



جامعة البصرة

كلية الزراعة

الكيمياء العامة (التجارب العملية)

General Chemistry



الكيمياء العامة

هو العلم الذي يختص بدراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها ويقسم الى عدة فروع منها الكيمياء التحليلية، الكيمياء العضوية، الكيمياء اللاعضوية والكيمياء الحياتية

الكيمياء التحليلية Analytical Chemistry

هي احدى فروع علم الكيمياء التي تختص بفصل وتعين المواد وتقسم الى نوعين

1. التحليل الكمي **Quantitative Anylasis** يبحث في تقدير كميات المكونات او العناصر الداخلة في تركيب المركب الكيميائي او الخليط.
2. التحليل النوعي او الوصفي **Qualitative Anylasis** مجموعة من العمليات التي يتم فيها الكشف عن تركيب المواد او المركبات او العناصر الداخلة في تركيب مادة معينة او خليط من المواد سواء كانت في حالة صلبة او بشكل محلول.

سنختص بدراسة هذا الجزء اذ يشمل هذا الجانب الكشف عن الايونات الموجبة والسالبة وسميت عامة لأنها تدرس عموم الايونات اذ ان غالبية التفاعلات المستعملة في التحليل الوصفي هي تفاعلات الحوامض والقواعد او املاح لا عضوية مع بعضها البعض

المحلول Solution: هو خليط متجانس من مادتين او أكثر تسمى أحدهما بالمذاب والأخرى بالمذيب. ان تفاعلات الايونات في المحاليل تجري لثلاث أسباب

1. اتحاد الايونات مع الايونات
2. اتحاد الايونات مع الجزيئات
3. انتقال الالكترونات من ايون او جزيئة الى ايون او جزيئة أخرى وتصابح هذا التفاعلات حصول الظواهر التالية

أ. تكوين ماء: يحصل عند مزج أي هيدروكسيد فلزي مع الحامض



ب. تكوين الالكتروليت: عند مزج محلول حامض قوي مع محلول ملح حامض معين سيتكون الحامض الضعيف (مثل حامض الهيدروكلوريك مع خلات الصوديوم تعطي حامض الخليك) وكذلك بالنسبة للقاعدة



ت. تكوين رواسب: عند إضافة او تفاعل محلولين الكتروليتين يتكون مركب عديم الذوبان مثل مزج كلوريد

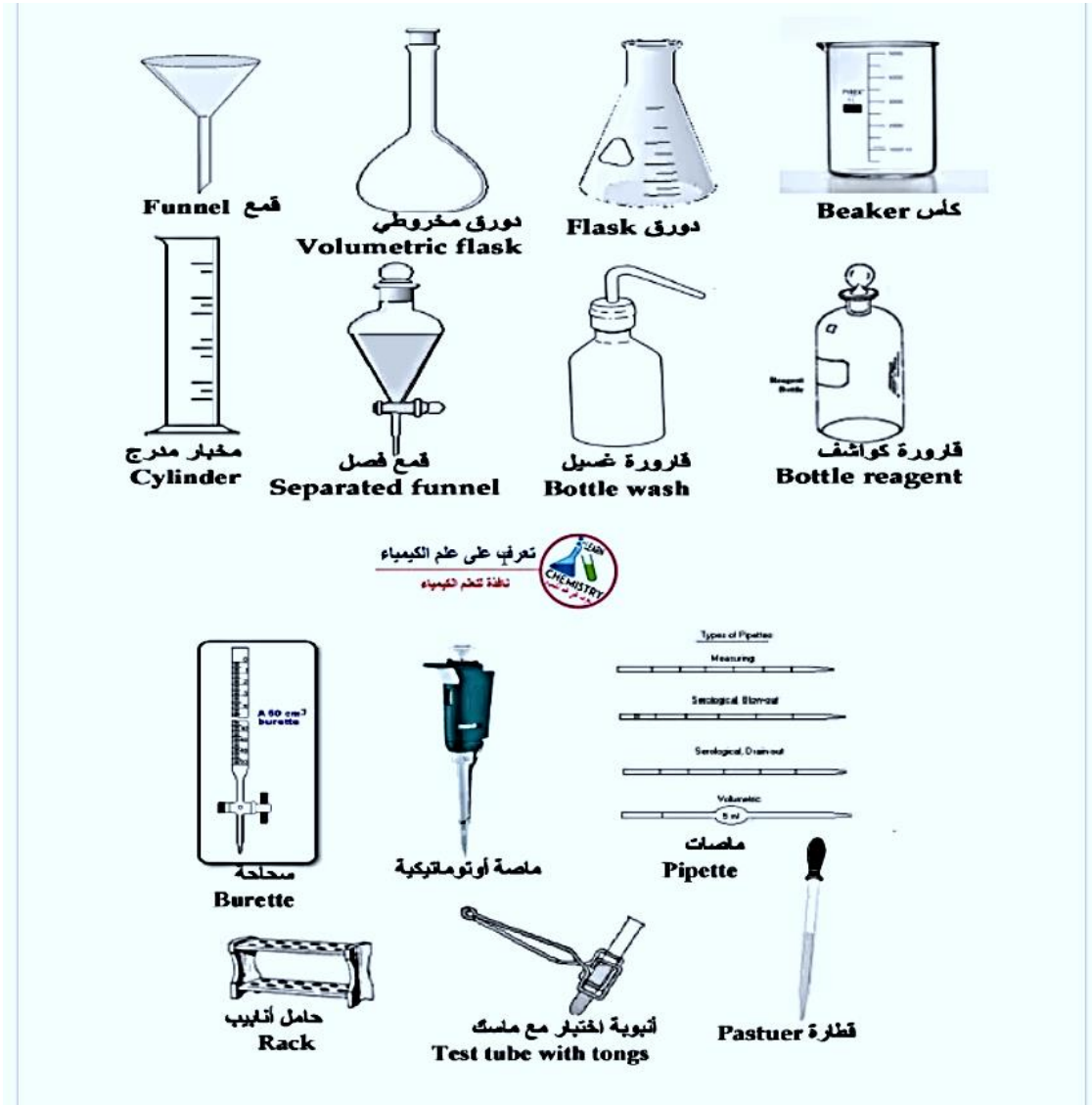
الحديدك مع هيدروكسيد الصوديوم يعطي $\text{Fe}(\text{OH})_2$ عديم الذوبان

ث. تحرير الغاز: أما ان يكون ناتج التفاعل مادة غازية او يكون مادة غير مستقرة تتفكك وتعطي غاز مثل بيكربونات الصوديوم مع حامض الخليك او الستريك

ج. تكوين الايونات المعقدة: ينتج الايون المعقد من اتحاد ايون واحد مع ايون اخر او اكثر او مع جزيئة متكاملة وغالبا ما يكون الكلوريد و البروميدي والفلوريد والسيانيد والثايسينات والثايوكبريتات والاوكرالات

الأجهزة والزجاجيات المستعملة في التحليل

- انابيب اختبار Test Tubes
- البيكرات Beakers
- الدوارق Flasks
- القطارات Droppers
- قناني الكشف Reagent bottles
- قناني الغسل Washing bottles
- جهاز الطرد المركزي Centrifuge
- حمام مائي Water bath



الإجراءات العلمية الخاصة بالتحليل الوصفي

التحليل الوصفي يتركز أساساً على ترسيب الأيونات الفلزية بطريقة كيميائية وعزلها على شكل مجاميع كخطوة أولية للتحليل ومن ثم معالجة أيونات كل مجموعة على حدة والكشف عنها بكواشف التمييز وتتضمن الإجراءات العلمية عدد من العمليات منها الترسيب والفصل ومن ثم الكشف الحاسم وقد يرافق ذلك عمليات فيزيائية كالتسخين والتبخير والتبريد إذ أن بطبيعة الحال تعتمد دقة النتائج على دقة تنفيذ الأساليب المختبرية والتقيد بكمية المواد المضافة ونظافة الأجهزة المستعملة.

تستعمل بعض المصطلحات لوصف عمليات التحليل فمثلاً يقصد بالكشف Test هو المعالجة الكيميائية التي تبين وجود أو غياب أيون أو مجموعة من المواد الكيميائية ويظهر على شكل:

أ. تكون أو اختفاء اللون

ب. تكون أو اذابة راسب

ت. تكون أو اختفاء رائحة

ث. تغير قراءة الجهاز

ج. قد يكون الكشف موجب Positive وهذا يعني وجود المادة المطلوبة أو قد يكون الكشف سالب

Negative

تحليل الايونات الموجبة

Analysis of Cations

يعتبر العالمان الالمانىان من وضعها الأسس الأولى لمخططات التحليل على أساس تقسيم الايونات الموجبة الى مجاميع وتشمل ايونات الفضة والرصاص والبيزموث والنحاس والكاديوم والزرنيخ والانتيمون والقصدير والكروميوم والحديد والمنغنيز والخاصين والكوبلت والنيكل والباريوم والسترونيتيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والامونيوم إضافة الى الزرنيخات والكرومات والبرمنغات السالبة

وكما موضح ادناه:

المجموعة	ايوناتها	كاشف المجموعة المرسب	رواسب المجموعة
الأولى	Pb^{+2} Hg_2^{+2} Ag^{+1}	HCl المخفف	$HgCl_2$ $PbCl_2$ $AgCl$
الثانية	Hg^{+2} Pb^{+2} Bi^{+3} Cu^{+2} As^{+3} Sb^{+3} Cd^{+2} Sn^{+2}	H_2S (وسط حامضي مخفف)	HgS PbS Bi_2S_3 CuS As_2S_3 Sb_2S_3 CdS SnS
الثالثة	Al^{+3} Cr^{+3} Fe^{+3}	H_2S (وسط قاعدي)	$Al(OH)_3$ $Cr(OH)_3$ $Fe(OH)_3$
	Co^{+2} Ni^{+2} Mn^{+2} Zn^{+2}		CoS MnS NiS ZnS
الرابعة	Ba^{+2} Ca^{+2} Mg^{+2} Sr^{+2}	$(NH_4)HPO_4$	$Ba_3(PO_4)_2$ $Ca_3(PO_4)_2$ $Sr_3(PO_4)_2$
الخامسة	Na^+ K^+ NH_4^+	تبقى ذائبة	

تحليل المجموعة الأولى للأيونات الموجبة

Analysis of Group 1 Cations

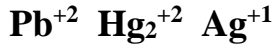
تضم هذه المجموعة الأيونات الموجبة التي تكون كلوريدات عديمة الذوبان في الحوامض المخففة وهي أيونات الفضة، الرصاص والزنبقوز لذا تترسب هذه الأيونات على شكل كلوريدات عند إضافة حامض الهيدروكلوريك المخفف في حين تبقى كلوريدات بقية الأيونات بشكل ذائب

مخطط تحليل أيونات المجموعة الأولى



HCl قطرات 4

الراسب



HCl قطرات 4

الراشح

المجاميع (5-2) يهمل



راشح

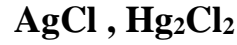


4 قطرات



راسب اصفر

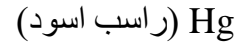
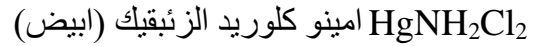
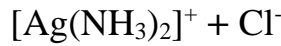
راسب



NH₄OH قطرات 10

راشح

راسب



4 قطرات HNO₃



راسب ابيض

التفاعلات الكيميائية الخاصة بالمجموعة الأولى

❖ ترسيب ايونات المجموعة



في هذا التفاعل يستعمل حامض الهيدروكلوريك المخفف وليس المركز اذ يعمل الحامض المركز على تذويب الرواسب بعد تكوينه وبالتالي نخسر الراسب بعد تكوينه كما في المعادلات التالية



الراسب المتكون

حامض مركز

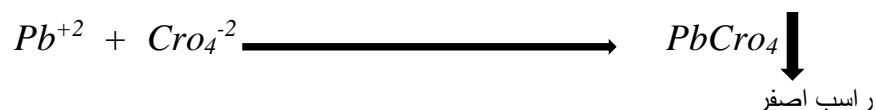
معقد ذائب

❖ فصل وتميز الرصاص

يفصل الرصاص بالماء الحار لكون قابلية ذوبان كلوريد الرصاص اعلى من كلوريد الفضة والزنبقوز اذ تكون قابلية ذوبان كلوريد الرصاص أكبر بألف مرة من قابلية كلوريد الفضة والزنبقوز.

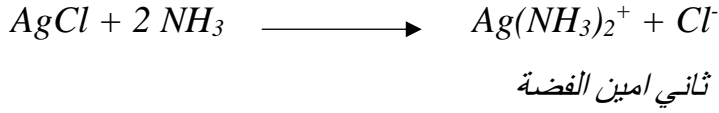
ت	المادة	KSP
1	PbCl ₂	4 * 10 ⁻⁴
2	Hg ₂ Cl ₂	2 * 10 ⁻¹⁸
3	AgCl	1.56 * 10 ⁻¹⁰

بعد فصل ايونات الرصاص بشكل راسخ ساخن يتم تمييزة بواسطة كاشف كرومات البوتاسيوم لتكوين راسب اصفر من كرومات الرصاص

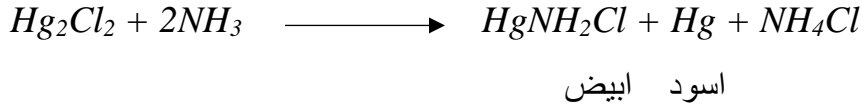


❖ معاملة كلوريدى الفضة والزئبقوز بالامونيا

تتفاعل الامونيا مع الكلوريديين حيث تكون مقعد ثائب مع كلوريد الفضة هو ثنائى امين الفضة



بينما عندما تتفاعل مع كلوريد الزئبقوز تسلك كوسط لفعل تفاعل الاكسدة والاختزال لتكوين الزئبق الأسود وامينو كلوريد الزئبقيك الأبيض وهما راسبان يعطيان مزيج رمادي اللون.



❖ تأكيد وجود الفضة

يتحول $Ag(NH_3)_2^+$ الى $AgCl$ في وسط حامضى



تحليل المجموعة الثانية للأيونات الموجبة

Analysis of Group II cations

تضم أيونات Cd^{+2} Sn^{+2} Sb^{+3} As^{+3} Cu^{+2} Bi^{+3} Pb^{+2} Hg^{+2} هيئة كبريتيدات بواسطة كبريتيد الهيدروجين في محيط حامضي مخفف من حامض الهيدروكلوريك لمنع ترسيب الكبريتيدات الأخرى وتشمل أيونات الزئبق، الرصاص، البرموت، النحاسيك، الزرنيخ، الانتيمون والقصدير إذ تختلف الكبريتيدات في قابلية ذوبانها اختلافاً واسعاً وذلك لاختلاف في قيم حاصل الاذابة وكما موضح ادناه:

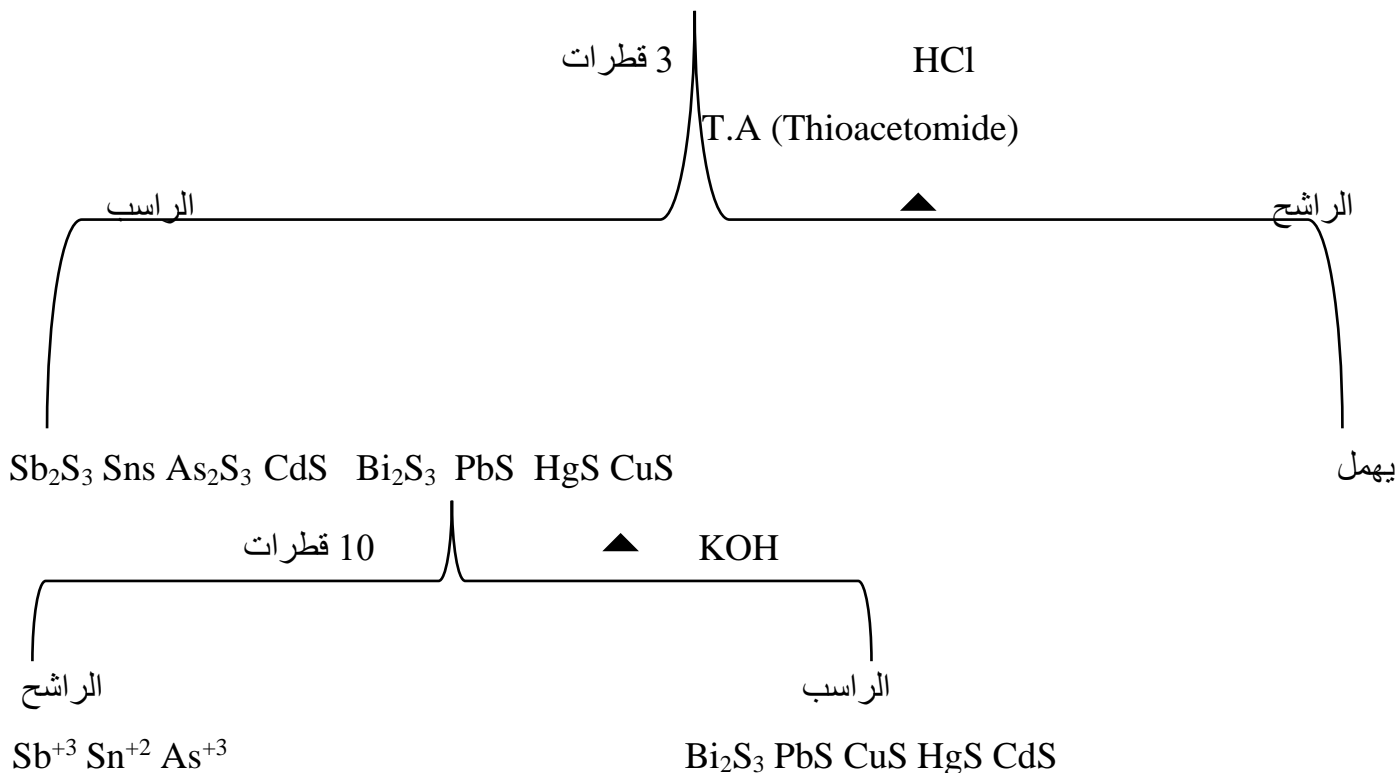
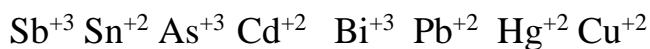
ت	المادة	KSP	ت	المادة	KSP
1	HgS	3×10^{53}	6	NiS	1.4×10^{-24}
2	PbS	3.2×10^{-28}	7	FeS	10×3.7
3	Bi_2S_3	1.6×10^{-72}	8	CoS	7×10^{-23}
4	CuS	8.5×10^{-45}	9	MnS	1.4×10^{-15}
5	CdS	3.6×10^{-29}	10	ZnS	1.2×10^{-23}

ثابت حاصل الاذابة لبعض الكبريتيدات ضمن المجموعة الثانية والثالثة

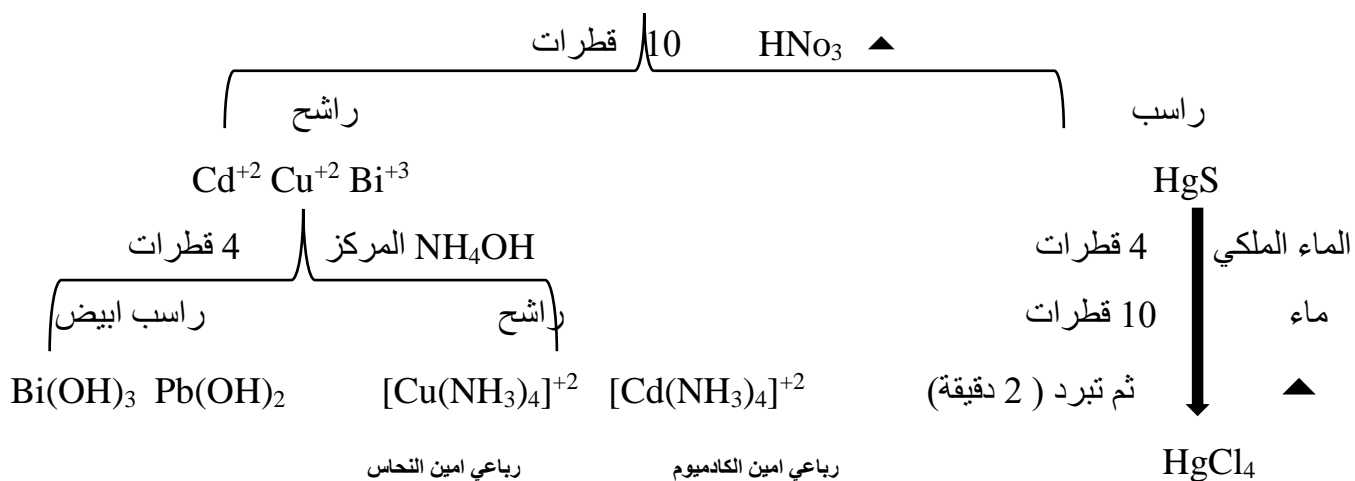
يستفاد من هذا الاختلاف في ذائبية بعض الكبريتيدات عند فصلها الى مجموعتين احدهما تترسب في المحيط الحامضي (المجموعة الثانية) والأخرى تذوب فيه (المجموعة الثالثة).

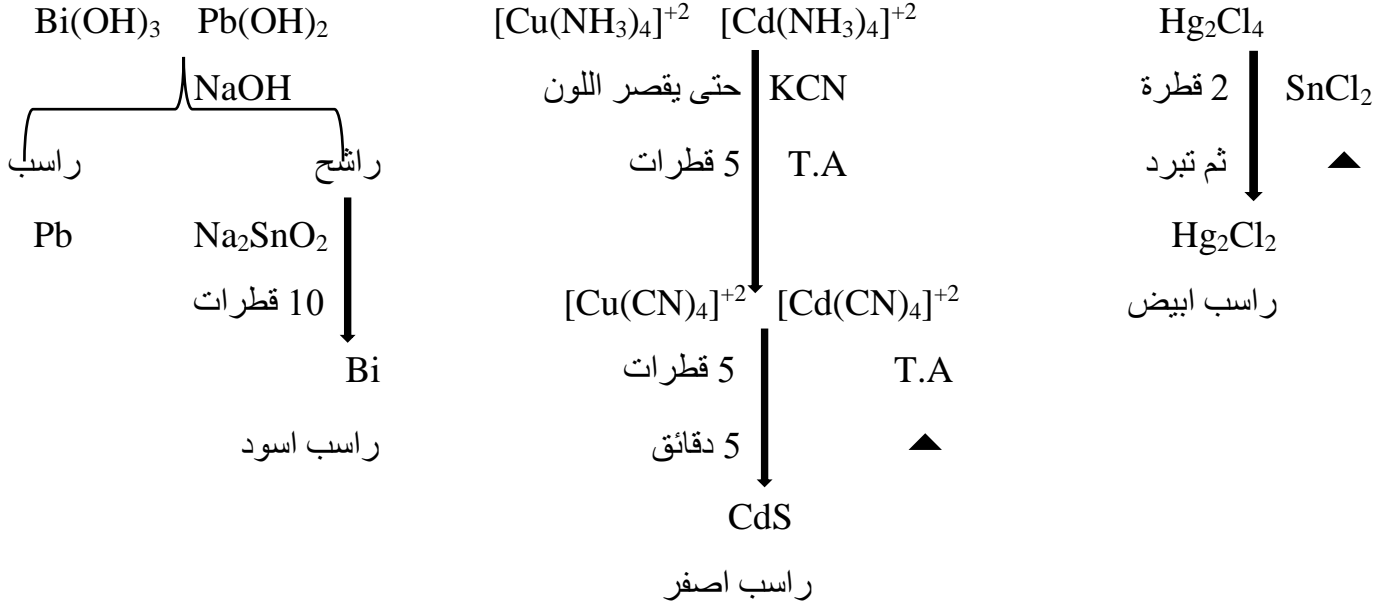
في المجموعة الثانية الأهمية الحقيقية لأيون الهيدروجين هي السيطرة على ضبط تركيز ايون الكبريت (S^-) لترسيب الكبريتيدات إذ ان الكبريتيدات الثمانية التي تمثل المجموعة الثانية هي As_2S_3 CdS Bi_2S_3 PbS HgS CuS إذ تمتلك الكبريتيدات الخمسة الأولى خواص قاعدية و عليه يعامل راسب المجموعة الثانية بمحلول KOH فتذوب الكبريتيدات ذات الخاصية الحامضية لذا تسمى الأيونات الخمسة الأولى بالمجموعة الثانية (أ) وسميت المجموعة الثلاثة الأخيرة بالمجموعة الثانية (ب).

مخطط ترسيب ايونات المجموعة الثانية وفصلها الى طائفتين:



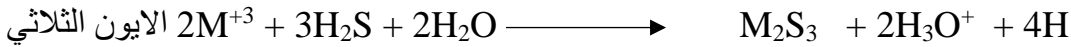
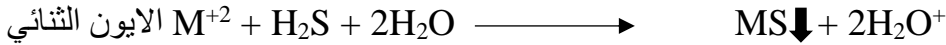
مخطط فصل وتميز ايونات الطائفة (أ)





التفاعلات الكيميائية المصاحبة للمجموعة الثانية :

1. ترسيب ايونات المجموعة بغاز H_2S
 ترسيب ايونات المجموعة عن طريق إضافة حامض ثم محلول كاشف T.A (Thioacetomide) الذي يتحلل بالحرارة ليعطي غاز H_2S



راسب بني

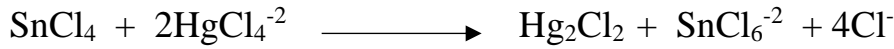


2. فصل ايونات المجموعة الثانية (الطائفتين)

تذوب كبريتيدات الزرنيخ والانتيمون والقصدير ذوباناً تاماً في محلول KOH لأنها تملك صفات حامضية في حين تبقى الطائفة (أ) على حالها كرواسب.

3. كشف ايون الزئبقيك

لا يذوب HgS في حامض النتريك الا انه يذوب بسهولة في الماء الملكي (HNO₃ + 3HCl) المركز اذ يؤكسد ايون النترات بوجود ايون الهيدرونيوم ايون الكبريتيد الى كبريت حر في حين تعمل ايونات الكلوريد على تكوين الايون المعقد الذائب (HgCl₄⁻²).



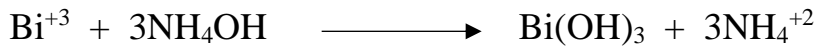
4. كشف ايون النحاسيك

يعد اللون الأزرق للمعقد [Cu(NH₃)₄]⁺² كشف ايون النحاسيك

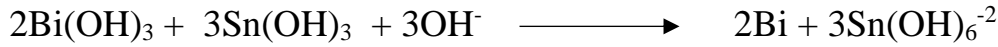


5. كشف ايون البزموت

يترسب ايون البزموت على شكل هيدروكسيد بوجود الامونيا والذي يمكن اختزاله بسهولة بواسطة ايون القصدير الى البزموت الحر

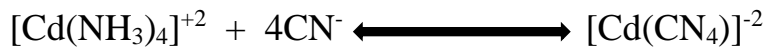
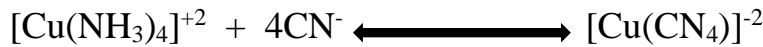


ابيض



6. كشف وتميز ايون الكادميوم بوجود ايون النحاسيك

يتداخل الايون المعقد للنحاس مع ايون الكادميوم [Cd(NH₃)₄]⁺² وتغلب على هذه الظاهرة يضاف ايونات السيانيد لقصر اللون

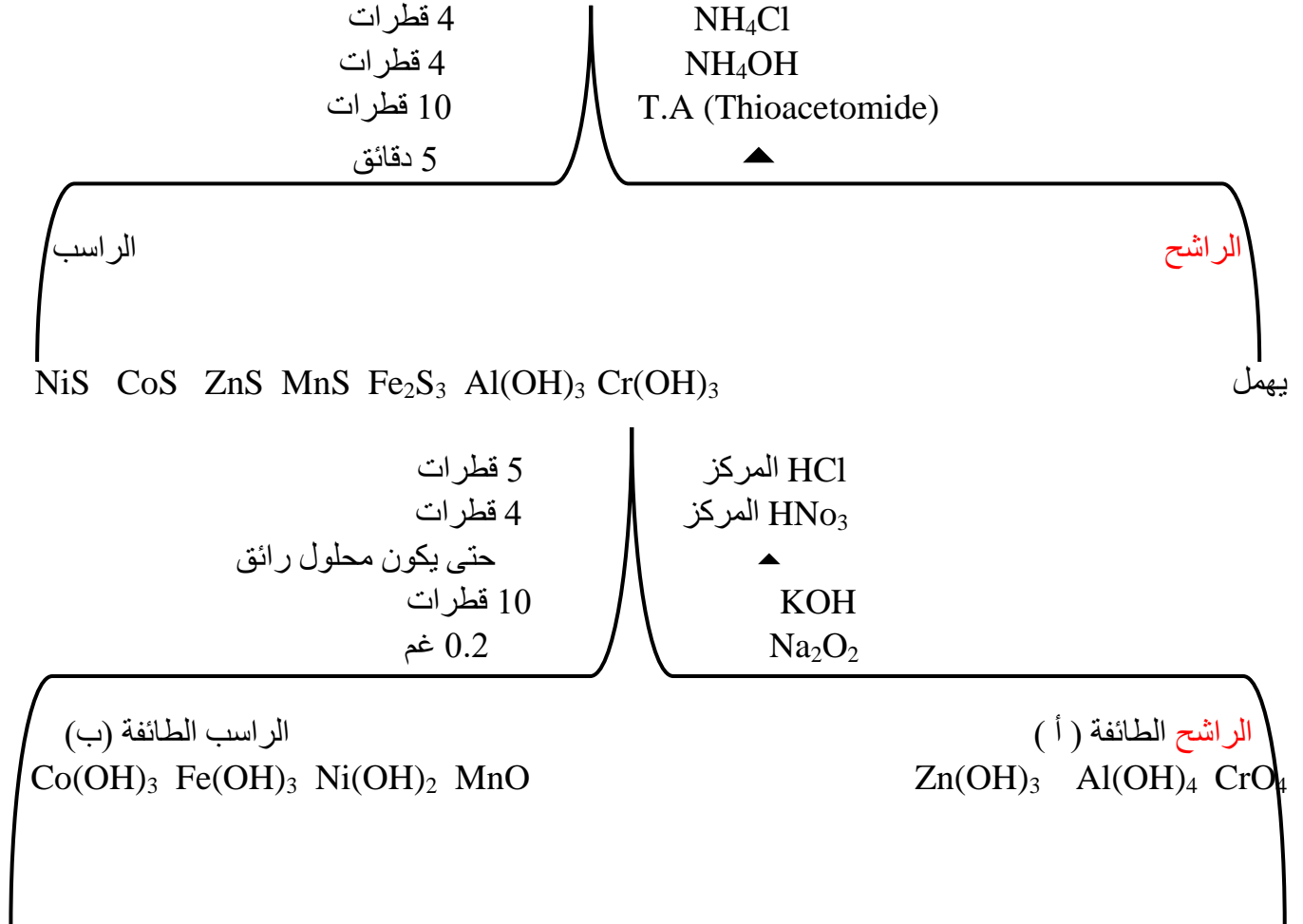
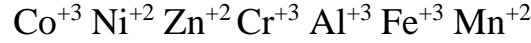


معقد عديم اللون

تحليل المجموعة الثالثة للأيونات الموجبة Analysis of Group III cation

تضم أيونات المنغنيز Mn^{+2} والحديد Fe^{+3} والالمنيوم Al^{+3} والكروم Cr^{+3} والزنك Zn^{+2} والنيكل Ni^{+2} والكوبلت Co^{+3} تترسب هذه الأيونات على هيئة كبريتيدات وهيدروكسيدات باستعمال كبريتيد الهيدروجين في محيط قاعدي. ان التركيز العالي لأيونات الكبريتيد الضرورية لترسيب كبريتيدات المجموعة الثالثة يستحصل في محلول امونياكي منظم والذي يعمل في نفس الوقت على ترسيب هيدروكسيدات أيونات الكروم والالمنيوم ضمن نفس المجموعة ومع ذلك فان السماح بزيادة تركيز أيونات الهيدروكسيل سيؤدي الى ترسيب ايون المغنيسيوم العائد الى المجموعة الرابعة، يمكن الحصول على صيغة بحيث يكون عندها ايون الهيدروكسيل ضمن المدى الذي لا يترسب عنده ايون المغنيسيوم وذلك عن طريق زيادة أيونات الامونيوم المتفككة بأضافة ملح كلوريد الامونيوم. تقسم المجموعة الثالثة الى طائفتين عن طريق إضافة قاعدة قوية اذ تعمل على تذويب هيدروكسيد الزنك والالمنيوم والكروم في حين تبقى الأيونات الأخرى على هيئة غير ذائبة ولا يمكن ضمان فعل الكروم الا عن طريق اكسدته بمادة بيروكسيد الصوديوم.

مخطط ترسيب أيونات المجموعة الثالثة وفصلها الى طائفتين



مخطط فصل وتميز ايونات المجموعة الثالثة الطائفة (أ)



10 قطرات NH_4AC المشبع
10 قطرات HAC 3F
10 قطرات NH_4OH 3F

الراسب الجلاتيني



حتى الذوبان HCl المركز

للكشف عن وجود الألمنيوم

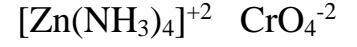


3 قطرات NH_4AC مشبع
3 قطرات Aluminun
حتى يصبح قاعدي
ثم يترك 2 دقيقة
3F NH_3



راسب احمر

الراشح



حتى الترسيب $Ba(AC)_2$

الراشح



الراسب



10 قطرات HAC
10 قطرات T.A
5 دقائق



راسب ابيض

10 قطرات HCl 3F
دقيقة

الراشح



الراسب

يهمل

10 قطرات $Pb(AC)_2$



راسب اصفر

مخطط فصل وتميز ايونات المجموعة الثالثة الطائفة (ب)



HCl مركز | حتى الذوبان

ماء | 2مل ثم تقسم الى أربعة انابيب اختبار بالتساوي

Ni	Co	Fe	Mn
5 قطرات 3F NH ₃	لحد الاشباع لمنع تداخل الحديد مع النيكل	قطرة 2 NH ₄ SCN المائية	0.2 غم NaBiO ₃ رج جيداً
4 قطرات DMG	10 قطرات NH ₄ SCN الكحولية		
(DMG) ₂ Ni راسب احمر	[Co(SCN) ₄] ⁻² حلقة خضراء	Fe(SCN) ₅ ⁻³ احمر دموي	MnO ₄ ⁻² لون بنفسجي

التفاعلات الكيميائية المصاحبة للمجموعة الثالثة:

1. تفاعلات الامونيا مع ايونات المجموعة الثالثة وترسب الهيدروكسيدات او المعقدات



2. تفاعلات كبريتيد الهيدروجين مع مزيج الايونات في محلول امونياكي



3. فصل المجموعة الثالثة الى طائفتين

بعد ان يتم اذابة الرواسب في مزيج الحوامض يتم فصل المجموعة الى طائفتين باستعمال محلول KOH وبيروكسيد الصوديوم مع التسخين حيث تمثل الطائفة (أ) معقدات ذائبة للالمنيوم والكروم والخاصين اما النيكل والكوبلت والحديد فتعطي هيدروكسيد ويعطي المنغيز او كسد المنغيز

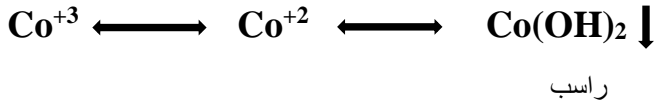
راسب جلاتيني



يسلك ايون الخاصين والكروم نفس الشيء ولكن الأخير يتأكسد بفعل البيروكسيد

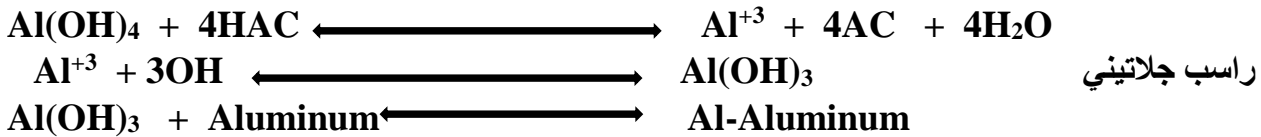


أما ايونات الطائفة (ب) الهيدروكسيدات بوجود البيروكسيد وايونات الهيدروكسيد تعطي هيدروكسيدات الحالة التأكسدية الأعلى كما في



4. فصل وتميز الطائفة (أ)

الالمنيوم : ايون الالومينات Al(OH)_4^{-2} مع حامض الخليك يعطي ايون الالمنيوم الذي يعطي مع القاعدة راسب جيلاتيني من هيدروكسيد الالمنيوم وهذا له القدرة للاتحاد مع صبغة الالومنيون ليعطي راسب احمر



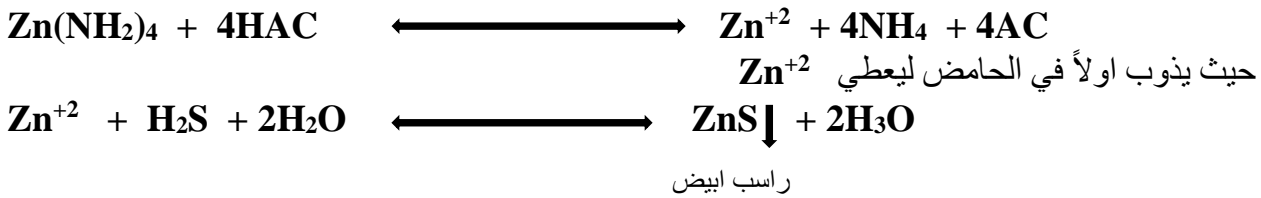
5. فصل وتميز ايون الكروم ككرومات

يترسب ايون الكروم على شكل كرومات الباريوم الذي يذوب في حامض الهيدروكلوريك اذ يتفاعل المحلول الحامضي للكرومات مع خلاص الرصاص لتكوين كرومات الرصاص



6. فصل وتميز الخارصين

يعطي المعقد $[\text{Zn(NH}_3)_4]^{+2}$ راسب ابيض من ZnS عند تفاعله مع حامض الخليك المشبع ب كبريتيد الهيدروجين



7. فصل وتميز ايونات الطائفة (ب)

المنغنيز: يتأكسد ايون المنغنيز الى برمنغنات الارجوانية عند إضافة بزموتات الصوديوم بوجود HCl



8. تميز ايون الحديدك



محلول احمر

9. تميز ايون الكوبلت



حلقة خضراء

10. تميز ايون النيكل

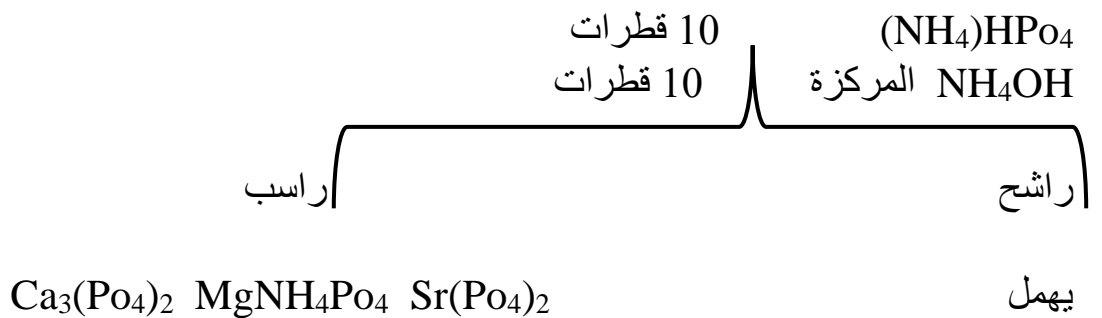
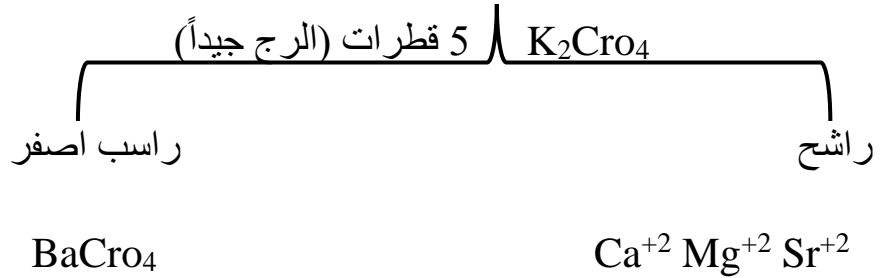
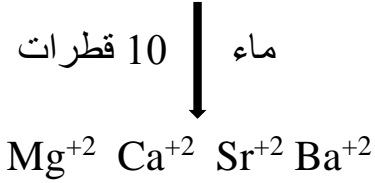
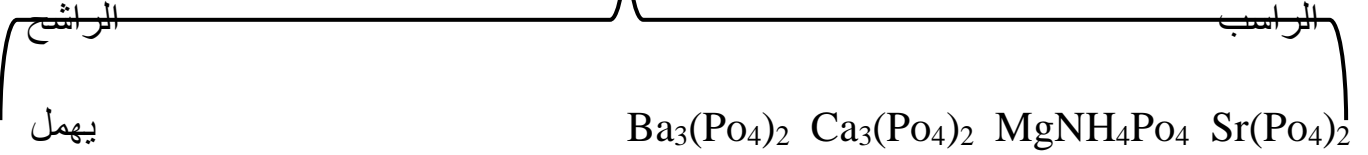
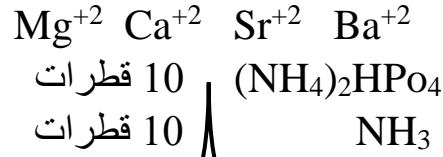
عند إضافة محلول كحولي من ثنائي مثيل كلايسين $\text{Dimethylglycine (DMG)}$ الى محلول قاعدي من النيكل يعطي راسب احمر

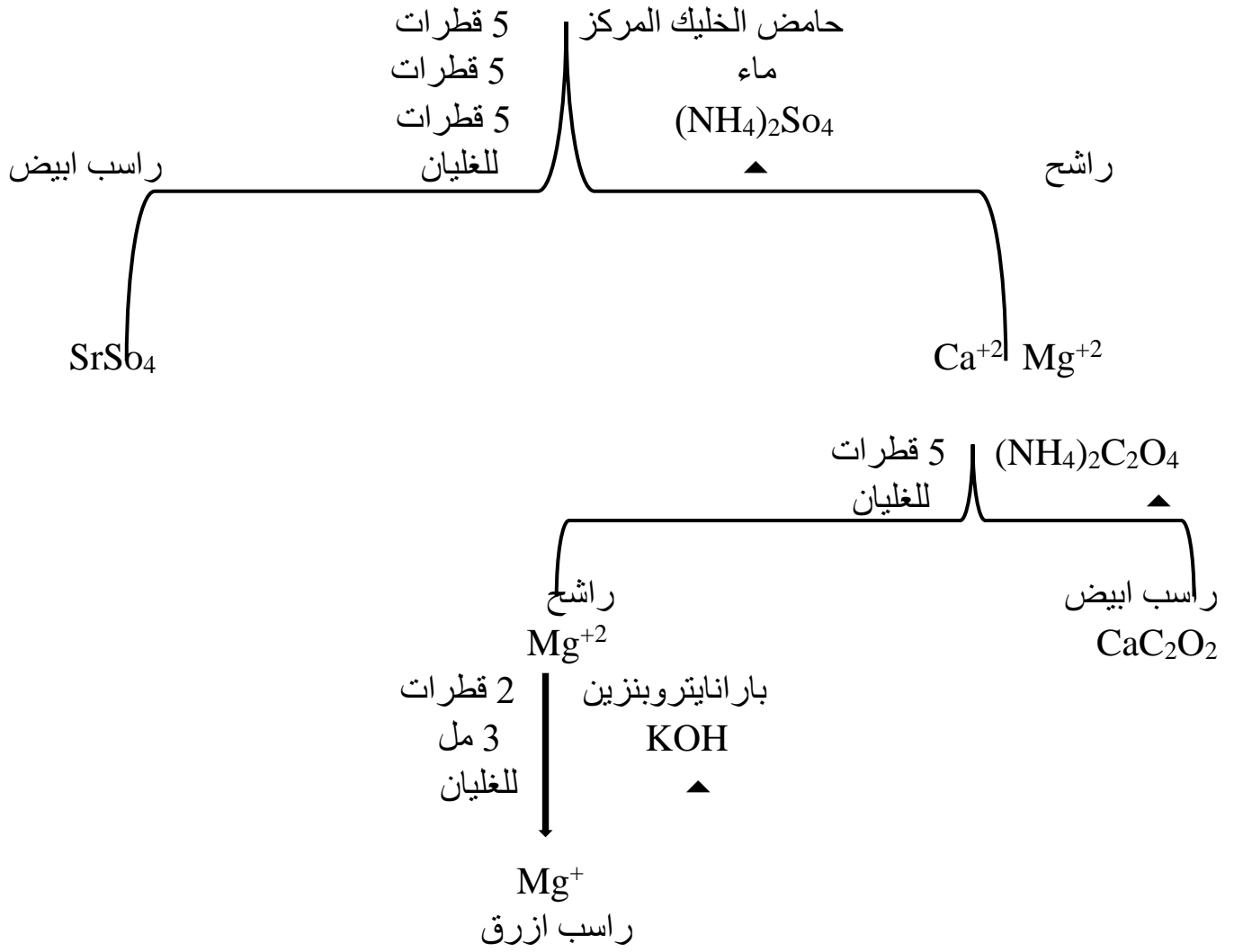


تحليل المجموعة الرابعة للأيونات الموجبة Analysis of Group IV cation

تتكون من الأيونات التي تعطي رواسب مع أيون الفوسفات في المحييط القاعدي وتشمل Ba^{+2} الباريوم و Sr^{+2} السترونيتيوم و Ca^{+2} الكالسيوم و Mg^{+2} المغنيسيوم، جميع هذه الأيونات تملك نفس التكافؤ كما ان ثوابت حاصل الاذابة لرواسبها متقاربة لذا فأن فصلها بالترسيب فصلاً نظيفاً يكون امراً صعباً مع ذلك يفصل الباريوم على شكل كرومات والسترونيتيوم ككبريتات والكالسيوم على شكل اوكلات والمغنيسيوم على شكل نترات.

مخطط فصل وتميز ايونات المجموعة الرابعة





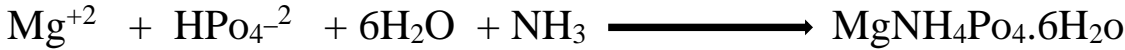
التفاعلات الكيميائية المصاحبة للمجموعة الرابعة

1- ترسيب ايونات المجموعة

تترسب الايونات على هيئة فوسفات جلاتينية ما عاد المغنيسيوم يترسب على هيئة فوسفات الامونيوم المغنيسيوم البلورية



ونفس الشيء بالنسبة ل Ca^{+2} و Sr^{+2}



2- اذابة رواسب المجموعة في حامض الخليك



3- قصر وتميز الباريوم

يترسب الباريوم على شكل كرومات الباريوم اصفر اللون



4- فصل وتميز السترونتيوم



راسب ابيض

5- فصل وتميز الكالسيوم

تترسب اوكلات الكالسيوم عند اضافة اوكلات الامونيوم مع محلول حامض الخليك



راسب ابيض

6- فصل وتميز المغنيسيوم



راسب ازرق

تحليل المجموعة الخامسة للأيونات الموجبة

Analysis of Group V cation

تتألف من الأيونات التي لا تترسب بعد إزالة المجاميع الأربعة السابقة وتشكل أيونات الصوديوم Na^+ والبوتاسيوم K^+ والامونيوم NH_4^+ ولا تترسب هذه الأيونات ضمن الكشوفات السابقة وذلك بسبب حساسية هذه الكشوفات الناتجة عن قابلية مركبات الصوديوم والبوتاسيوم العالية الذوبان في الماء وعدم ملائمتها لكشوفات الترسيب ، تصنف أيون الامونيوم ضمن هذه المجموعة وذلك لشبوع استعمال الامونيا واملاح الامونيوم ككشوفات خلال عمليات ترسيب الفصل السابقة ، يتم تمييز ايون الامونيوم بوضع 5 قطرات من المحلول الأصلي في بيكر و اضف اليه 5 قطرات من الماء ثم 5 قطرات من KOH غطى البيكر بزجاجة رقيقة تلتصق بها ورقة عباد الشمس حمراء مبللة ثم تابع المحلول لمعرفة تلون ورقة عباد الشمس بلون ازرق دل ذلك على ايون الامونيوم



غاز الامونيا

تحرر الامونيا كقاعدة يغير لون الورقة