الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
كلية التكنولوجيا
قسم هندسة الطرائق والبتروكيمياء

طرق التحليل الكيفي

المطبوعة موجهة إلى طلبة: السنة الثانية

هندسة الطرائق والبتروكيمياء

من إعداد: **د. زغود سمية**

أستاذ محاضر – ب–

zeghoud-soumeia@univ-eloued.dz

الموسم الجامعي:2025-2026

الفهرس

تقديم 1

المكتسبات القبلية..... 2

I. مقدمة..... 2

1.I. توجيهات أساسية للعمل داخل المخبر..... 2

2.I. نصائح خاصة للطلبة يجب الاخذ بها..... 2

3.I. احتياطات صحية للوقاية من المخاطر الكيميائية..... 4

1.3.I. توجيهات حول طرق التخلص من النفايات..... 4

2.3.I. الاحتياطات المخبرية من بعض المواد الكيميائية الخطرة 4

4.I. الإسعافات الأولية للجروح والحروق..... 5

5.I. تعريفات أساسية..... 6

6.I. تفاعلات أساسية 6

7.I. تفاعلات تأكيدية: (تجارب تأكيدية).....6

8.I. تفاعلات تميزية: (تجارب تميزية.....)..... 6

II. الطرق الكيفية للكشف عن الكاتيونات..... 7

1.II. مقدمة..... 7

.

2.II. الاختبارات الاولية للتعرف عن مادة صلبة مجهولة..... 7

3.II. تصنيف الكاتيونات..... 9

4.II. العمل التطبيقي الأول : الكشف عن كاتيونات المجموعة الاولى 11

5.II. العمل التطبيقي الثاني : الكشف عن كاتيونات المجموعة الثانية 15

6.II. العمل التطبيقي الثالث : الكشف عن كاتيونات المجموعة الثالثة 21

7.II. العمل التطبيقي الرابع : الكشف عن كاتيونات المجموعة الرابعة..... 26

II.8. العمل التطبيقي الخامس : الكشف عن كاتيونات المجموعة الخامسة 30

II.9. العمل التطبيقي السادس : الكشف عن كاتيونات المجموعة السادسة..... 35

III . الطرق الكيفية للكشف عن الانيونات..... 39

III.1. العمل التطبيقي الاول : الكشف عن ايونات المجموعة الاولى (I)..... 42

III.2. العمل التطبيقي الثاني : الكشف عن ايونات المجموعة الثانية (II)..... 46

III.3. العمل التطبيقي الثالث : الكشف عن ايونات المجموعة الثالثة (III)..... 51

الملاحق

المراجع

يسرنا أن نضع بين أيدي طلبتنا الأعزاء مجموعة من الاعمال التطبيقية في مجال الكيمياء التحليلية والتي تندرج ضمن طرق التحليل الكيفي للمركبات غير العضوية موجهة لطلبة **سنة ثانية ليسانس هندسة الطرائق والبتروكيمياء**، الهدف منها إحكام البناء المعرفي للطالب وترسيخ المفاهيم العلمية لديه بالمستوى الذي يسمح له من الإستيعاب الجيد لكل ما يعنى بالتكوين النظري إضافة إلى والتجارب التأكيدية ومن ثم اكتساب الطالب المهارات الضرورية لهذا التخصص.

تضمنت هذه المطبوعة ملخصا مفيدا و مختصرا لكل موضوع من الموضوعات التي تناولتها وفق المنهاج الوزاري المحدد، وتم التركيز من خلالها على الأفكار الرئيسية التي تفيد الطالب في حل الاشكالات التجريبية التي يمكن ان تصادفة في المجال البحثي، يبدأ بتناول الجانب النظري للدرس مرورا للجانب التطبيقي وصولا إلى إحكام البناء المعرفي و ترسيخ المفاهيم العلمية للطالب بالمستوى الذي يؤهله فيما بعد لمتابعة دراساته و ابحاثه في هذا المجال و كذا جميع فروعه في المستويات العليا على أساس متين، حيث تعطي هذه الدروس بجميع عناصرها للطالب فكرة شاملة عن أسس الكيمياء التحليلية الكيفية (التحليل الوصفي) .

سنتعرف من خلال هذه المطبوعة على القواعد الاساسية للتعرف الى العناصر غير العضوية المكونة للمحاليل، ما هي أهم التجارب التي يمكننا القيام بها، بالإضافة الى تجارب تأكيدية لإثبات النوع الكيميائي دون الخوض في طرق التحليل الالي او الاكثر تعقيدا.

نأمل ان تكون سلسلة الاعمال التطبيقية هذه أداة عمل مفيدة وإضافة لكل الأساتذة والمتعلمين على حد سواء، وأن تساعدهم على تحقيق الأهداف المرجوة والله من وراء القصد وهو ولي التوفيق.

المكتسبات القبلية:

حتى يتسنى للطالب الإستيعاب الجيد لمحتوى المقياس، عليه أن يكون ملما بمحتوى مقياس كيمياء 01 (الكيمياء العامة)، متعرفا إلى معرفته للوحدات الأساسية المكونة للجزيء ومطلعا على أسماء عناصر الجدول الدوري (إسناد اسم الذرة إلى رمزها الكيميائي)، بالإضافة إلى ادراكه إلى مدى خطورة جهله لقواعد السلامة داخل المخبر.

من أجل ذلك تم وضع جزء يخص قواعد السلامة داخل المخبر بالإضافة إلى ارفاق المطبوعة بملحق في نهايتها والتي ربما يحتاجها الطالب خلال عمله، إذا كانت المعطيات غير كافية، فسيجد الطالب في نهاية المقرر مصادر مقترحة يمكنه رؤيتها لتحسين المستوى المعرفي لديه.

أهداف التعلم:

في نهاية جملة الاعمال التطبيقية يكون الطالب قادرا على:

- التعامل بطريقة صحيحة مع المواد الكيميائية والتصرف بوعي مع الطوارئ التجريبية.
- القيام بتجارب الكشف عن الكاتيونات في الاملاح البسيطة واستنتاج وجودها من عدمه في المجاهيل.
- القيام بتجارب الكشف عن الانيونات في الاملاح البسيطة واستنتاج وجودها من عدمه في المجاهيل.

I. مقدمة

إن التحليل الكيفي، الوصفي أو النوعي هي أحد فروع الكيمياء التحليلية العملية حيث تسمح هذه العملية بمعرفة العناصر المشكلة للمادة الكيميائية (املاح بسيطة، خليط لعدة مواد غير عضوية).

سنتعرف من خلال هذا الفصل على طرق الكشف عن كاتيونات وأنيونات الاملاح البسيطة تعريفا بالجانب النظري مرورا إلى التجارب الاساسية بالإضافة إلى تجارب تأكيدية ترفق في الأخير بتقرير لكل عمل تجريبي.

I.1. توجيهات اساسية للعمل داخل المخبر:

يجب على كل طالب قراءة التوجيهات الخاصة بالعمل داخل المخبر والالتزام بها.

I.2. نصائح خاصة للطلبة يجب الاخذ بها:

1. يجب حضور الطالب للمخبر في الوقت المحدد
2. ضرورة ارتداء المئزر (يستحسن أن يكون من القطن)
3. الابتعاد عن ارتداء الاحذية المفتوحة سهلة الانزلاق.
4. تجنب لمس المادة الكيميائية حتى ان كانت غير سامة (تجنب استنشاق أو شم أبخرة المواد والمذيبات الكيميائية).
1. تمنع الحركة العشوائية في أنحاء المخبر (ضرورة المكوث في المكان المخصص للعمل).

2. يجري الطالب التجارب وهو واقف (لا يسمح بالجلوس على الكراسي).

3. يجب ان تكون لوازم الطلبة والمحافظ مرتبة وبعيدة عن مكان اجراء التجارب.

4. قراءة التجربة والإلمام بها قبل الحضور إلى المخبر لتفادي سوء الفهم او تضييع الوقت.

5. التأكد من استخدام أجهزة وزجاجيات نظيفة بصفة دائمة عند اجراء التجارب.

6. تنظيف الزجاجيات والأجهزة والمكان الذي تم استخدامه قبل مغادرة المخبر.

5. تجنب استعمال الفم لملء الماصة بالسائل العضوي بل يجب استخدام الاجاصة الماصة (Propipette) أو (micropipette).

6. يجب إجراء التجارب التي يتصاعد منها غاز في خزانة الغازات الخاصة (La Hotte).

7. عند تسخين أنبوب اختبار لإجراء أي تفاعل فيجب إبعاد فوهة الأنبوب عن الوجه.

8. ضرورة قراءة الإرشادات والتحذيرات على قارورات المواد الكيميائية.

9. يجب إغلاق الغاز والماء في حالة عدم استعمالها.

7. لا يجوز مهما كانت الظروف انجاز الاعمال التطبيقية عند غياب المشرف.

8. ضرورة وضع ملصقة على كل قارورة او حاوية بها مادة كيميائية محضرة.

9. التأكد من استعمال المادة الصحيحة المطلوب استعمالها وذلك بقراءة الاسم والتعليمات المكتوبة على الورقة الملصقة على حاوية المادة.

10. تجنب أخذ ما يزيد عن الحاجة من المادة اللازمة للتفاعل وفي حالة بقاء زيادة منها يجب ان لا يتم إرجاعها لحاويتها الاصلية، بل يفضل وضعها في وعاء آخر أو يتم التخلص منها وذلك حتى لا تسبب أي تلوث للمادة الموجودة في الوعاء الأصلي.

11. يجب إغلاق الزجاجيات أو الأوعية الحاوية للمواد الكيميائية بإحكام.

12. عدم فتح عدة زجاجات في وقت واحد تفاديا لتلوث المواد.

13. عند الانتهاء من عمل التجارب يجب غسل اليدين بالماء والصابون قبل الخروج من المخبر.

14. ضرورة كتابة الملاحظات عن التجارب أولا بأول مع مراعاة الدقة في تدوين تلك الملاحظات وكذا تسجيل ارتيابات أجهزة وأدوات القياس بغية استعمالها.

15. إبلاغ الأستاذ المشرف في المخبر فورا عند وقوع أي حادث.

I.3. احتياطات صحية للوقاية من المخاطر الكيميائية

I.3.1. توجيهات حول طرق التخلص من النفايات:

أحجام صغيرة من محاليل: يمكن التخلص من حموض وقلويات مثلا بسكبها ببطء في تيار مائي، والاستمرار بالسكب ببطْ في تيار مائي، بغية تخفيفها منعاً لتآكل أنابيب الصرف.

المواد الكيميائية أحجام وأوزان كبيرة: مهما كان نوعها صلبة أو سائلة، فيتم تسليمها إلى وحدة التخلص من النفايات لاسترجاعها أو التخلص منها.

نفايات السيانيد: توضع في زجاجة نفايات ملائمة مع المحافظة على إبقاء محلولها قلوياً دائماً.

المواد الكيميائية الجافة (الصلبة): توضع في حاويات ملائمة يكتب عليها ''نفايات كيميائية للتخلص منها'' مع تجنب وضع العوامل المؤكسدة القوية في هذا البرميل، وكذلك العوامل المختزلة القوية مثل: الكلوريدات، والبرومات، وفوق الأكاسيد، والنترات، واليود، وأنهيدريد حمض الخليك .... الخ مع بعضها البعض.

I.3.2. الاحتياطات المخبرية من بعض المواد الكيميائية الخطرة

ثنائي كربيد الكربون CS_2 :

يعتبر هذا المركب ساماً، شديد الاشتعال (أشد اشتعالا من إيثر الإيثيل)، إذ يشتعل بخاره تحت تأثير الشرارة الكهربائية، وبسبب سميته تترك الكميات المراقة منه حتى تتبخر أو يلجأ لإمتصاصها بالإسفنج أو القطن، ووضعها في ساحبات الغازات كي تتبخر.

القواعد القوية:

من بين المواد الاكثر استخداما في المخابر هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم، وهي مواد كاوية، وتصادف أعلى درجات الخطورة عند تماس هذه المركبات مع الجلد أو العيون، وقد ينشأ عن ذلك أذى دائم في العين إذا تعرضت لهذه المركبات، خاصة إذا كانت مركزة، وفي هذه الحالة يجب غسل الجلد أو العين بصورة مستمرة بالماء (مدة لا تقل عن 15 دقيقة) بعد الإصابة، تغسل القلويات المركزة التي تراق على أرضية المختبر، يمكن استخدام الرمل ايضا في امتصاص المحاليل المراقة على الأرض.

الأحماض المركزة:

عند تفاعل الأحماض المركزة والمؤكسدة مع النحاس و الزنك تنطلق غازات سامة، مثل NO , NO_2 , SO_2 لهذا يجب تجنب الانحناء على وعاء التجربة، تفاديا لاستنشاق الغازات المنطلقة، كما يجب الحذر عند سكب الاحماض المركزة في الحاويات الخاصة بالتجربة .

الزئبق ومشتقاته

يعتبر الزئبق من المواد شديدة السمية، لأنها تتداخل مع المنظومات الإنزيمية في الجسم، يمكن لمركبات الزئبق المعدنية أو مركبات الزئبق الأخرى ان تدخل الجسم عن طريق الاستنشاق أو الهضم أو التماس مع الجلد.

يشكل الزئبق مملغمات مع الذهب والفضة، ولذلك يجب عدم ارتداء الحلي الذهبية والفضية عند العمل به، ويؤدي التعرض الشديد أو الدائم للزئبق إلى التسمم، وفي حالة التعرض إلى الزئبق عن طريق التنفس تختفي مظاهر التسمم عند إزالة مصدر التلوث إلا أن الشفاء الكامل قد يحتاج إلى عدة سنوات.

أن إراقة الزئبق في المخابر عملية شائعة الحدوث، وقد يحدث هذا مثلاً عند انكسار موازين الحرارة (الترمومترات) إلا أن الحرص يقتضي إزالته تماماً. ويثبت الزئبق المتبقي بمسحوق الكبريت، والأفضل من ذلك استعمال الكبريت وأكسيد الكالسيوم.

ثالث أكسيد الكروم CrO_3

يعود الفعل السام لثلاثي أكسيد الكروم إلى سلوكه كحمض وكعامل مؤكسد، كما يسبب التماس مع مسحوقه أو محاليله المركزة التهاب الجلد أو تقرحات مفتوحة، ويؤدي تناول أقل من 6 مغ منه إلى الموت كما يسبب الاستمرار في تنشقه تخريباً للجهاز التنفسي، لذا يجب غسل الجلد مباشرة بعد تعرضه لثلاثي أكسيد الكروم كما يجب دائما الدقة والحذر في أثناء التعامل معها.

I.4. الإسعافات الأولية للجروح والحروق

تحصل معظم الجروح للباحثين والطلبة في المخابر الكيميائية نتيجة كسر أنابيب الإختبار أو موازين الحرارة (الترمومترات) ..... خصوصا عند محاولة غلقها لذا يجب التأني بذلك.

إذا حصل جرح في الإصبع أو اليد مثلاً، توضع اليد تحت تيار مائي من الصنبور، وتضغط الإصبع أو اليد بلطف للتأكد من إزالة أي أثر للقطع الزجاجية أو الأجسام الغريبة، يمكن الاستعانة بملقط معقم بالكحول ، ثم يغسل الجرح بقطعة مبللة بمحلول صبغة اليود (تحضر صبغة اليود بإذابة 2.5 مغ من بلورات اليود في 5 مل من محلول يوديد البوتاسيوم في الماء، ثم يضاف الكحول إلى السائل السابق حتى يصبح الحجم 100 مل ليتم تغطيته بضماد قماشي مبلل بصبغة اليود ، وفي حال نزف الجرح يوضع عليه ضمادة معقمة، ويرسل المصاب للمستشفى مباشرةً.

بشكل عام، ان التعامل مع الحروق بالمراهم أو المحاليل المناسبة حسب مسبباتها كالتالي:

- الحروق الناتجة عن حرارة غير مرتفعة: تغسل المنطقة المصابة بالكحول لتغطى بعد ذلك بطبقة من الجليسرين.
- الحروق الناتجة عن حرارة مرتفعة: تغسل المنطقة المصابة بمحلول برمنجات البوتاسيوم ومن ثم بالكحول، لتغطى بعد ذلك بطبقة من مرهم خاص بالحروق.
- الحروق الناتجة عن الأحماض المركزة: تعالج المنطقة المصابة بغسلها بالماء ولعدة مرات بغية تخفيفها، ثم بمحلول 5% من كربونات الصوديوم.
- الحروق الناتجة عن القواعد المركزة: تعالج بغسلها بالماء ولعدة مرات وذلك لتخفيفها، ثم تغسل بمحلول مخفف من حمض البوريك 5%.
- الحروق الناتجة عن البروم: تغسل المنطقة المصابة بمحلول 100% من ثيوكبريتات الصوديوم، ثم بالماء، ليغطى بعد ذلك مكان الإصابة بطبقة من بالجلسرين.

- الحروق الناتجة عن الفينول: وهي حروق تؤدي لبياض الجلد، يغسل مكان الإصابة بالجليسرين عدة مرات، إذا كان الحرق بليغاً فيعمد إلى إسعاف أولي للمصاب، وينقل للمستشفى على جناح السرعة.

ملاحظة: في جميع حالات الحروق يجب إعطاء السوائل بكثرة للمصاب عن طريق الفم.

I.5. تعريفات أساسية:

الشق (الجذر) Radical: عبارة عن ذرة أو مجموعة من الذرات تسلك سلوك الذرة الواحدة، اذا حمل شحنة سالبة يسمى شق حامضي (أنيون anion) وإذا حمل شحنة موجبة يسمى شق قاعدي (كاتيون).

- شق بسيط: يتكون من ذرة واحدة مثل: Cl^- , Na^+ K^+.
- شق مركب: يتكون من مجموعة من الذرات ويسمى مجموعة ذرية مثل: NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^-.

يمكنك تصنيف التجارب في جدول الكشف إلى ثلاث:

I.6. تفاعلات أساسية

هي التفاعلات التي يستخدم فيها كاشف أساسي يسمي بكاشف المجموعة فهو يميز كل مجموعة من الأيونات ويختص فيها فعند استخدام هذه التفاعلات يمكن للمحلل الكيميائي الحكم بوجود أو عدم وجود مجموعة كاملة من الأيونات.

I.7. تفاعلات تأكيدية: (تجارب تأكيدية)

وهي التفاعلات التي يتفاعل فيها الكاشف مع أيونات المجموعة الواحدة أو بعض منها وقد يتفاعل مع أيونات من مجاميع أخرى، وتسمى الكواشف التي تستعمل عند إجراء هذه التجارب بالكواشف النوعية.

I.8. تفاعلات تميزية: (تجارب تميزية)

هذا النوع من التفاعلات تكون فيها مختلف الكواشف مركبات مميزة مع أيون واحد فقط من أيونات المجموعة الواحدة، وتعطي نتيجة سلبية مع باقي أيونات المجموعة التي ينتمي إليها هذا الأيون.

II. الطرق الكيفية للكشف عن الكاتيونات

أهداف التعلم:

في نهاية هذا جزء يكون الطالب قادرا على:

- القيام بتجارب الكشف عن الكاتيونات في الاملاح البسيطة واستنتاج وجودها من عدمه في المجاهيل.

II.1. مقدمة

سبقت الاشارة إلى ان التحليل الكيفي هو فرع من فروع الكيمياء التحليلية الهدف منه الكشف عن مكونات عينة بالاعتماد عن خصائصها الفيزيائية أو الكيميائية. سنتعرف في هذه المطبوعة إلى اهم طرق الكشف عن الكاتيونات في الاملاح البسيطة.

II.2. الاختبارات الاولية للتعرف عن مادة صلبة مجهولة:

توجد عدة اختبارات مبدئية او اولية يمكن التعرف الاولي بها على ملح او يمكن القول على الاقل المكون الرئيسي لهذا الملح منها:

1. اختبار اللون:

قد يفيد اللون في اخذ فكرة اولية عن الملح فهو دلاله عن وجود عنصر رئيسي فيه كما هو مبين في **الجدول 1** التالي:

الجدول1: مؤشرات لون الملح بوجود محتمل لعنصر ما.

لون الملح أو محلوله	العنصر المحتمل
أزرق	احتمال وجود النحاس
أخضر فاتح	احتمال وجود الحديدوز
أخضر	احتمال وجود النيكل او النحاس
أخضر داكن	احتمال وجود الكروم
أصفر	احتمال وجود الحديديك
بني	احتمال وجود المنغنيز
احمر وردي	احتمال وجود الكوبالت

2. اختبار الذوبانية:

يتم هذا الاختبار من خلال اذابة كمية صغيرة من الملح، في هذه الحالة بحسب المذيب لأنه قد لا يكون ذوابا في الماء او شحيح الذوبان لكنه ذواب في مذيبات أخرى، تفاصيل هذا الاختبار مبينة في **الجدول 2** التالي:

الجدول 2: اختبار ذوبانية الاملاح.

المركبات	قابلية الذوبان
أملاح الهالوجينات (الكلوريدات ، البروميدات ، اليوديدات)	كلها ذوابة في الماء عدا: التي احتوت Ag^{+} ، Pb^{2+} ، Hg^{2+} أما كلوريد بروميد الرصاص يذوبان في الماء الساخن ، بالنسبة كلوريدات البزموث و الانتمون غير ذوابة في الماء
البيكربونات	ذوابة في الماء
الكبريتات	كلها ذوابة في الماء ماعدا كبريتاتBa^{2+} ، Sr^{2+} بالنسبة لكبريتاتPb^{2+} ، Ca^{2+} فهي شحيحة الذوبان في الماء
الكلورات	ذوابة جميعها في الماء
النترات	ذوابة جميعها في الماء
النتريتات	ذوابة في الماء عدا نتريتات الضة
الكربونات	أملاحها غير ذوابة في الماء عدا كربونات الصوديوم و البوتاسيوم و الامنيوم
الفوسفات و الاوكسالات	أملاحها غير ذوابة في الماء عدا كربونات الصوديوم و البوتاسيوم و الامنيوم
الاكسيدات	أملاحها غير ذوابة في الماء عدا كربونات الصوديوم و البوتاسيوم
الهيدروكسيدات	هيدروكسيدات Ba^{2+} ، Sr^{2+} ، Ca^{2+} فهي شحيحة الذوبان في الماء

3. اختبارات جافة:

يجرى هذا النوع على المادة الصلبة كحرقها، أو غمس صفيحة من البلاتين في محلول العينة وتعريضها لمصدر لهب ليتصاعد غاز ذو لون معين يمكن من خلاله توقع اولي للمادة

4. اختبارات رطبة:

يجرى هذا النوع من الاختبارات على المحاليل:

- اختبارات ترسيب

- اختبارات تغير اللون، من خلال تصاعد ابخرة او غازات من خلال لونها يمكن التعرف الاولي عن المادة.

للكاتيونات خواص مشتركة وأخرى خاصة، لذا تختلف طرق الكشف عنها من مجموعة لأخرى كذا من عنصر لآخر.

II.3. تصنيف الكاتيونات:

صنفت الكاتيونات الاكثر استخداما إلى ست مجموعات، تمتاز كل منها بكاشف خاص، يرسب هذا الاخير كل الكاتيونات التي تحتويها، يسمى هذا الكاشف بكاشف المجموعة، تسمى الكواشف التي تستعمل أثناء التجارب التأكيدية (تجرى للتعرف عن كاتيونات المجموعة) بالكواشف النوعية.

الجدول 3: تصنيف الكاتيونات بحسب المجموعة.

المجموعة	الكاتيونات	كاشف المجموعة	الصفات المشتركة
الأولى	فضة ، زئبقور، رصاص	حمض الهيدروكلوريك المخفف.	كلورياداتها لا تذوب في حامض الهيدروكلوريك.
الثانية	زئبقيك، نحاس، بزموت، كادميوم	كبريتيد الهيدروجين في وسط حامضي (إستخدام حامض الهيدروكلوريك المخفف)	كبريتياداتها لا تذوب في حامض الهيدروكلوريك ما عدا كبريتيد الكادميوم يذوب في محلول كبريتيد الأمونيوم.
الثالثة	حديد، أولمنيوم، كروم	كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم.	تترسب على هيئة هيدروكسيدات.
الرابعة	خارصين، منجنيز، نيكل، كوبلت	كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم وكبريتيد الهيدروجين.	تترسب على هيئة كبريتيدات في الوسط القاعدي.
الخامسة	كالسيوم ، سترنشيوم ، باريوم	كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم وكربونات الأمونيوم.	تترسب على هيئة كربونات تذوب في الأحماض المعدنية.
السادسة	أمونيوم ، صوديوم ، بوتاسيوم ، مغنيسيوم	ليس لها كاشف معين.	لا تكون رواسب ماعدا المغنسيوم.

يجب الانتباه إلى ان كاتيونات كل مجموعة لا تتفاعل مع كواشف المجموعة التي تسبقها، يمكن ان تتفاعل مع كواشف المجموعة التي تليها، يجب اتباع الخطوات المنهجية للعمل حتى تتم التجربة بنجاح.

1- قبل بداية التجربة لابد من التأكد من النظافة التامة لأدوات العمل.

2- يجب الكشف عن المجموعات الست حسب الترتيب كما يجب إتباع طرق العمل بدقة للحصول على نتائج صحيحة.

3- ضع في مخبار نظيف محلول العينة وأضف محلول كاشف المجموعة أن لم يحدث شئ (ظهور تعكر – انطلاق غاز أو ظهور راسب) انتقل إلى المجموعة الموالية، أما إذا تكون راسب فقم بإجراء التجارب التأكيدية مستعينا بجدول الكشف المناسب كما سنبينه لاحقا .

II.4. العمل التطبيقي الأول: الكشف عن كاتيونات المجموعة الأولى

يمكن تلخيص خصائص كاتيونات المجموعة الاولى في الجدول التالي:

الجدول 4: خصائص كاتيونات المجموعة الأولى.

كاتيونات المجموعة	**كاتيونات الفضة Ag^+**	**كاتيونات الرصاص Pb^{2+}**	**كاتيونات الزئبقوز Hg_2^{2+}**
كاشف المجموعة	حمض الهيدوكلوريك المخفف HCl		
الناتج	كلوريد الفضة($AgCl$)	كلوريد الرصاص ($PbCl_2$)	كلوريد الزئبقوز (Hg_2Cl_2)
الملاحظة	راسب أبيض		
خصائص	تتميز هذه الكلوريدات بأنها غير ذوابة فى الماء ما عدا كلوريد الرصاص يذوب فى الماء الساخن.		

الخطوات العامة للعمل:

لإجراء التجربة الرئيسية:

يتم أخذ حجم مناسب من العينة المراد الكشف عنها إلى أنبوبة اختبار بإضافة كاشف المجموعة الأولى وهو حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl، إذا تكون راسب أبيض هذا يعني أن الكاتيون ينتمي إلى المجموعة الأولى، تعرف على الكاتيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن أنيونات المجموعة الأولي.

إذا لم يتشكل راسب لا تهمل المحلول، أضف لهذا الاخير كاشف المجموعة الثانية (محلول H_2S) وإذا تشكل راسب هذا يعني أن الأنيون ينتمي إلى المجموعة الثانية، قم بتجارب المجموعة الثانية .

تعرف على الكاتيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن كاتيونات المجموعة الثانية.

الجدول 5: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة الاولى (إنظر إلى الملحق)

تقرير العمل التطبيقي

الكشف عن كاتيونات المجموعة الاولى

رقم التسجيل	الاسم واللقب	العلامة

التاريخ : ...../...../.....

الفوج : .....,,,,,,,,,.....

1) حدد الهدف الرئيسي للعمل التطبيقي ؟

.....

.....

.....

2) أذكر المواد و الزجاجيات المستعملة ؟

.....

.....

.....

.....

3) أذكر طريقة العمل مفصلة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

رقم العينة : .....

الخواص الفيزيائية:

الشكل	اللون	الذوبانية في الماء

الخواص الكيميائية:

التجربة	الملاحظة	الإستنتاج

إذن الشق القاعدي في هذا المحلول هو كاتيون: ....

وصيغته:.....

II.5. العمل التطبيقي الثاني: الكشف عن كاتيونات المجموعة الثانية

تتميز كاتيونات المجموعة الثانية بترسبها على هيئة كبريتيدات بواسطة محلول H_2S من محاليلها الساخنة في وجود أثار من حمض HCl المخفف، وبعبارة أخرى يمكن القول بأن كبريتيداتها لا تذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.

يمكن تقسيم كاتيونات المجموعة الثانية على مجموعتين فرعتين، بحسب ذوبانها في محلول كبريتيد الأمونيوم $(NH_4)_2S$:

– المجموعة الفرعية الاولى 2A (مجموعة النحاس):

وتشمل على الكاتيونات التي لا تذوب في محلول كبريتيد الأمونيوم $(NH_4)_2S$ وهي:

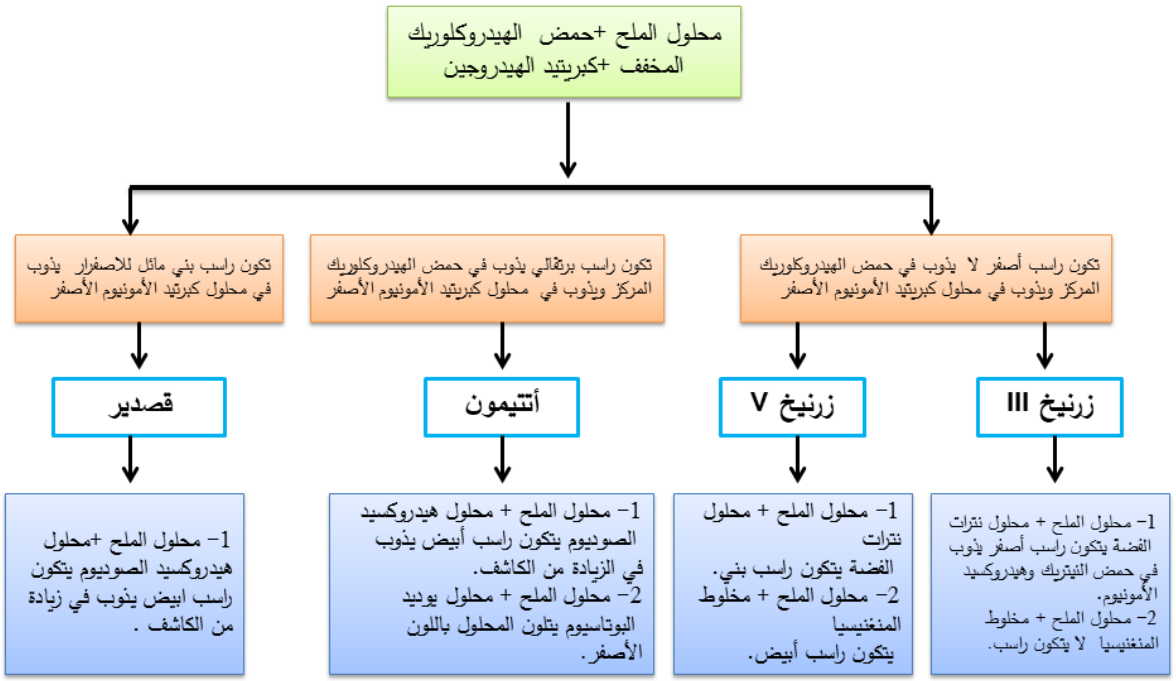
نحاسيك Cu^{2+} ، كادميوم Cd^{2+} ، بزموث Bi^{2+} ، زئبقيك Hg^{2+}

– المجموعة الفرعية الثانية 2B (مجموعة الزرنيخ):

وتشمل على الكاتيونات التي تذوب في محلول كبريتيد الأمونيوم $(NH_4)_2S$ وهي:

قصديروز Sn^{2+} ، قصديريك Sn^{4+} ، زرنيخوز As^{3+} ، زرنيخيك As^{5+} ، أنتيمونوز Sb^{3+} ، أنتيمونيك Sb^{5+}

الشكل (1): الكشف عن كاتيونات المجموعة الثانية.



يمكن تلخيص ذلك في الجدول التالي:

الجدول 6: خصائص كاتيونات المجموعة الثانية.

المجموعة الفرعية الاولى 2A (مجموعة النحاس)				
كاتيونات المجموعة	**نحاسيك Cu^{2+}**	**كاديوم Cd^{2+}**	**بزموث Bi^{2+}**	**زئبقيك Hg^{2+}**
كاشف المجموعة	محلول كبريتيد الهيدروجين H_2S ويتم ترسيبها في وسط حامضي HCl المخفف			
الناتج	كبريتيد النحاس (CuS)	كبريتيد الكاديوم (CdS)	كبريتيد البزموت (Bi_2S_2)	كبريتيد الزئبقيك (HgS)
الملاحظة	راسب أسود	راسب أصفر	راسب بني	راسب أسود
خصائص	لا تذوب في محلول كبريتيد الأمونيوم $(NH_4)_2S$			

المجموعة الفرعية الثانية 2B (مجموعة الزرنيخ)						
كاتيونات المجموعة	قصديروز Sn^{2+}	قصديريك Sn^{4+}	زرنيخوز As^{3+}	زرنيخيك As^{5+}	أنتيمونوز Sb^{3+}	أنتيمونيك Sb^{5+}
كاشف المجموعة	محلول كبريتيد الهيدروجين H_2S ويتم ترسيبها في وسط حامضي HCl المخفف.					
خصائص	تذوب في محلول كبريتيد الأمونيوم $(NH_4)_2S$					

الجدول 7: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة الثانية. **(إنظر إلى الملحق)**

تقرير العمل التطبيقي

الكشف عن كاتيونات المجموعة الثانية

رقم التسجيل	الاسم واللقب	العلامة

التاريخ : ...../...../.....

الفوج : .....,,,,,,,,,.....

1) حدد الهدف الرئيسي للعمل التطبيقي ؟

.....

.....

.....

2) أذكر المواد و الزجاجيات المستعملة ؟

.....

.....

.....

.....

3) أذكر طريقة العمل مفصلة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

رقم العينة : .....

الخواص الفيزيائية:

الشكل	اللون	الذوبانية في الماء

الخواص الكيميائية:

التجربة	الملاحظة	الإستنتاج

إذن الشق القاعدي في هذا المحلول هو كاتيون: ....

وصيغته : ....

II.6. العمل التطبيقي الثالث: الكشف عن كاتيونات المجموعة الثالثة

الكاتيونات المشكلة لهذه المجموعة هي: حديدوز (Fe^{2+}) ، حديديك (Fe^{3+}) ، الالمنيوم (Al^{3+}) و الكروم (Cr^{3+}) ، و التي تترسب على هيئة هيدروكسيدات عند معالجة محاليلها بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH وفي وجود كمية قليلة من محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl ، و تتميز هيدروكسيدات هذه المجموعة بأنها لا تذوب في الماء.

يمكن تلخيص ذلك في الجدول التالي:

الجدول 8: خصائص كاتيونات المجموعة الثالثة.

كاتيونات المجموعة	**كاتيونات الحديدوز (Fe^{2+})**	**كاتيونات الحديديك (Fe^{3+})**	**كاتيونات الالمنيوم (Al^{3+})**	**كاتيونات الكروم (Cr^{3+})**
كاشف المجموعة	محلول هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH وفي وجود كمية قليلة من محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl			
الناتج	هيدروكسيد الحديدوز $Fe(OH)_2$	هيدروكسيد الحديدك $Fe(OH)_3$	هيدروكسيد الألمونيوم $Al(OH)_3$	هيدروكسيد الكروم $Cr(OH)_3$
الملاحظة	راسب بني	راسب بني	راسب أبيض جيلاتيني	راسب رمادي مخضر
خصائص	تتميز هذه الهيدروكسيدات بأنها غير ذوابة فى الماء			

الخطوات العامة للعمل:

لإجراء التجربة الرئيسية:

يتم اخذ حجم مناسب من العينة المراد الكشف عنها إلى أنبوبة اختبار بإضافة كاشف المجموعة الثالثة (محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl) وبإضافة 2مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH بغية تحويل الوسط إلى قاعدي، فإذا تكون راسب أبيض هذا يعني أن الكاتيون ينتمي إلى المجموعة الثالثة، تعرف على الكاتيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن كاتيونات المجموعة الثالثة.

إذا لم يتشكل راسب لا تهمل المحلول، أضف لهذا الاخير كاشف المجموعة الرابعة، تعرف على الكاتيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن كاتيونات المجموعة الثالثة.

ملاحظة:

يجب الانتباه إلى أنه يجب إضافة محلول كلوريد الأمونيوم قبل إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم وأن لا يتم العكس.

الجدول 9: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة الثالثة. **(إنظر إلى الملحق)**

تقرير العمل التطبيقي

الكشف عن كاتيونات المجموعة الثالثة

رقم التسجيل	الاسم واللقب	العلامة

التاريخ : ...../...../.....

الفوج : .....,,,,,,,,,.....

1) حدد الهدف الرئيسي للعمل التطبيقي ؟

.....

.....

.....

2) أذكر المواد و الزجاجيات المستعملة ؟

.....

.....

.....

.....

3) أذكر طريقة العمل مفصلة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

رقم العينة : .....

الخواص الفيزيائية:

الشكل	اللون	الذوبانية في الماء

الخواص الكيميائية:

التجربة	الملاحظة	الإستنتاج

إذن الشق القاعدي في هذا المحلول هو كاتيون: ....

وصيغته : ....

II.7. العمل التطبيقي الرابع: الكشف عن كاتيونات المجموعة الرابعة

الكاتيونات المشكلة لهذه المجموعة: الزنك (Zn^{2+})، المنغنيز (Mn^{2+})، الكوبلت (Co^{2+}) والنيكل (Ni^{2+}) والتي تترسب على هيئة كبريتيدات عند معاملة محاليلها بمحلول كبريتيد الهيدروجين H_2S في وسط قاعدي.

يمكن تلخيص ذلك في الجدول التالي:

الجدول 10: خصائص كاتيونات المجموعة الرابعة.

كاتيونات المجموعة	كاتيونات الزنك (Zn^{2+})	كاتيونات المنجنيز (Mn^{2+})	كاتيونات الكوبلت (Co^{2+})	كاتيونات النيكل (Ni^{2+})
كاشف المجموعة	محلول كبريتيد الهيدروجين H_2S في وجود محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl + محلول هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH			
الناتج	كبريتيد الخارصين ZnS	كبريتيد المنجنيز MnS	كبريتيد الكوبالت CoS	كبريتيد النيكل NiS
الملاحظة	راسب أبيض	راسب بني محمر	راسب أسود	راسب أسود
خصائص	وتتميز كبريتيدات هذه المجموعة بأنها لا تذوب في الماء			

الخطوات العامة للعمل:

لإجراء التجربة الرئيسية:

يتم أخذ حجم مناسب من العينة المراد الكشف عنها إلى أنبوبة اختبار بإضافة كاشف المجموعة الرابعة (محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl) وبإضافة 2 مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH بغية تحويل الوسط إلى قاعدي يتم بعد ذلك اضافة محلول كبريتيد الهيدروجين H_2S، فإذا تكون راسب هذا يعني أن الكاتيون ينتمي إلى المجموعة الرابعة ، تعرف على الكاتيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن كاتيونات المجموعة الرابعة .

إذا لم يتشكل راسب أهمل المحلول، وانتقل إلى المجموعة الموالية، تعرف على الكاتيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن كاتيونات المجموعة الرابعة.

ملاحظة : يجب الانتباه إلى أنه يجب إضافة محلول كلوريد الأمونيوم قبل إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم وأن لا يتم العكس.

الجدول 11: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة الرابعة. **(إنظر إلى الملحق)**

تقرير العمل التطبيقي

الكشف عن كاتيونات المجموعة الرابعة

رقم التسجيل	الاسم واللقب	العلامة

التاريخ : ...../...../.....

الفوج : .....,,,,,,,,,.....

1) حدد الهدف الرئيسي للعمل التطبيقي ؟

.....

.....

.....

2) أذكر المواد و الزجاجيات المستعملة ؟

.....

.....

.....

.....

3) أذكر طريقة العمل مفصلة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

رقم العينة : .....

الخواص الفيزيائية:

الشكل	اللون	الذوبانية في الماء

الخواص الكيميائية:

التجربة	الملاحظة	الإستنتاج

إذن الشق القاعدي في هذا المحلول هو كاتيون: ....

وصيغته : ....

II.8. العمل التطبيقي الخامس: الكشف عن كاتيونات المجموعة الخامسة

يمكن تلخيص خصائص كاتيونات المجموعة الاولى في الجدول التالي:

الجدول12: خصائص كاتيونات المجموعة الخامسة.

كاتيونات المجموعة	**كالسيوم (Ca^{2+})**	**إسترانشيوم (Sr^{2+})**	**باريوم (Ba^{2+})**
كاشف المجموعة	كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$ في وجود محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl + محلول هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH		
الناتج	كربونات الكالسيوم $CaCO_3$	كربونات الإسترانشيوم $SrCO_3$	كربونات الباريوم $BaCO_3$
الملاحظة	راسب أبيض		
خصائص	تتميز كربونات هذه المجموعة بأنها لا تذوب في الماء		

الخطوات العامة للعمل:

لإجراء التجربة الرئيسية:

يتم أخذ حجم مناسب من العينة المراد الكشف عنها إلى أنبوبة اختبار بإضافة كاشف المجموعة الرابعة (محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl) وبإضافة 2مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH بغية تحويل الوسط إلى قاعدي يتم بعد ذلك اضافة محلول محلول كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$، فإذا تكون راسب هذا يعني أن الكاتيون ينتمي إلى المجموعة الرابعة، تعرف على الكاتيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن كاتيونات المجموعة الرابعة.

إذا لم يتشكل راسب أهمل المحلول، وانتقل إلى المجموعة الموالية.

ملاحظة: يجب الانتباه إلى أنه يجب إضافة محلول كلوريد الأمونيوم قبل إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم وأن لا يتم العكس.

تعرف على الكاتيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن كاتيونات المجموعة الخامسة.

الجدول 13: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة الخامسة. **(إنظر إلى الملحق)**

تقرير العمل التطبيقي

الكشف عن كاتيونات المجموعة الخامسة

رقم التسجيل	الاسم واللقب	العلامة

التاريخ : ...../...../.....

الفوج : .....,,,,,,,,,.....

1) حدد الهدف الرئيسي للعمل التطبيقي ؟

.....

.....

.....

2) أذكر المواد و الزجاجيات المستعملة ؟

.....

.....

.....

.....

3) أذكر طريقة العمل مفصلة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

رقم العينة : .....

الخواص الفيزيائية:

الشكل	اللون	الذوبانية في الماء

الخواص الكيميائية:

التجربة	الملاحظة	الإستنتاج

إذن الشق القاعدي في هذا المحلول هو كاتيون: ....

وصيغته : ....

II.9. العمل التطبيقي السادس: الكشف عن كاتيونات المجموعة السادسة

الكاتيونات المشكلة لهذه المجموعة: أمونيوم (NH^{4+})، بوتاسيوم (K^{+})، ماغنسيوم (Mg^{2+}) و صوديوم (Na^{+})، تتميز هذه المجموعة بانه ليس لها كاف عام حيث يتم الكف عن كاتيوناتها بصفة مستقلة كل على حدى.

خطوات الكشف عن كاتيونات المجموعة السادسة مبينة في الجدول ادناه.

الجدول 14: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة السادسة. **(إنظر إلى الملحق)**

تقرير العمل التطبيقي

الكشف عن كاتيونات المجموعة السادسة

رقم التسجيل	الاسم واللقب	العلامة

التاريخ : ...../...../.....

الفوج : .....,,,,,,,,,.....

1) حدد الهدف الرئيسي للعمل التطبيقي ؟

.....

.....

.....

2) أذكر المواد و الزجاجيات المستعملة ؟

.....

.....

.....

.....

3) أذكر طريقة العمل مفصلة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

رقم العينة : .....

الخواص الفيزيائية:

الشكل	اللون	الذوبانية في الماء

الخواص الكيميائية:

التجربة	الملاحظة	الإستنتاج

إذن الشق القاعدي في هذا المحلول هو كاتيون: ....

وصيغته : ....

III.الطرق الكيفية للكشف عن الأنيونات

أهداف التعلم:

في نهاية هذا جزء يكون الطالب قادرا على:

- القيام بتجارب الكشف عن الانيونات في الاملاح البسيطة واستنتاج وجودها من عدمه في المجاهيل.

مقدمة:

توجد عدة تصنيفات للانيونات، يمكننا الاعتماد على التصنيف الذي يؤسس على اختلاف الذوبانية، بصفة عامة سنبحث عن تصنيف الايون بحسب مجموعته ونثبت تواجده بصفة مستقلة.

صنفت الأنيونات الاكثر تداولا إلى ثلاث مجموعات، تمتاز كل مجموعة بكاشف خاص، والذي يرسب كل الأيونات التي تحتويها، ويسمى هذا الكاشف بكاشف المجموعة أو ما يسمى بالكاشف العام للمجموعة، أما الكواشف التي تستعمل أثناء التجارب التأكيدية التي تجرى للتعرف عن أنيونات المجموعة بصفة مستقلة فتسمى الكواشف النوعية او الكواشف الخاصة. وهي مصنفة كما هي مبينة في الجدول التالي:

الجدول 15. تصنيف الانيونات بحسب المجموعة

	المجموعة الاولى	**المجموعة الثانية**	**المجموعة الثالثة**
الكاشف العام	حمض الهيدروكلوريك المخفف	حمض الكبريتيك المركز	المجموعة العامة (مجموعة الترسيب) ليس لها كاشف معين
ايونات المجموعة	كربونات CO_3^{2-}،بيكربونات HCO_3^- ، كبريتيد S_2^-،كبريتيت SO_3^{2-}،ثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ - ، نيتريت NO^{2-}.	كلوريد Cl^-، بروميد Br^- ،اليوديد I^-،نترات NO_3^-	كبريتات (SO_4^{2-}) فوسفات (PO_4^{3-}) بورات($B_4O_7^{2-}$)
الملاحظة	تصاعد غازات مختلفة اللون و الرائحة	تصاعد غازات مختلفة اللون و الرائحة	لا تتفاعل عناصرها مع حمض الكلور و لا حمض الكبريت

يجب الانتباه إلى أن انيونات كل مجموعة لا تتفاعل مع كواشف المجموعة التي تسبقها، يمكن أن تتفاعل مع كواشف المجموعة التي تليها، يجب اتباع الخطوات المنهجية للعمل حتى تتم العملية بنجاح.

1- قبل بداية التجربة لابد من التأكد من النظافة التامة لأدوات العمل.

2- يجب الكشف عن المجموعات الثلاث حسب الترتيب كما يجب إتباع طرق العمل بدقة للحصول على نتائج صحيحة.

3- ضع في مخبار نظيف محلول العينة وأضف محلول كاشف المجموعة أن لم يحدث شئ (ظهور تعكر – انطلاق غاز أو ظهور راسب) انتقل إلى المجموعة الموالية ، أما إذا تكون راسب فقم بإجراء التجارب التأكيدية مستعينا بجدول الكشف المناسب كما سنبينه لاحقا .

الخطوات العامة للعمل:

لإجراء التجربة الرئيسية:

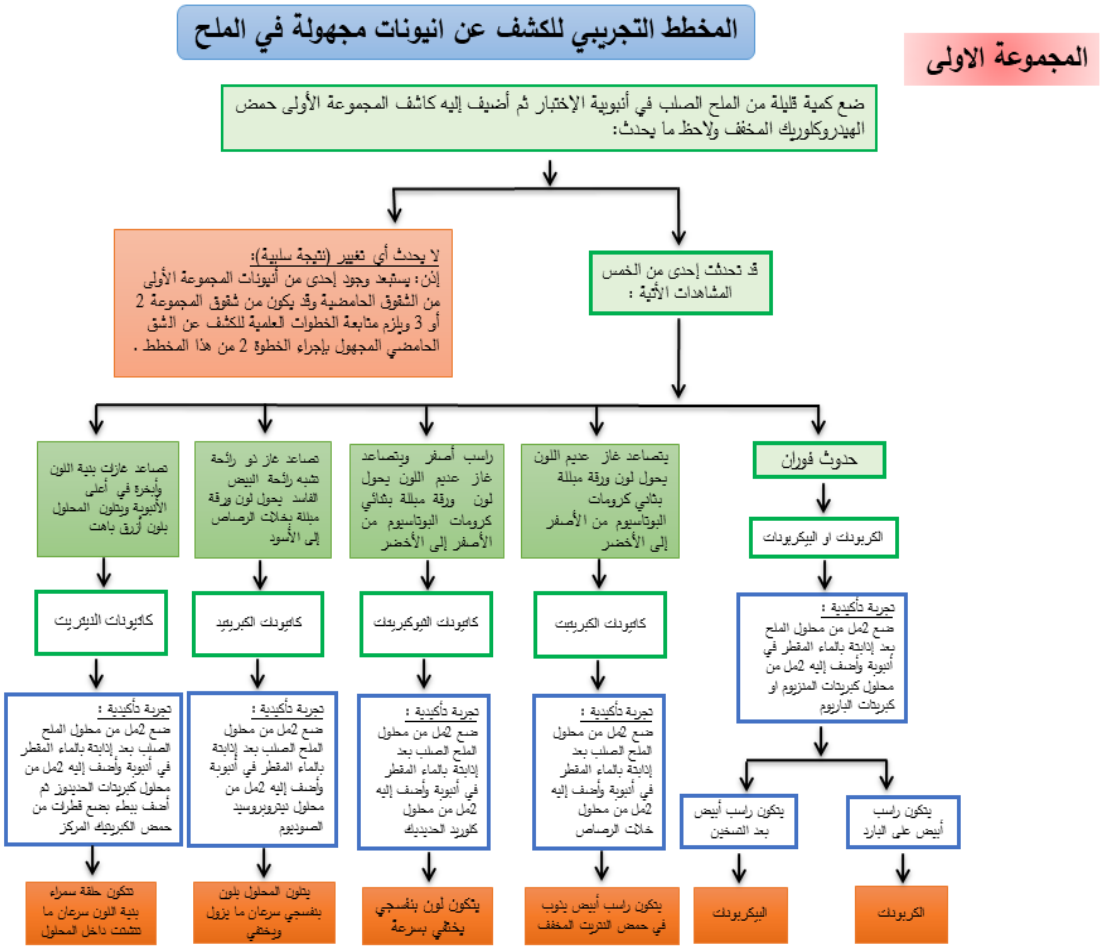
يتم أخذ حجم مناسب من العينة المراد الكشف عنها إلى أنبوبة اختبار بإضافة كاشف المجموعة الأولى وهو حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl فإذا حدث فوران أو تصاعد غاز هذا يعني أن الأنيون ينتمي إلى المجموعة الأولي، تعرف على الأنيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن أنيونات المجموعة الأولي.

أما إذا لم يحدث (فوران أو لم يتصاعد غاز) اترك المحلول جانبا وقم بتجارب المجموعة التالية وخذ حجم مناسب من نفس العينة السابقة إلى أنبوبة اختبار ثم أضف كاشف المجموعة الثانية وهو حمض الكبريتيك H_2SO_4 المركز ، عند تسخن المحلول فإذا تصاعد غاز احتوت العينة المدروسة على أنيون من المجموعة الثانية.

إذا تصاعد الغاز هذا يعني أن الأنيون ينتمي إلى المجموعة الثانية، تعرف على الأنيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن أنيونات المجموعة الثانية. وإذا لم يحدث ذلك اترك المزيج جانبا وقم بتجارب المجموعة الثالثة.

يمكننا تلخيص خطوات الكشف عن الانيونات المجهولة في محاليل الاملاح البسيط أو الخلائط المجهولة كما هو مبين في المخطط التالي:

الشكل (2): خطوات الكشف عن الانيونات المجهولة.



III.1. العمل التطبيقي الاول: الكشف عن ايونات المجموعة الاولى (I):

الجزء النظري:

تسمى ايونات المجموعة الاولى بايونات مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف، يمكن تلخيص خصائص انيوناتها في الجدول التالي:

الجدول 16: خصائص انيونات المجموعة الأولى.

انيونات المجموعة	كربونات CO_3^{2-}، بيكربونات HCO_3^-،كبريتيد (S^{2-})،كبريتيت SO_3^{2-}، ثيوكبريتات ($S_2O_3^{2-}$)،نيتريت NO^{2-}		
كاشف المجموعة	كاشف المجموعة هو حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl		
الناتج	أملاح الكربونات	أملاح البيكربونات	أملاح الكبريتيدات
الملاحظة	تكون في هيئة رواسب		
خصائص	جميع أملاح الكربونات لا تذوب في الماء عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم فهي تذوب في الماء.	جميع أملاح البيكربونات ذائبة في الماء.	جميع أملاح الكبريتيدات غير قابلة للذوبان في الماء عدا كبريتيدات الصوديوم،والكالسيوم، والإسترانشيوم، الأمونيوم فهي ذائبة في الماء.

الجانب العملي:

لإجراء التجربة الرئيسية:

يتم أخذ حجم مناسب من العينة المراد الكشف عنها إلى أنبوبة اختبار بإضافة كاشف المجموعة الأولى وهو حمض الهيدروكلوريك HCl، إذا حدث فوران أو تصاعد غاز هذا يعني أن الأنيون ينتمي إلى المجموعة الأولي، تعرف على الانيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن أنيونات المجموعة الأولى.

إذا لم يحدث فوران او لم يتصاعد غاز أهمل المحلول، قم بتجارب المجموعة الثانية.

الجدول 17: التجارب العملية للكشف عن انيونات المجموعة الأولى. (إنظر إلى الملحق)

تقرير العمل التطبيقي

الكشف عن أنيونات المجموعة الاولى

رقم التسجيل	الاسم واللقب	العلامة

التاريخ : ...../...../.....

الفوج : .....,,,,,,,,,.....

1) حدد الهدف الرئيسي للعمل التطبيقي ؟

.....

.....

.....

2) أذكر المواد و الزجاجيات المستعملة ؟

.....

.....

.....

.....

3) أذكر طريقة العمل مفصلة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

رقم العينة : .....

الخواص الفيزيائية:

الشكل	اللون	الذوبانية في الماء

الخواص الكيميائية:

التجربة	الملاحظة	الإستنتاج

إذن الشق الحامضي في هذا المحلول هو أنيون: ....

وصيغته : ....

III.2. العمل التطبيقي الثاني: الكشف عن أيونات المجموعة الثانية (II)

الجزء النظري:

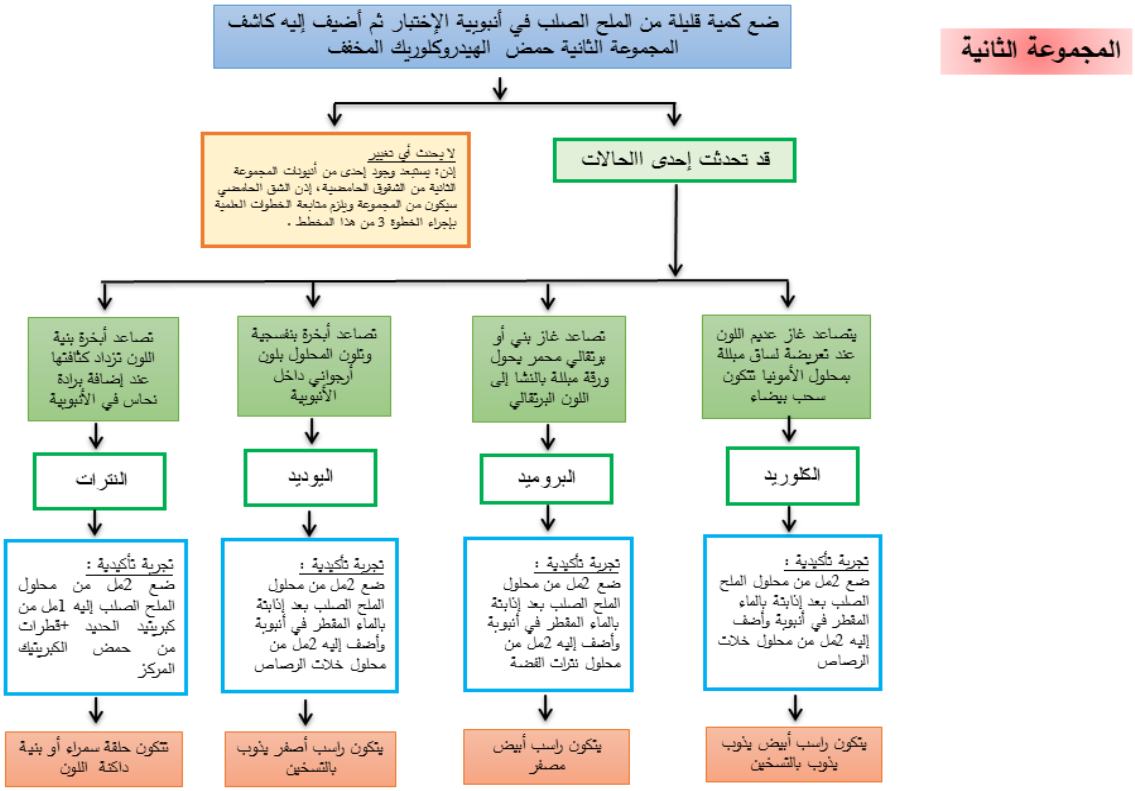
تسمى أنيونات هذه المجموعة: مجموعة حمض الكبريتيك المركز والتي تشمل أربعة أنيونات، لا تتأثر بحمض HCl المخفف ولكنها تتأثر بحمض الكبريتيك H_2SO_4 المركز وهي: كلوريد (Cl^-)، بروميد(Br^-) ، أيوديد (I^-) ونترات (NO_3^-). أنظر المخطط.

كاشف المجموعة: حمض الكبريتيك H_2SO_4 المركز

خصائصها: جميع أملاح الكلوريدات والبروميدات واليوديدات تذوب في الماء عدا الكلوريدات وبروميدات ويوديدات الرصاص والفضة والزئبقوز والنحاسوز.

جميع أملاح النترات تذوب في الماء عدا نترات الزئبقوز والبزموث.

الشكل (3): الكشف عن أيونات المجموعة الثانية.



الجانب العملي:

لإجراء التجربة الرئيسية:

يتم أخذ حجم مناسب من العينة المراد الكشف عنها إلى أنبوبة اختبار بإضافة كاشف المجموعة الأولى وهو حمض الكبريتيك H_2SO_4 المركز، بالاضافة إلى عملية التسخين، إذا تصاعد غاز هذا يعني أن الأنيون ينتمي إلى المجموعة الثانية، تعرف على الانيون من خلال إجراء التجارب التأكيدية الموضحة في جدول تجارب الكشف عن أنيونات المجموعة الثانية.

إذا لم يتصاعد غاز أهمل المحلول، قم بتجارب المجموعة الثالثة.

الجدول 18: التجارب العملية للكشف عن انيونات المجموعة الثانية. **(إنظر إلى الملحق)**

تقرير العمل التطبيقي

الكشف عن أنيونات المجموعة الثانية

رقم التسجيل	الاسم واللقب	العلامة

التاريخ : ...../...../.....

الفوج : .....

1) حدد الهدف الرئيسي للعمل التطبيقي ؟

.....

.....

.....

2) أذكر المواد و الزجاجيات المستعملة ؟

.....

.....

.....

.....

3) أذكر طريقة العمل مفصلة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

رقم العينة : .....

الخواص الفيزيائية:

الشكل	اللون	الذوبانية في الماء

الخواص الكيميائية:

التجربة	الملاحظة	الإستنتاج

في هذا المحلول هو أنيون: ....

وصيغته : ....

III.3. العمل التطبيقي الثالث: الكشف عن أيونات المجموعة الثالثة (III)

الجزء النظري:

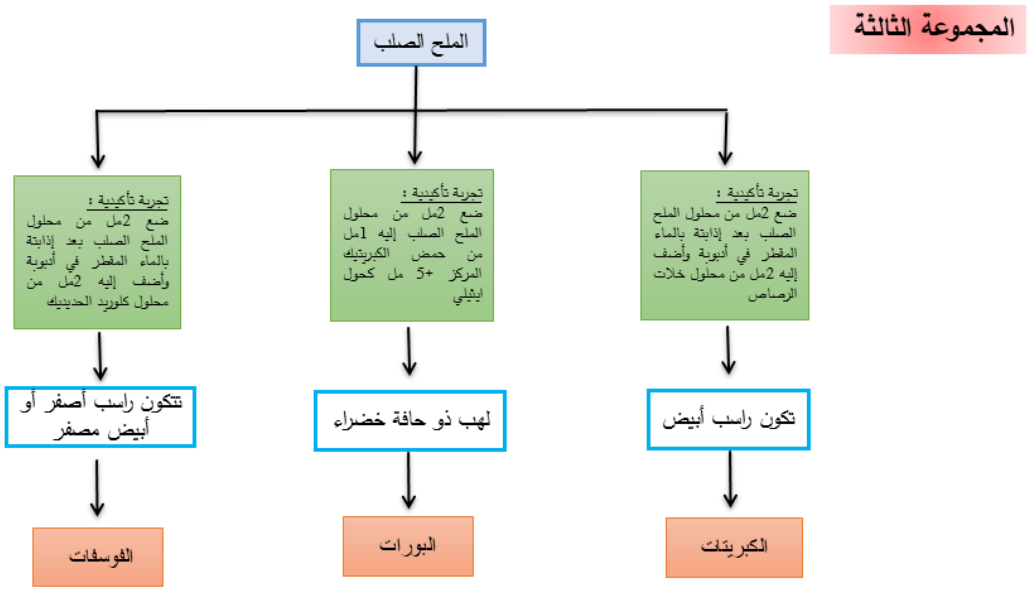
يطلق على أنيونات هذه المجموعة بمجموعة الترسيب وتشمل هذه المجموعة على ثلاث أنيونات والتي لا تتأثر بحمض HCl المخفف ولا تتأثر بحمض الكبريتيك H_2SO_4 المركز، ولا يوجد كاشف معين لها، بل يتم الكشف عن أنيوناتها كلاً على حده وهي: كبريتات (SO_4^{2-}) ، فوسفات (PO_4^{3-}) ، بورات ($B_4O_7^{2-}$) .

أملاح الكبريتات معظمها تذوب فى الماء ماعدا كبريتات الرصاص والزئبق والباريوم.

أملاح الفوسفات والبورات لا تذوب فى الماء ماعدا فوسفات الأمونيوم، والصوديوم، والبوتاسيوم.

هناك ثلاث أنواع من حامض البوريك وهي: حمض ميتابوريك HBO_2 – حمض أورثوبوريك H_3BO_3 – حمض بيروبوريك $H_2B_4O_7$

الشكل (4): الكشف عن انيونات المجموعة الثالثة.



لغرض الكشف عن انيونات المجموعة الثالثة نتبع خطوات **الجدول 19**.

الجدول19: التجارب العملية للكشف عن انيونات المجموعة الثالثة. **(إنظر إلى الملحق)**

تقرير العمل التطبيقي

الكشف عن أنيونات المجموعة الثالثة

رقم التسجيل	الاسم واللقب	العلامة

التاريخ : ...../...../.....

الفوج : .....,,,,,,,,,.....

1) حدد الهدف الرئيسي للعمل التطبيقي ؟

.....

.....

.....

2) أذكر المواد و الزجاجيات المستعملة ؟

.....

.....

.....

.....

3) أذكر طريقة العمل مفصلة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

رقم العينة : .....

الخواص الفيزيائية:

الشكل	اللون	الذوبانية في الماء

الخواص الكيميائية:

التجربة	الملاحظة	الإستنتاج

إذن الشق الحامضي في هذا المحلول هو أنيون : ....

وصيغته:.....

قائمة الملاحق

الملاحق

الجدول5: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة الاولى

الكاتيونات / **التجربة**	كاتيون الفضة Ag^{+}	كاتيون الرصاص Pb^{2+}	كاتيون الزئبقوز Hg_2^{2+}
التجربة الأساسية محلول الملح + حمض HCl المخفف	راسب أبيض من AgCl يذوب في محلول الأمونيا ثم يعود ليترسب بإضافة HNO_3 المخفف. $AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl \downarrow + HNO_3$ $AgCl + NH_4OH \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$ $+ 2HNO_3$	راسب أبيض من $PbCl_2$ لا يذوب في محلول الأمونيا يذوب الراسب في الماء المغلي ويترسب مرة أخرى بالتبريد. $Pb(NO_3)_2 + 2HCl \rightarrow PbCl2 \downarrow$ $+2HNO_3$	راسب أبيض من Hg_2Cl_2 يتحول إلى الأسود بإضافة محلول الأمونيا . $Hg_2(NO_3)_2 + 2HCl \rightarrow Hg_2Cl_2\downarrow$ $+2HNO_3$
تجارب تأكيدية			
محلول الملح +محلول يوديد البوتاسيومKI	راسب أصفر لا يذوب في محلول الأمونيا. $AgNO_3 + KI \rightarrow AgI \downarrow + KNO_3$	راسب أصفر يذوب في الماء المغلي ولا يذوب في الزيادة من الكاشف. $Pb(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow PbI_2 \downarrow + 2KNO_3$	راسب أصفر مخضر يذوب في الزيادة من الكاشف. $Hg_2(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow I \downarrow + 2KNO_3$
محلول الملح + محلول كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4	راسب أحمر اجوري يذوب في محلول الأمونيا. $AgNO_3 + K_2CrO_4 \rightarrow Ag_2CrO_4 \downarrow$ $+2KNO_3$	راسب أصفر يذوب في NaOHو HNO_3 المخفف.	راسب بني محمر يتحول بالتسخين إلى حبيبات حمراء. $Hg_2(NO_3)_2 + K_2CrO_4 \rightarrow Hg_2CrO_4 \downarrow$ $+2KNO_3$

محلول الملح + محلول كبريتيد الهيدروجين H_2	راسب أسود من A_2S يذوب في HNO_3 المخفف. $2AgNO_3 + H_2S \rightarrow Ag_2S \downarrow +2KNO_3$	راسب أسود من PbSيذوب في HN_3 المخفف الساخن . $Pb\ (NO_3)_2 + H2S \rightarrow PbS \downarrow +2KNO_3$	راسب أسود منHgS،Hg . $Hg_2(NO_3)_2 + H_2S \rightarrow Hg \downarrow +HgS \downarrow +2KNO_3$

الجدول 7: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة الثانية.

الكاتيونات / التجربة	نحاسيك Cu^{2+} Cupric	كادميوم Cd^{2+} Cadmium	بزموث Bi^{3+} Bismuth	زئبقيك Hg^{2+} Mercuric
التجربة الأساسية				
محلول الملح + كاشف المجموعة محلول H_2S في وجود (HCl) مخفف	راسب أسود يذوب في HNO3المخفف الساخن. $CuSO_4 + H_2S \xrightarrow{H^+}$ $CuS \downarrow +H_2SO_4$ كما يذوب في KCN CuS + KCN $\rightarrow K_3[Cu(CN)_4]$	راسب أصفر يذوب في HNO_3المخفف الساخن. $CdSO_4 + H_2S \xrightarrow{H^+}$ $CdS \downarrow +H_2S$ $CdS + HNO_3 \xrightarrow{\Delta} Cd(NO_3)_2$ (soluble)	راسب بني يذوب في HNO_3المخفف الساخن. $Bi_2(SO_4)_3 + 3H_2S \xrightarrow{H^+}$ $Bi_2S_3 \downarrow +3H_2SO_4$ Bi_2S_3 $+ HNO_3 \xrightarrow{\Delta} Bi(NO_3)_3$ (soluble)	راسب أبيض سرعان ما يتحول إلى أصفر ثم البني ثم الأسود ،ويذوب الراسب في الماء الملكي ولا يذوب فيHNO3. $HgCl_2 + H_2S \xrightarrow{H^+}$ $HgS \downarrow +2HCl$
تجارب تأكيدية				

محلول الملح + NaOH	راسب أزرق يتحول بالتسخين إلى راسب أسود . $CuSO_4 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow + Na_2S$ $Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CuS \downarrow + H_2O$	راسب أبيض لا يذوب في زيادة من الكاشف. $CdSO_4 + 2NaOH \rightarrow Cd(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$	راسب أبيض يتحول إلى الأصفر بالتسخين. $Bi_2(SO_4)_3 + 6NaOH \rightarrow 2Bi(OH)_3 \downarrow + 3Na_2SO_4$ $Bi(OH)_3 \xrightarrow{\Delta} BiO(OH) \downarrow + H2O$	راسب بني محمر يتحول إلى أصفر بزيادة الكاشف. $HgSO_4 + NaOH \rightarrow Hg(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$ $Hg(OH)_2 \xrightarrow{H^+} HgO \downarrow + H_2O$
محلول الملح + قطرات من NH_4OH	راسب أزرق يذوب في زيادة من الكاشف . $CuSO_4 + 2NH4OH \rightarrow CuSO_4.Cu(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$ $CuSO_4.Cu(OH)_2 \xrightarrow{H^+} 2[Cu(NH_3)_4]SO_4 + H_2O + (NH_4)_2SO_4 + 6NH_4OH$	راسب أبيض يذوب في زيادة من الكاشف . $CdSO_4 + 2NH_4OH \rightarrow Cd(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$	راسب أبيض لا يذوب في زيادة من الكاشف. $Bi_2(SO_4)_3 + 2NH4OH \rightarrow 2Bi(OH)_3 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$ يذوب الراسب في حمض الهيدروكلوريك.	راسب أبيض من أمينو كلوريدالزئبقيك. $HgCl_2 + +2NH_4OH \rightarrow Hg(NH_3)Cl \downarrow + 2H_2O + NH_4Cl$
محلول الملح + محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم $K_4[Fe(CN)_6]$	راسب بني محمر يذوب في محلول الأمونيا . $2CuSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6] \downarrow + 2K_2SO_4$	راسب أبيض مصفر يذوب في حامض HCl المخفف. $CdSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Cd_2[Fe(CN)_6] \downarrow + 2K_2SO_4$	لا يتشكل شيء (اختبار سلبي)	لا يتشكل شيء (اختبار سلبي)

الجدول 9: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة الثالثة.

الكاتيونات / التجربة	حديدوز Fe^{2+} Iron(II)	حديديك Fe^{3+} Iron(III)	ألمنيوم A^{3+} Aluminium	كروم C^{3+} Chromium
التجربة الأساسية				
محلول الملح + كاشف المجموعة كمية قليلة من محلول N_4Cl NH_4OH +	راسب أبيض يتحول إلى راسب أخضر ثم البني . $FeSO_4 + 2NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$ $Fe(OH)_2 + O_2 \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow$	راسب بني لا يذوب في زيادة من الكاشف. $FeCl_3 + 3NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NH_4Cl$	راسب أبيض جيلاتيني يذوب في الأحماض ولاNaOHالمعدنية و يذوب في زيادة من الكاشف. $Al_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$	راسب رمادي مخضر يذوب في الأحماض المعدنية وفي محلولNaOH. $CrCl_3 + 3NH_4OH \rightarrow Cr(OH)_3 \downarrow + 3NH_4Cl$
تجارب تأكيدية				
محلول الملح + محلول كبريتيد الأمونيوم $(NH_4)_2S$	راسب أسود يذوب في حمض HCl معطيا غاز H_2S ↑ . $FeSO_4 + (NH_4)_2S \rightarrow FeS \downarrow + (NH_4)_2SO_4$ $FeS + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S \uparrow$	راسب أسود يذوب في حمض HCl معطيا غاز ↑ H2S مع ترسب الكبريت. $2FeCl_3 + 3(NH_4)_2S \rightarrow Fe_2S_3 \downarrow + 6NH_4Cl$ $Fe_2S_3 + 4HCl \rightarrow 2FeCl_2 + S \downarrow + 2H_2S \uparrow$	راسب أبيض يتحلل بالماء إلى مركبات ثابتة . $2Al(NO_3)_3 + 3(NH_4)_2S \rightarrow Al_2S_3 \downarrow + 6NH_4NO_3$ $Al_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 3H_2S$	راسب أبيض مخضر يتحلل بالماء إلى راسب أبيض ثم يتحلل إلى راسب أبيض رغم وجود الكبريت. $2CrCl_3 + 3(NH_4)_2S \rightarrow Cr_2S_3 \downarrow + 6NH_4Cl$ $Cr_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2Cr(OH)_3 \downarrow + 3H_2O$

محلول الملح + محلول NaOH	راسب أبيض يتحول إلى الأخضر ثم البني.	راسب بني لا يذوب في زيادة من الكاشف.	راسب أبيض يذوب في زيادة من الكاشف.	راسب أبيض يذوب في زيادة من الكاشف.
	$FeCl_2 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow +2NaCl$ $Fe(OH)_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow$	$FeCl_3 + 3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow +3NaCl$	$Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 3Na_2SO_4$	$CrCl_3 + 3NaOH \rightarrow Cr(OH)_3 \downarrow +3NaCl$ $Cr(OH)_3 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 \downarrow +2H_2O$
محلول الملح + محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم $K_4[Fe(CN)_6]$	راسب أبيض يتحول إلى الأزرق. $FeCl_2 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_2[Fe(CN)_6] \downarrow +4KCl$	راسب أزرق لا يذوب في HCl المخفف $4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow +12KCl$	اختبار سلبي	اختبار سلبي
محلول الملح + محلول حديدي سيانيد البوتاسيوم $K_3[Fe(CN)_6]$	راسب أزرق غامق. $3FeSO_4 + 2K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2 \downarrow +3K_2SO_4$	يتلون المحلول بلون البني . $FeCl_3 + K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe[Fe(CN)_6] \downarrow +3KCl$	اختبار سلبي	اختبار سلبي
محلول الملح + محلول ثيوسيانات البوتاسيوم KSCN	اختبار سلبي	يعطي لون أحمر دموي . $FeCl_3 + KSCN \rightarrow Fe(SCN)Cl_2 \downarrow +KCl$	اختبار سلبي	اختبار سلبي
محلول الملح + Na_2O_2 محلول في وجود NaOH	اختبار سلبي	اختبار سلبي	اختبار سلبي	يتلون المحلول بلون أصفر . $2\ CrCl_3 + 3Na_2O_2 + 4NaOH \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 6NaCl + 2H_2O$

الجدول 11: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة الرابعة.

الكاتيونات **التجربة**	خارصين Zn^{2+} Zinc	منجنيز Mn^{2+} Manganese	كوبلت Co^{2+} Cobalt	نيكل Ni^{2+} Nickel
التجربة الأساسية				
محلول الملح + محلول كبريتيد الهيدروجين $H2S$ في وجود كلا من محلول $NH4Cl$ ومحلول $NH4OH$	راسب أبيض يذوب في الأحماض المعدنية. $ZnSO_4 + H_2S \rightarrow$ $ZnS \downarrow +H_2SO_4$	راسب (بني) يذوب في الأحماض المعدنية . $MnCl_2 + H_2S \rightarrow$ $MnS \downarrow +2HCl$	راسب أسود يذوب في HNO_3 المركز الساخن والماء الملكي. $CoCl_2 + H_2S \rightarrow$ $CoS \downarrow +2HCl$	راسب أسود يذوب في HNO_3 المركز الساخن والماء الملكي. $NiCl_2 + H_2S \rightarrow$ $NiS \downarrow +2HCl$
تجارب تأكيدية				
محلول الملح +NaOH	راسب أبيض يذوب في الزيادة من الكاشف . $ZnSO_4 + 2NaOH \rightarrow$ $Zn(OH)_2 \downarrow +Na_2SO_4$ $Zn(OH)_2 + 2NaOH$ $\rightarrow Na_2ZnO_2+H_2O$	راسب أبيض يتحول إلى بني اللون. $MnCl_2 + 2NaOH \rightarrow$ $Mn(OH)_2 \downarrow +2NaCl$	راسب أزرق يتحول إلى البني بزيادة الكاشف. $CoCl_2 + 2NaOH \rightarrow$ $Co(OH)_2Cl$ $Co(OH)_2Cl$ $+ NaOH$ $\rightarrow Co(OH)_2$ $\downarrow +2NaCl$	راسب أخضر يذوب في محلول الأمونيا. $NiCl_2 + 2NaOH \rightarrow$ $Ni(OH)_2 \downarrow +2NaCl$
محلول الملح + محلول فوسفات الصوديوم الهيدروجينية Na_2HPO_4	راسب أبيض في وجود محلول NH_4Cl مع الرج يذوب في محلول الأمونيا. $ZnCl_2 + Na_2HPO_4$ $+ NH_4Cl$ $\rightarrow$	راسب بني في وجود وسط قاعدي NH_4OH مع الرج. $MnCl_2 + Na_2HPO_4$ $+ NH_4OH$ $\rightarrow$	راسب بنفسجي في وجود وسط قاعدي NH_4OH مع الرج. . $CoCl_2 + Na_2HPO_4 \rightarrow$ $Mn(NH_4)PO_4$ $\downarrow +2NaCl + H_2O$	راسب أخضر في وجود وسط قاعدي NH_4OH مع الرج. $NiCl_2 + Na_2HPO_4$ $+ NH_4OH \rightarrow$

	$Zn(NH_4)PO_4 \downarrow + HCl + 2NaCl$	$Mn(NH_4)PO_4 \downarrow + 2NaCl + H_2O$		$Ni(NH_4)PO_4 \downarrow + 2NaCl + H_2O$
محلول الملح + محلول ثيوسيانات الأمونيوم NH_4CSN	اختبار سالب	اختبار سالب	لون أزرق $CoCl_2 + 4NH_4CSN \rightarrow Co(SCN)4(NH_4)_2 \downarrow + 2NH$	اختبار سالب
محلول الملح $+ PbO_2 HNO_3$ + مع التسخين	اختبار سالب	تتكون طبقة بنفسجية. $MnCl_2 + PbO_2 + HNO_3 \xrightarrow{\Delta} Pb(NO_3)_2 + PbCl_2 + HMnO_4 + H_2O$	اختبار سالب	اختبار سالب

الجدول 13: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة الخامسة.

الكاتيونات / التجربة	كالسيوم (Ca^{2+}) Calcium	إسترانشيوم(Sr^{2+}) Strontium	**باريوم**(Ba^{2+}) Barium
التجربة الأساسية			
محلول الملح + كاشف المجموعة محلول $(NH_4)_2CO_3$في وجود كلا من محلولNH_4Cl ومحلولNH_4OH	راسب أبيض يذوب في الأحماض المعدنية. $CaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow +2NH_4Cl$	راسب أبيض يذوب في الأحماض المعدنية. $SrCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow SrCO_3 \downarrow +2NH_4Cl$	راسب أبيض يذوب في الأحماض المعدنية وفي حمض الخليك. $BaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow BaCO_3 \downarrow +2NH_4Cl$
تجارب تأكيدية			
محلول الملح + H_2SO_4المخفف	راسب أبيض يذوب في محلول$(NH_4)_2SO_4$. $CaCl_2 + H_2SO_4 \xrightarrow[dil]{} CaSO_4 \downarrow +2HCl$	راسب أبيض لا يذوب في محلول $(NH_4)_2SO_4$. $SrCl_2 + H_2SO_4 \xrightarrow[dil]{} SrSO_4 \downarrow +2HCl$	راسب أبيض لا يذوب في محلول$(NH_4)_2SO_4$. $BaCl_2 + H_2SO_4 \xrightarrow[dil]{} BaSO_4 \downarrow +2HCl$
كشف اللهب	أحمر اجوري	أحمر قرمزي	أخضر
محلول الملح + محلول $(NH_4)_2C_2O_4$ في وجود محلولNH_4OH	راسب أبيض لا يذوب في محلول حامض الخليكCH_3COO. $CaCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 \downarrow +2NH_4Cl$	راسب أبيض قليل الذوبان في محلول حامض الخليكCH_3COO. $SrCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow SrC_2O_4 \downarrow +2NH_4Cl$	راسب أبيض يذوب في محلول حامض الخليكCH_3COO. $BaCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow BaC_2O_4 \downarrow +2NH_4Cl$
محلول الملح + محلول K_2CrO_4	راسب أصفر يذوب في محلول CH_3COOH حامض الخليك. $CaCl_2 + K_2CrO_4 \rightarrow CaCrO_4 \downarrow +2KCl$	راسب أصفر لا يذوب في محلول CH_3COOH حامض الخليك $SrCl_2 + K_2CrO_4 \rightarrow SrCrO_4 \downarrow +2KCl$	راسب أصفر لا يذوب في محلول CH_3COOH حامض الخليك. $BaCl_2 + K_2CrO_4 \rightarrow BaCrO_4 \downarrow +2KCl$

الجدول 14: التجارب العملية للكشف عن كاتيونات المجموعة السادسة.

التجربة	الكاتيون
كاتيون الأمونيوم NH_4^+	
محلول الملح + محلول NaO	يتصاعد غاز الأمونيا . $NH_4 + NaOH \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow + NaCl + H_2O$ يكشف عنه بإحدى من الطرق الأتية : - 0 برائحة الأمونيا المميزة. 2- تكون سحي بيضاء عند تعرضة لساق مبللة بحمضHCldil 3- يزرق ورقة دوار الشمس الحمراء المبللة بالماء المقطر . 4- يحول ورقة مبللة بملول نترات الزئبقوز إلى اللون الأسود .
محلول الملح + محلول نسلر Nessler	يتكون راسب أو لون بني وذلك حسب تركيز الأمونيا في المحلول . $NH_4Cl + KOH + K_2HgI_4 \rightarrow HgO.HgNH_2I \downarrow + KI + H_2O$ [نسلر محلول]
محلول الملح + محلول كوبلتي نيتريت الصوديوم	راسب أصفر منكوبلتي نيترايت الألمونيوم. $3NH_4Cl + Na_3[Co(NO_2)_6] \rightarrow (NH_4)_3[Co(NO_2)_6] \downarrow + 3NaCl$
محلول الملح + محلول مشبع من طرطرات الصوديوم الهيدروجينية	راسب أبيض من طرطرات الأمونيوم الحامضية وبتسخين الراسب من محلول NaOH تتصاعد رائحة الأمونيا. $NH_4Cl + OH - CH - COONa \rightarrow OH - CH - COONH_4 \downarrow + NaCl$

كاتيون البوتاسيوم (k^{+})	
محلول الملح + محلولكوبلتي نيتريت الصوديوم	راسب أصفر منكوبلتي نيتريت البوتاسيوم لا يذوب في حامض الخليك المجفف. $3KCl + Na_3[Co(NO_2)_6] \rightarrow k_3[Co(NO_2)_6] \downarrow +3NaCl$
محلول الملح + محلول حامض الطرطريك	راسب أبيض متبلر من طرطرات البوتاسيوم الحامضية من المحاليل المركزة مع الرج. $MgSO_4 + Na_2HPO_4 + NH_4 \rightarrow OH - CH - COONH_4 \downarrow +HCl$
إختبار كشف اللهب	لون بنفسجي
شق الماغنيسيوم(Mg^{2+})	
محلول الملح + محلولNaOH	راسب أبيض من $Mg(OH)_2 \downarrow$ لا يذوب في الزيادة من الكاشف ولكن يذوب في محلولNH_4C. $MgSO_4 + NaOH \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow \ + Na_2SO_4$
محلول الملح + محلول Na_2CO_3	راسب أبيض من $MgCO_3 \downarrow$ يذوب في محلولNH_4Cl . $MgSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3 \downarrow +CO_2 \uparrow +Na_2SO_4$
محلول الملح + محلول فوسفات الصوديوم الهيدروجنيةNa_2HPO_4 في وجودكلا من محلولNH_4C ومحلولNH_4OH	راسب أبيض يذوب في الأحماض المعدنية المخففة. $MgSO_4 + Na_2HPO_4 + NH_4OH + NH_4Cl \rightarrow Mg(NH_4)PO_4 \downarrow +Na_2SO_4 + NH_4Cl + H_2O$
شق الصوديوم(Na^{+})	
محلول الملح + محلول أنتيمونات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين KH_2SbO_2	راسب أصفر من أنتيمونات الصوديوم ثنائي الهيدروجين من المحاليل المخففة كما يساعد الحك على جدران الأنبوبة في تكون الراسب. $NaCl + KH_2SbO_2 \rightarrow NaH_2SbO_2 \downarrow +KCl$
محلول الملح + محلولHCl conc في وجود C_2H_5O	يترسب الصوديوم على هيئة راسب أبيض

إختبار كشف اللهب	لون أصفر ذهبي

الجدول 17: التجارب العملية للكشف عن انيونات المجموعة الأولى.

الكاتيونات / التجربة	كربونات CO_3^{2-} Carbonates	بيكربونات HCO_3^- Hydrogen Carbonates	كبريتيد S^{2-} Sulphide
التجربة الأساسية			
محلول الملح + كاشف المجموعة محلول H المخفف	حدوث فوران بسبب تصاعد غاز CO_2. $Na_2CO_3 + 2HCl \xrightarrow[dil]{} CO_2 \uparrow + 2NaCl + H_2O$ يكشف عن غاز $CO_2\uparrow$ بأنه يعكر ماء الجير . $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$ $CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$ Soluble	يحدوث فوران بسبب تصاعد غاز CO_2. $NaHCO_3 + HCl \xrightarrow[dil]{} CO_2 \uparrow + NaCl + H_2O$ يكشف عن غاز $CO_2\uparrow$ بأنه يعكر ماء الجير . $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$ $CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$ Soluble	يتصاعد غاز له رائحة البيض الفاسد هو غاز H_2S . $Na_2S + HCl \xrightarrow[dil]{} H_2S \uparrow + NaCl$ يكشف عن الغاز بأنه يحول ورقة مبللة بخلات الرصاص إلى اللون الأسود. $H_2S + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbS + CH_3COOH$ ذو لون أسود
تجارب تأكيدية			
محلول الملح + محلول $BaCl_2$ كلوريد الباريوم	راسب أبيض مباشرة على البارد يذوب في الأحماض المعدنية. $Na_2CO_3 + BaCl_2 \rightarrow BaCO_3 \downarrow + 2NaCl$	راسب أبيض بعد التسخين لماذا ؟ يذوب في الأحماض المعدنية. $2NaHCO_3 + BaCl_2 \rightarrow Ba(HCO_3)_2 \downarrow + 2NaCl$ $Ba(HCO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} BaCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$	اختبار سلبي

محلول الملح + محلول $MgSO_4$ كبريتات الماغنيسوم	راسب أبيض مباشرة على البارد. $Na_2CO_3 + MgSO_4 \rightarrow MgCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$	راسب أبيض بعد التسخين لماذا ؟ $2NaHCO_3 + MgSO_4 \rightarrow Mg(HCO_3)_2 \downarrow + Na_2SO_4$ $Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} MgCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$	اختبار سلبي
محلول الملح + محلول $HgCl_2$ كلوريد الزئبقيك	راسب بني محمر على البارد. $Na_2CO_3 + HgCl_2 \rightarrow HgCO_3 \downarrow + 2NaCl$	راسب أبيض بعد التسخين لماذا ؟ $4NaHCO_3 + 2HgCl_2 \xrightarrow{\Delta} Hg_2(OH)_2CO_3 \downarrow + 4NaCl + 3CO_2 \uparrow + H_2O$	اختبار سلبي
محلول الملح + محلول $(CH_3COO)_2Pb$ خلات الرصاص	اختبار سلبي	اختبار سلبي	راسب أسود يذوب في HNO_3المخفف الساخن. $Na_2S + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbS \downarrow + 2CH_3COONa$
محلول الملح + محلول$AgNO_3$ نترات الفضة	راسب أبيض يتحول بالتسخين إلى راسب بني . $Na_2CO_3 + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2CO_3 \downarrow + 2NaNO_3$ $Ag_2CO_3 \xrightarrow{\Delta} Ag_2O \downarrow + CO_2 \uparrow$	راسب أبيض بعد التسخين وبإستمرار عملية التسخين يتحول إلى راسب بني . $NaHCO_3 + AgNO_3 \rightarrow AgHCO_3 + NaNO_3$ $AgHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Ag_2CO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$ $Ag_2CO_3 \xrightarrow{\Delta} Ag_2O \downarrow + CO_2$	راسب أسود يذوب في HNO_3المخفف الساخن. $Na_2S + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2S \downarrow + 2NaNO_3$

الجدول 18: التجارب العملية للكشف عن انيونات المجموعة الثانية

الكاتيونات التجربة	أنيون الكلوريد Cl^- Chloride	أنيون البروميد Br^- Bromide	أنيون اليوديد I^- Iodide	أنيون النترات NO_3^- Nitrates
التجربة الأساسية				
محلول الملح + محلول H_2SO_{4conc}	يتصاعد غاز له رائحة خانقة هو HCl $\xrightarrow{\Delta} +H_2SO_4 \rightarrow HCl \uparrow +NaHSO_4$ $HCl + NaHSO_4 \rightarrow NH_4Cl \downarrow +H_2O$	يتصاعد غاز عديم اللون هو غاز HBr يتحول إلى غاز برتقالي أو بني محمر ويتلون المحلول بلون بني محمر . NaBr $\xrightarrow{\Delta} + H_2SO_4 \rightarrow HBr \uparrow +NaHSO_4$ $HBr + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 \uparrow +SO_2 \uparrow H_2O$	يتصاعد غاز عديم اللون HI يتحول إلى غاز بنفسجي اللون I_2 يحول ورقة مبللة بالنشأ إلى اللون الأزرق . $KI + H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} HI \uparrow +KHSO_4$ $HI + H_2SO_4 \rightarrow I_2 \uparrow +SO_2 \uparrow +H_2O$	يتصاعد غاز بني اللون NO_2 بعد التسخين الشديد وتزداد الأبخرة البنية بإضافة برادة النحاس مع تلون المحلول بلون أزرق خفيف. $NaNO_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} + NaHSO_4 + HNO_3$ $HNO_3 \xrightarrow{\Delta} + NO_2 \uparrow +O_2 \uparrow +H_2O$ $Cu_{(S)} + 4HNO_3 \xrightarrow{\Delta} Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 \uparrow +2H_2O$
تجارب تأكيدية				

محلول الملح + صلب MnO_2 + H_2SO_{4conc}	يتصاعد غاز أصفر مخضر Cl_2 له خاصية قصر الألوان. $2NaCl + MnO_2 + 2H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} Cl_2 \uparrow + 2H_2O + MnSO_2 + Na_2SO_4$	يتصاعد غاز بني محمر أو برتقالي اللون هو Br_2 يزيل لون ورقة دوار الشمس. $2NaBr + MnO_2 + 2H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} Br_2 \uparrow + 2H_2O + MnSO_4 + Na_2SO_4$	يتصاعد غاز بنفسجي اللون هو غاز I_2 يزرق ورقة مبللة بمحلول النشا. $2KI + MnO_2 + 2H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} I_2 \uparrow + 2H_2O + MnSO_4 + K_2SO_4$	نتيجة سلبية (-ve)
محلول الملح + محلول $AgNO_3$	راسب أبيض يذوب في محلول الأمونيا إذا تعرض الراسب للضوء يتحول إلى راسب بنفسجي . $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl \downarrow + NaNO_3$ $AgCl \downarrow \rightarrow Ag^+ + Cl^- \; AgCl + NH_4OH \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$ معقد ذائب Soluble Complex	راسب أصفر يذوب بقلة في محلول الأمونيا ولا يذوب في HNO_3المخفف . $NaBr + AgNO_3 \rightarrow AgBr \downarrow + NaNO_3$	راسب أصفر لا يذوب في محلول الأمونيا ولا يذوب في HNO_3المخفف. $KI + AgNO_3 \rightarrow AgI \downarrow + NaNO_3$	نتيجة سلبية (-ve)
محلول الملح + محلول $(CH_3COO)_2Pb$	راسب أبيض من $PbCl_2 \downarrow$ يذوب بالتسخين ويترسب بالتبريد. $2NaCl + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbCl_2 \downarrow + 2CH_3COONa$	راسب أصفر مصفر من $PbBr_2 \downarrow$ يذوب بالتسخين و يترسب بالتبريد $2NaBr + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbBr_2 \downarrow + 2CH_3COONa$	راسب أصفر من $PbI_2 \downarrow$ يذوب بالتسخين ويترسب بالتبريد $2KI + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbI_2 \downarrow + 2CH_3COOK$	اختبار سلبي

محلول الملح + محلول $CuSO_4$	اختبار سلبي	اختبار سلبي	لون بني وبإضافة محلول $Na_2S_2O_3$ يظهر راسب أبيض . $4KI + 2CuSO_4 \rightarrow I_2 + Cu_2I_2 \downarrow + 2K_2SO_4$	اختبار سلبي
محلول الملح + محلول $FeSO_4$ كبريتات الحديدوز حديثة التحضير + H_2SO_{4conc}	اختبار سلبي	اختبار سلبي	اختبار سلبي	تتكون حلقة سمراء أو بنية اللون. $NaNO_3 + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow [Fe(NO)]SO_4$

الجدول19: التجارب العملية للكشف عن انيونات المجموعة الثالثة

الكاتيونات **التجربة**	كبريتات SO_4^{2-} Sulphates	فوسفات PO_4^{3-} Phosphates	بورات $B_4O_7^{2-}$ Borates
محلول الملح + محلول $BaCl_2$	راسب أبيض من كبريتات الباريوم $Ba SO_4 \downarrow$ لا يذوب في الأحماض المعدنية. $Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow Ba SO_4 \downarrow + 2NaCl$	راسب أبيض من فوسفات الباريوم الهيدروجينية $BaHPO_4 \downarrow$ يذوب في الأحماض المعدنية . $Na_2HPO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaHPO_4 \downarrow + 2NaCl$	راسب أبيض من ميتابورات الباريوم $Ba(BO_2)_2 \downarrow$ يذوب في زيادة من الكاشف. $Na_2B_4O_7 \downarrow + 2BaCl_2 \rightarrow 2Ba(BO_2)_2 \downarrow + 2NaCl$
محلول الملح + محلول $AgNO_3$	راسب أبيض من محاليل المركزة يذوب في الأحماض المعدنية . $Na_2SO_4 + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2SO_4 \downarrow + 2NaNO_3$	راسب أبيض لمصفر يذوب في HNO_3 المخفف ومحلول الأمونيا. $Na_2HPO_4 + 3AgNO_3 \rightarrow Ag_3PO_4 \downarrow + 2NaNO_3 + HNO_3$	راسب أبيض مصفر يذوب في محلول الأمونيا يتحول بالتسخين إلى راسب بني . $Na_2B_4O_7 + 2AgNO_3 + 3H_2O \rightarrow Ag(BO_2) \downarrow + 2NaNO_3 + H_3BO_3$ $Ag(BO_2) \downarrow \xrightarrow{\Delta} Ag_2O \downarrow + H_3BO_3$
محلول الملح + محلول $(CH_3COO)_2Pb$	راسب أبيض يذوب في خلات الأمونيوم CH_3COONH_4 . $Na_2SO_4 + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbSO_4 \downarrow + 2CH_3COONa$	اختبار سالب	اختبار سالب
محلول الملح + محلول كلوريد الحديديك	اختبار سالب	راسب أصفر أو أبيض مصفر يذوب في الأحماض المعدنية. $Na_2HPO_4 + FeCl_3$	اختبار سالب

	$\rightarrow$ $\mathrm{Fe}PO_4 \downarrow +2NaCl + HCl$		$\mathrm{FeCl_3}$
لهب ذو حافة خضراء نتيجة لتكون بورات الإيثيل $BO_3(C_2H_5)_3$	اختبار سالب	اختبار سالب	إختبار اللهب ملح الصلب + 1 مل $H_2SO_{4_{conc}}$ + 5 مل كحول إيثيلي

قائمة المراجع

1. سميرمصطفي المدني (1993 م) : أساسيات الكيمياء العامة.النشر العلمي والمطابع جامعة الملك سعود . المملكة العربية السعودية.
2. موید قاسم العباجي وثابت سعيد الغبشة: (اسس الكيمياء التحليلية)الطبعة ألاولي مدرية دارالكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل . العراق
3. قاسم كامل محمد وعبدالسلام علي ميهوب 1988)م:(الكيمياء المعملية.الدارالعربية للكتاب.
4. أحمد فوز ي يوسف:(1993)أجهزة وطرق تحليل التربة والمياه.النشر العلمي والمطابع جامعة الملك سعود . المملكة العربية السعودية.
5. جمال محفوض وعصام القلق) الطبعة ألاولي: (الكيمياء التحليلية.جامعة دمشق سوريا

مراجع اجنبية :

1. Gary D.Christian (1977):Analytical Chemistry (2nd Edition)
2. W.H.freeman and Company (1970):The freeman library of laboratory separates in chmeistry..printed in the unted states Americ.
3. D.D.perrin;W.L.F.Armarego and Dawn.R.perrin (1980):Purification of laboratory chemicals (2ad Edition)..printed in Great Britain by A.wheaton &Co.ltd.Exeter
4. Richarde.Wainerdi,P.E.phD (1970):Analytical chemistry in space (First dition)..Printed in Great britain by watmoughs limited,Idle, bradford;and London.

الملخص:

مطبوعة طرق التحليل الكيفي موجهة لطلبة سنة ثانية هندسة الطرائق والبتروكيمياء، من أجل تزويدهم بالخلفية النظرية الأساسية والمهارات العملية اللازمة للعمل المخبري في الكيمياء التحليلية. تبدأ بقسم تمهيدي يستعرض المعارف الأساسية، ويحدد قواعد المختبر وتعليمات السلامة، ويؤكد على الممارسات المخبرية السليمة. ويولي اهتمامًا خاصًا للوقاية من المخاطر الكيميائية، وإدارة النفايات، والتعامل مع المواد الخطرة، وإجراءات الإسعافات الأولية للإصابات والحروق. كما تقدم تعريفات أساسية، وتفاعلات كيميائية جوهرية، وتفاعلات تأكيدية وتمييزية تشكل أساس التحليل النوعي.

يركز الجزء الرئيسي منها على أساليب التحليل النوعي لتحديد الأيونات في المحاليل المائية. وينقسم إلى قسمين رئيسيين: الكشف النوعي عن الكاتيونات والأنيونات. يصف قسم تحليل الكاتيونات الاختبارات الأولية للعينات الصلبة المجهولة، يليه تصنيف وتحديد الكاتيونات في ست مجموعات تحليلية، تغطى كل منها بتجربة عملية مخصصة. وبالمثل، يقدم قسم تحليل الأنيونات طرقا نوعية للكشف عن الأنيونات، مصنفة إلى ثلاث مجموعات، مع تجارب معملية مقابلة. وتختتم بملاحق ومراجع، لتكون بمثابة دليل شامل ومنظم لتطوير التفكير التحليلي، ودقة التجارب، والوعي بسلامة المختبر في كيمياء المحاليل.

الكلمات المفتاحية: التحليل الكيفي، الكيمياء التحليلية، التحليل النوعي، الكاتيونات، الأنيونات.

Abstract :

This document on qualitative analysis methods is intended for second-year students in chemical and petrochemical engineering. It provides them with the theoretical foundations and essential practical skills for analytical chemistry lab work. It begins with an introduction that reviews fundamental concepts, presents laboratory safety rules and procedures, and emphasizes best practices. Particular attention is paid to chemical risk prevention, waste management, the handling of hazardous materials, and first aid procedures for injuries and burns. The document also introduces basic definitions, essential chemical reactions, and the confirmation and discrimination reactions that form the basis of qualitative analysis.

The main part of the document is devoted to qualitative analysis methods for the determination of ions in aqueous solution. It is divided into two main sections: the qualitative detection of cations and anions. The section on cation analysis describes preliminary tests for unknown solid samples, followed by the classification and identification of cations into six analytical groups, each with its own specific experiment. Similarly, the section on anion analysis presents qualitative methods for anion detection, classified into three groups, along with their corresponding laboratory experiments. It concludes with appendices and references, providing a comprehensive and organized guide for developing analytical thinking, experimental precision, and awareness of laboratory safety in the field of solution chemistry.

Keywords: Qualitative analysis, analytical chemistry, qualitative analysis, cations, anions.