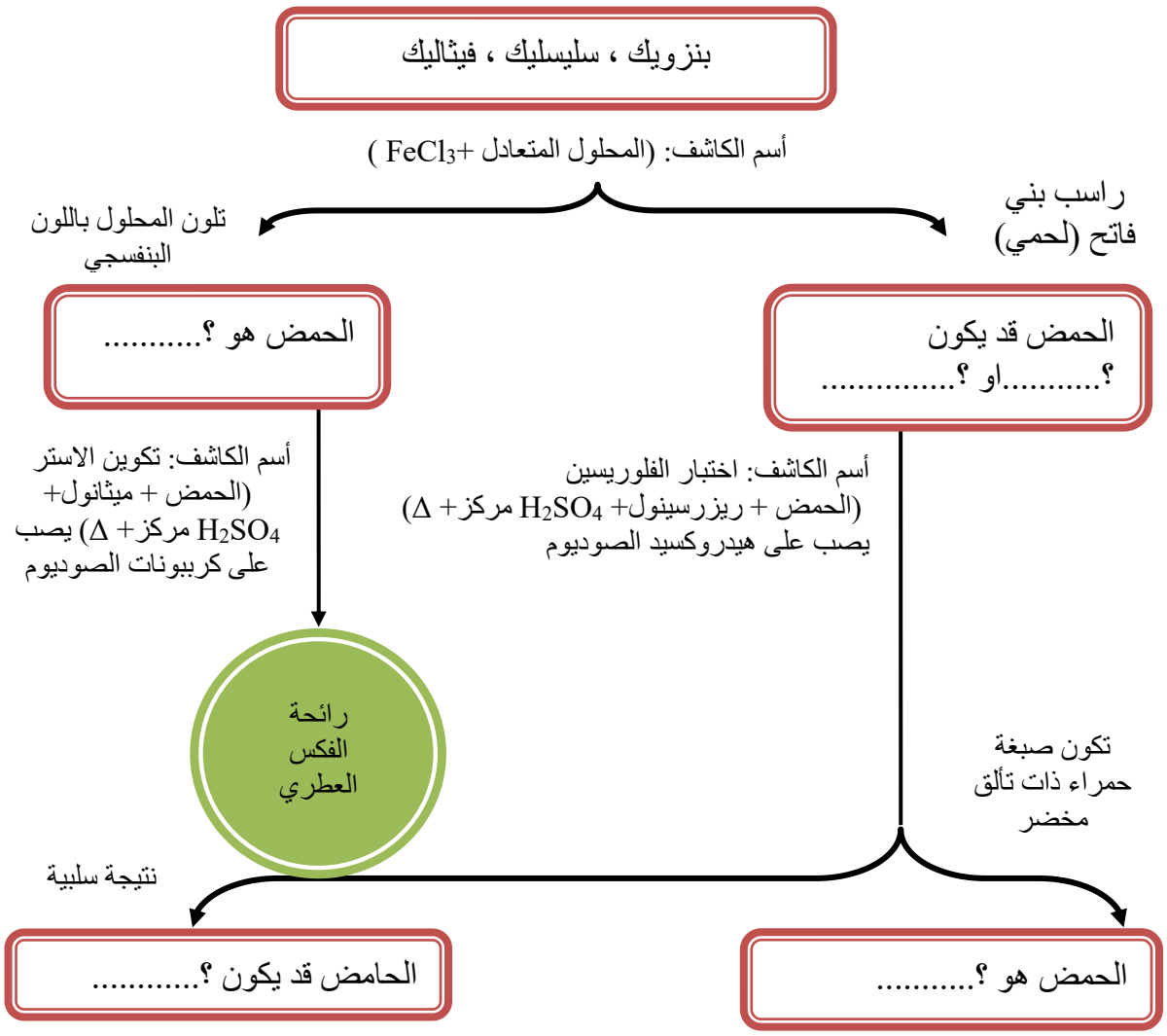
(أ) الحالةالفيزيائية: .....

(ب) اللون: .....

(جـ) الرائحة: .....

(د) الذوبانية في الماء: .....

ثانيا: التجارب الكيميائية:



(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

(1) اعطيت لك عينة من مسحوق لحمض مجهول و طلب منك التعرف عليه. فاذا كنت قد حصلت على النتائج التالية، فما هو هذا الحمض؟

(أ) الحمض لايذوب في الماء المقطر و لكنه يذوب في محلول لكربونات الصوديوم مع حدوث فوران.

(ب) اختبار كلوريد الحديديك اعطى محلول بلون بنفسجي غامق.

(جـ) كون استر مع الميثانول له رائحة الفكس العطري.

(2)بتجربة عملية واحدة فقط، وضح كيف يمكنك التمييز بين عينتي مجهولتين احداهما لحمض السليسليك و الاخرى لحمض البنزويك.

(3)خليط يتألف من حمض البنزويك (اروماتي) و حمض السكسنيك (اليفاتي). كلاهما يعطيان راسب بني فاتح (لحمي) مع احتبار كلوريد الحديديك.

(أ) اكتب معادلة التفاعل بين كل حمض و كلوريد الحيديك.

(ب) ما الطريقة التي سوف تستخدمها لفصل الحمضين عن بعضهما من الخليط؟ وضح اجابتك بالمعادلات الكيميائية.

التجربة (11): الكشف عن الفينولات الشائعة (مثل: الفينول – اورثو كريسول – بارا كريسول – ريزورسينول – الفا نفثول – بيتا نفثول... الخ)
Lab.(11): Identification of common phenols (e.g., phenol, o-cresol, p-cresol, resorcinol, α-naphthol, β-naphthol, etc.)

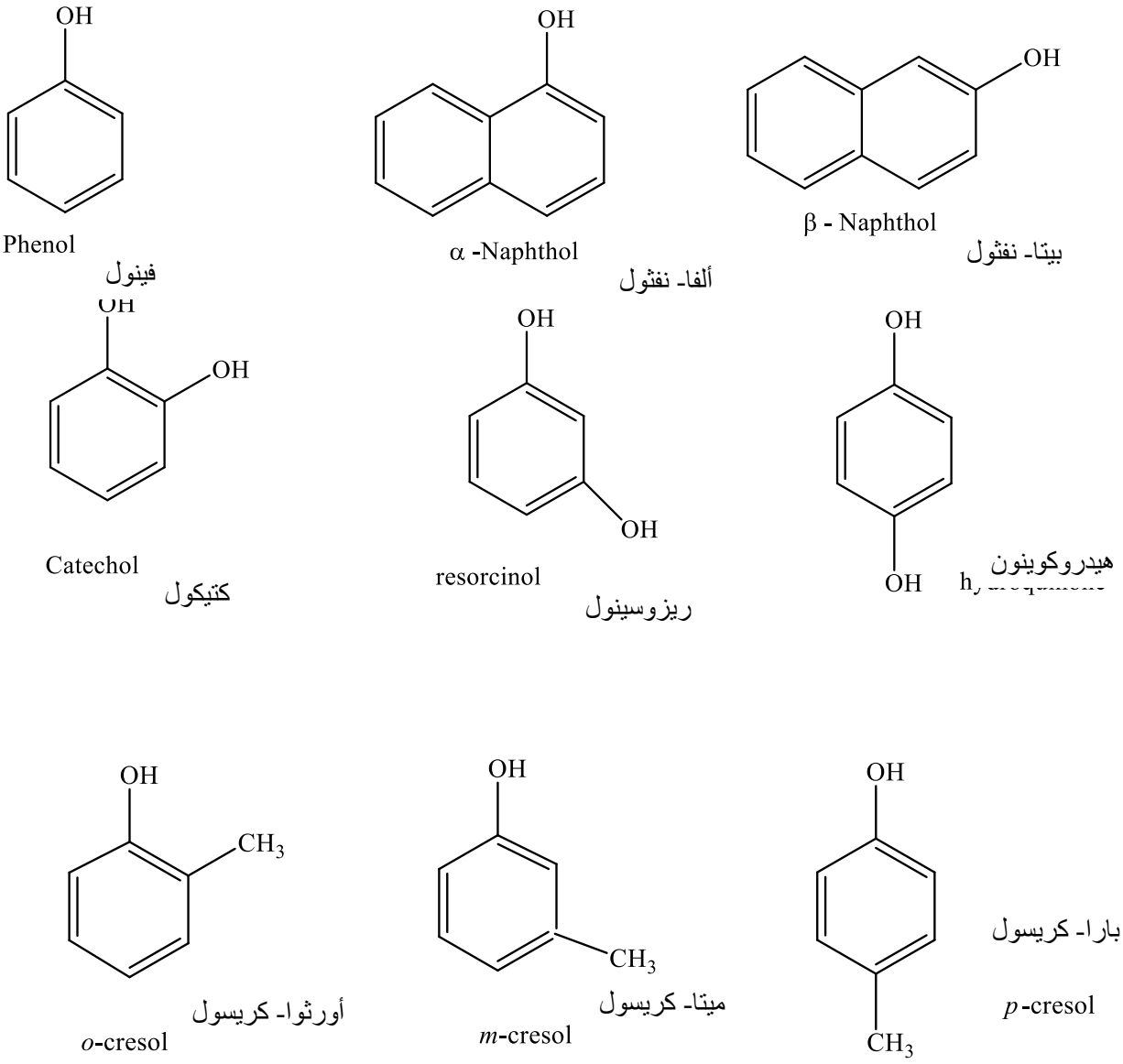
أسئلة يجاب عليها قبل الحضور إلى المختبر:

1 - اذكر مستعينا بالمعادلات الكيميائية اثنين من تفاعلات الفينول، احداهما يوضح التفاعل مع مجموعة الهيدروكسيل و الاخر استبدال اليكتروفيلي على الحلقة الاروماتية.

2 - وضح بتجربة معملية مناسبة كيف يمكنك ان تميز بين الكحول البنزيلي (C_6H_5-CH_2-OH) و بارا -كريسول (*p*-CH_3-C_6H_4-OH).

الأساس النظري:

الفينولات هي مركبات عضوية تمتلك مجموعة هيدروكسيل تتصل بحلقة اروماتية و تحمل الصيغة العامة (Ar-OH) و هذا ما يميزها عن الكحولات و التي تتصل فيها مجموعة الهيدروكسيل بمجموعة الكيل (R-OH). و هنالك عدد كبير من الفينولات و من أهمها ما يلي:



و الفينولات النقية عديمة اللون و لها روائح مميزة و سرعان ما تتأكسد في الهواء لتعطي نواتج ملونة. و نتيجة لوجود الحلقة الاروماتية فهي تحترق في الهواء لتعطي ادخنة داكنة مع ظهور لهب اصفر. وتظهر الفينولات خواص حامضية ضعيفة بسب ظاهرة الرنين لالكترونات باي (π) في الحلقة الاروماتية. لذا فهي تذوب في الاوساط القلوية مثل محلول هيدروكسيد الصوديوم.

و في هذه التجربة سوف تتعرف على أهم الاختبارات العملية و الكواشف الكيميائية المستخدمة للتمييز بين الانواع المختلفة للفينولات. و سيتركز عملك هنا على الكشف عن ستة من الفينولات شائعة الاستخدام و هي (الفينول – أورثو كريسول – بارا كريسول – ريزورسينول – ألفا نفثول – بيتا نفثول). كما سوف تقوم بتصمم خطة للكشف عن أي من هذه الفينولات الستة في عينة مجهولة منها.

▪ مخـــرجات التعلـــــــــــــــــــم

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

1 - تحدد الخواص الحامضية للفينولات المتعددة ودرجة ذوبانها في الاوساط القلوية و المذيبات القطبية.

2 - تميز بين تفاعلات الاحلال الثنائي لمجموعة الهيدروكسيل و الاستبدال الاليكتروفيلي في الحلقة الاروماتية للفينولات.

3 - تقارن من خلال التجارب العملية بين الفينولات مع بعضها البعض و مع الكحولات.

4 - تكشف عمليا عن الفينولات في عينات نقية منها و تختار الكاشف المناسب للتمييز بين اثنين او اكثر من الفينولات.

5 - تصمم خطة كشف لعدد اكبر و أنواع مختلفة من الفينولات.

الأدوات المستخدمة:

- ❖ أنابيب اختبار
- ❖ ماصة مدرجة
- ❖ مخبار مدرج
- ❖ كاس زجاجي (500 ml)
- ❖ دورق مخروطي
- ❖ ساق زجاجية
- ❖ شفاط مطاطي
- ❖ أوراق الـ pH
- ❖ حمام مائي
- ❖ ترمومتر
- ❖ موقد بنسن (Bunsen burner) للتسخين
- ❖ دورق غسيل

الكواشف المطلوبة:

- ❖ فينول C_6H_4OH

- أورثو -كريسول $o\text{-}C_6H_4(OH)(CH_3)$
- بارا -كريسول $p\text{-}C_6H_4(OH)(CH_3)$
- ريزرسينول $m\text{-}C_6H_4(OH)_2$
- ألفا -نفثول $\alpha\text{-}C_{10}H_7(OH)$
- ألفا -نفثول $\beta\text{-}C_{10}H_7(OH)$
- حمض الفيثاليك $H_2C_8H_4O_4$ او انهيدريد الفيثاليك $C_8H_4O_3$
- كلوروفورم $CHCl_3$
- كحول ايثيلي (ايثانول) C_2H_5OH
- محلول كلوريد الحديديك حديث التحضير (0.2 M) $FeCl_3$
- حمض الكبريتيك المركز Conc. H_2SO_4
- محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH 10%
- ماء مقطر

المخاطر المتوقعة من هذه التجربة:

- الفينولات من المواد الحرقة للجلد، لذ يجب ارتداء قفازات اليدين عند التعامل مع زجاجات الفينولات. كما ان معظمها تعتبر من السموم الداخلية (أي اذا ما وصلت إلى الدم)، لذا تجنب سحب أي من الفينولات السائلة بالفم و استخدام الشفاط المطاطي لنقله بواسطة الماصة.
- يجب وضع النظارات و كمامات الأنف قبل البدء بالتجربة وعدم محاولة التعرف على رائحة الابخرة المتصاعدة من التفاعلات إلا تحت ارشادات المدرس.
- يرجى التعامل بحذر مع الأحماض المركزة (H_2SO_4) عند نقل الكميات المطلوبة التي تريدها من الزجاجة إلى أنبوبة الاختبار، بحيث تضمن عدم اتصالها مع الجلد و ذلك بارتداء قفازات اليدين و استخدام الشفاط المطاطي لنقل هذه السوائل المركزة بواسطة الماصة لتفادي وصولها إلى الفم.

خطوات العمل:

(1) اختبار الذوبانية:

(أ) ضع في انبوبة اختبار 2 mL من الماء المقطر و اضف اليها 0.1 g من الفينول الصلب. رج الانبوبة قليلا، ثم لاحظ قدرة الفينول على الذوبان في الماء. اختبر ما اذا كان الوسط حامضيا ام قاعديا (استخدم اوراق الـ pH).

(ب) ضع في انبوبة اختبار اخرى 2 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH 10% و اضف اليها 0.1 g من الفينول الصلب. رج الانبوبة قليلا، ثم لاحظ قدرة الفينول على الذوبان في محلول هيدروكسيد الصوديوم. اختبر ما اذا كان الوسط حامضيا ام قاعديا.

(جـ) كرر الخطوة السابقة (أ) او (ب) مستخدما الكحول الايثيلي (الايثانول) كمذيب بدلا عن الماء المقطر او محلول هيدروكسيد الصوديوم.

(2) الاختبار العام (اختبار كلوريد الحديديك $FeCl_3$): ضع في انبوبة اختبار 0.1 g من الفينول و 5 mL من الماء المقطر. رج الانبوبة قليلا، ثم اضف قطرتين او ثلاث قطرات من محلول كلوريد الحديديك و لاحظ لون الراسب المتكون او التغيير في لون المحلول الناتج، ثم دون ملاحظاتك في الجدول.

(3) اختبار الفلوريسين (او اختبار الفيثالين) Fluorescein Test (Phthalein Test):

(أ) ضع في انبوبة اختبار نظيفة و جافة حوالي 0.1 g من حمض الفيثاليك او انهيدريد الفيثاليك و 0.1 g من الفينول و قطرتين من حمض الكبريتيك المركز. سخن الانبوبة مباشرة على اللهب حتى تنصهر المكونات كليا.

(ب) اترك الخليط ليبرد ثم صب محتويات الانبوبة في كاس زجاجي يحتوي على 10 من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH 10%. ما هو اللون المتكون؟ دون ملاحظتك في الجدول.

(4) اختبار ريمر - تيمان Reimer- Tiemann Test: خذ في انبوبة اختبار 0.2 g من الفينول و 3 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH 10%. رج المحلول جيدا إلى ان يذوب الفينول تماما، ثم اضف 1 mL من الكلوروفورم. سخن الانبوبة على حمام مائي عند درجة حرارة 70 ^oC لمدة خمس دقائق. ما هو اللون المتكون في الطبقة المائية (الطبقة السفلية)؟ دون ملاحظتك في الجدول.

(5) تأكد من غسل يديك جيدا بعد انتهائك من التجربة.

التقرير العملي:

(1) المعلومات الشخصية Identification	أسم الطالب : -..... اسماء الطلاب المشاركين : - (1).....(2)..... (3)..... المجموعة :.....الزمن : -من..... إلى..... اليوم و التاريخ : -.....(...../...../..... 20)
(2) عنوان التجربة Title of Experiment	الكشف عن الفينولات الشائعة (مثل: الفينول – اورثو كريسول – بارا كريسول – ريزورسينول – الفا نفثول – بيتا نفثول... الخ)
(3) الهدف او الغاية من التجربة Objective or Purpose	

(4) النتائج و الحسابات Results and Calculations

(1) دون جميع ملاحظاتك في الجدول التالي. كما يمكنك ايضا ان تلصق صورا فوتوغرافية قد تكن ألتقطها اثناء ملاحظتك للنتائج عمليا:

الكاشف Reagent		الفينول					
		phenol	*o*-cresol	*p*-cresol	resorcinol	α-naphthol	β-naphthol
Test 1 الذوبانية	H_2O						
	NaOH(aq)						
	C_2H_5OH						
Test 2 $FeCl_3$							
Test 2 اختبار الفثالين (او الفلوريسين)							
Test 3 اختبار ريمر ـتيمان							

(5) المناقشة Discussion

ناقش النتائج و الملاحظات التي دونتها في الجدول على ضوء تفاعل الكاشف ثم اكمل معادلات التفاعلات التالية ، موضحا ما اذا كان في النواتج راسبا او ابخرة يمكن ان نستدل من خلالها عن نوع الفينول:

1. $NaOH$ + بارا -كريسول ⟶ _____ + _____

2. $FeCl_3$ + فينول ⟶ _____ + _____

3. $FeCl_3$ + أورثو -كريسول ⟶ _____ + _____

4. $FeCl_3$ + ريزرسينول ⟶ _____ + _____

5. $CHCl_3$ + فينول $\xrightarrow{\Delta}$ _____ + _____

6. انهيدريد الفيثاليك+ فينول $\xrightarrow{H_2SO_4/\Delta}$ _____

(6) الاستنتاج Conclusion

يمكنك الان ان تصمم مخطط للكشف عن أي من هذه الفينولات اذا ما اعطيت عينة مجهولة. و

للتبسيط اكمل الفراغات بوضع الفينول المناسب في مكانه الصحيح:

أولاً: الصفات الفيزيائية:

(أ) الحالةالفيزيائية: .....

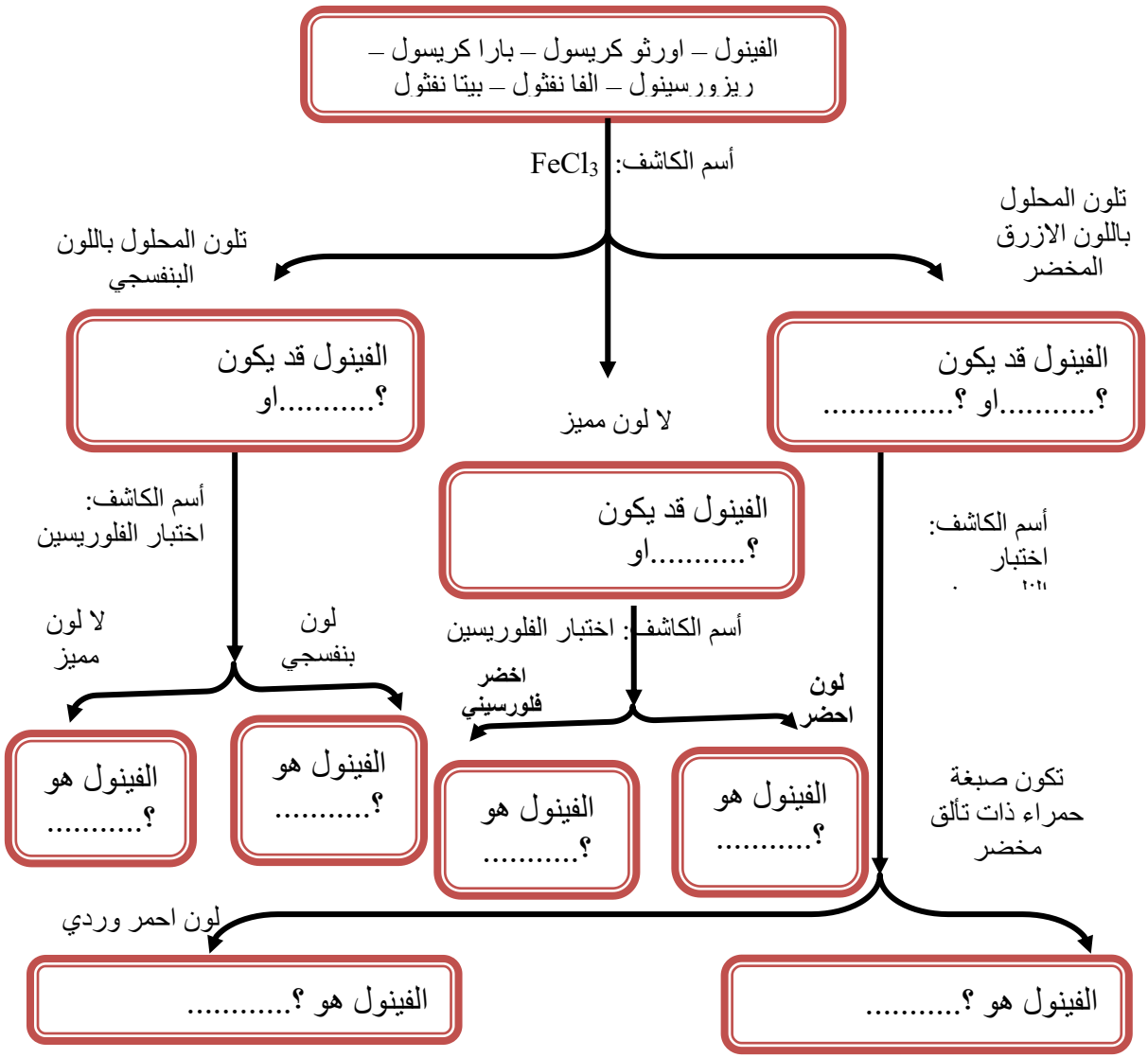
(ب) اللون: .....

(جـ) الرائحة: .....

(د) الذوبانية في الماء: ..... **في الايثانول:**.....

في محلول هيدروكسيد الصوديوم:.....

ثانيا: التجارب الكيميائية:



(7) الاسئلة اللاحقة Post- Laboratory Questions

(1)في مخطط الكشف الذي قمت بإعداده في التقرير كان معتمدا على استخدام كاشفين فقط هما اختبار كلوريد الحديديك و اختبار الفيثالين (او الفلوريسين). اعد كتابة مخطط الكشف مستخدما النتائج التي حصلت عليها عمليا من اختبار ريمر – تيمر عوضا عن اختبار الفيثالين.

(2)اعطيت لك عينة لفينول مجهول من الفينولات الستة التي درستها في هذه التجربة و طلب منك التعرف عليه. فاذا كنت قد حصلت على النتائج التالية، فما هو هذا الفينول؟

(أ) اعطى نتيجة سلبية مع اختبار كلوريد الحديديك.

(ب) تلون المحلول باللون الاخضر الفاتح مع حدوث تألق فلوريسيني خفيف بعد تفاعله مع انهيدريد الفيثاليك.

(جـ) تفاعل مع الكلوروفورم في وجود هيدروكسيد الصوديوم على الساخن، مكونا ناتج بلون ازرق غامق يتحول تدريجيا إلى اللون الاخضر.

المـــــــراجع

1- R. Brent. (1960). *The Golden Book of Chemistry Experiments How To Set Up a Home Laboratory- Over 200 Simple Experiments*, New York, Golden Press, Inc.

2- V. Williamson and L. Peck. (2009). *Experiments in General Chemistry: Inquiry and Skill Building*, Books/Cole, USA.

3- P. Walker and E. Wood. (2011). *Chemistry Experiments, Facts on File*, Infobase publishing, New York.

4- F.A. Bettelheim. (2000). *Lab Experiments for Organic & Biochemistry*, 4th Edition, BroksCole, Paperback.

5- F.A. Bettelheim and J. M. Landesberg. (2009). *Laboratory Experiments for Introduction to General, Organic and Biochemistry*, Brooks Cole.

6- L. F. Fieser (1941), *Eeperiments in Organic Chemistry*, 2nd Edition, D. C. Heath and Company, USA.

7- 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).

8 - ي.م.ع. الشعيبي، م. ع.ع. خطاب، ع.ع. باعيسى .(1992). *الكيمياء العملية للفرق التمهيدية – التحليل الوصفي*، الطبعة الأولى، منشورات جامعة صنعاء، دار الفكر المعاصر، بيروت.

9 - م. البكوش، ن. بسييسو، ي. حورية، ن.ش. قروش .(2003). *مبادىء الكيمياء العامة*، الطبعة الثانية، شركة الجا للنشر العلمي، طرابلس.

10 - أ.ز. الزامل. (1998). *الكيمياء التحليلية: التحليل الحجمي*، الطبعة الثالثة, دار الخريجي للنشر.

دار السعيد للطباعة والنشر
Al-Saeed Publishing & Printing House

نبذة عن الكتاب

يتميز هذا الكتاب بشموله لعدة جوانب حيوية في الكيمياء العامة، بدءاً من طرق الكشف الوصفي عن الشقوق القاعدية والحامضية، وصولاً إلى تعيين الأوزان الجزيئية ودراسة العوامل المؤثرة على سرعة التفاعلات، مع التركيز على إكساب الطالب مهارات كتابة التقارير العلمية الرصينة وتحليل البيانات بدقة ومنهجية.

About the Book

This book is distinguished by its comprehensive coverage of several vital aspects of general chemistry, from methods of descriptive detection of basic and acidic radicals to determining molecular weights and studying the factors affecting the rate of reactions, with a focus on equipping the student with the skills to write sound scientific reports and analyze data accurately and .systematically

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

967-2026-2-3110-3

سلسلة الكتب والمناهج الأكاديمية