الجزء الأول
الكيمياء غير العضوية

الكشف عن ملح غير عضوى بسيط

أولاً : الكشف عن الشق الحامضى لملح غير عضوى

تنقسم الشقوق الحامضية الشائعة إلى ثلاث مجموعات طبقًا لتفاعلاتها مع الأحماض سواء المخففة أو المركزة وينتج عن ذلك غازات لها رائحة مميزة أو يحدث تغير فى لون المحاليل أو يحدث تكوين مادة مترسبة ، ومجموعات الشقوق الحامضية هى :

١ - مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف .

٢ - مجموعة حمض الكبريتيك المركز .

٣ - مجموعة تشمل الشقوق الآتية : كبريتات ، بورات ، وفوسفات .

وسوف يتم دراسة كل مجموعة على حدة وتفاعلاتها مع الكواشف الكيميائية الشائعة .

١ - مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف

إن الشقوق الحامضية (الأنيونات) التى تقع فى هذه المجموعة تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف معطية غازات لها رائحة مميزة وهذه الشقوق هى :

- الكربونات (Carbonates) CO_3^{--}
- والبيكربونات (Bicarbonates) HCO_3^-
- الكبريتيت (Sulphites) SO_3^{--}
- والثيوكبريتات (Thiosulphates) $S_2O_3^{--}$
- الكبريتيد (Sulphides) S^{--}
- والنيتريت (Nitrites) NO_2^-

وسنبدأ بدراسة تفاعلات كل شق على حدة .

الكربونات CARBONATES $(CO_3)^{--}$

تذوب كربونات البوتاسيوم والصوديوم والأمونيوم وباقى أملاح الكربونات لا تذوب فى الماء .

تفاعل الكربونات مع حمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إضافة حوالى ٢ سم من حمض الهيدروكلوريك إلى ملح الكربونات الصلب فيحدث فوران ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر محلول هيدروكسيد الكالسيوم (ماء الجير $Ca(OH)_2$) بتكوين راسب أبيض من كربونات الكالسيوم العديمة الذوبان .

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

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

تفاعل الكربونات مع حمض الكبريتيك :

تتفكك كل الكربونات فى وجود الأحماض مع تصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2 \uparrow$$

تفاعل الكربونات مع نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الكربونات فيتكون راسب أبيض من كربونات الفضة الذى يذوب فى الأحماض ويتحول الراسب إلى اللون الأسود بالتسخين حتى الغليان مكونًا أكسيد الفضة .

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

$$Ag_2CO_3 \xrightarrow[\text{حرارة}]{\Delta H} Ag_2O + CO_2$$

تفاعل الكربونات مع كلوريد الباريوم :

عند إضافة كلوريد الباريوم إلى محلول الكربونات يتكون راسب أبيض من كربونات الباريوم الذى يذوب فى حمض الهيدروكلوريك ، والنيتريك والكبريتيك مع تصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون .

$$Na_2CO_3 + BaCl_2 \longrightarrow BaCO_3 \downarrow + 2\,NaCl$$

تفاعل الكربونات مع كبريتات الماغنسيوم :

عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول الكربونات يتكون راسب أبيض على البارد من كربونات الماغنسيوم .

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

تفاعل الكربونات مع كلوريد الكالسيوم :

عند إضافة محلول كلوريد الكالسيوم إلى محلول الكربونات يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم الذى يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

$$Na_2CO_3 + CaCl_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + 2\,NaCl$$

تفاعل الكربونات مع كلوريد الزئبقيك :

عند إضافة محلول كلوريد الزئبقيك إلى محلول الكربونات فإن يتكون راسب أحمر من كربونات الزئبقيك .

$$Na_2CO_3 + HgCl_2 \longrightarrow HgCO_3 \downarrow + 2\,NaCl$$

البيكربونات BICARBONATES $(HCO_3)^{--}$

تذوب كل أملاح البيكربونات فى الماء .

تفاعل البيكربونات مع حمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إضافة الحامض إلى الملح الصلب يحدث فوران يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر محلول هيدروكسيد الكالسيوم (ماء الجير) كما يحدث فى حالة الكربونات .

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$$

تفاعل البيكربونات مع كلوريد الزئبقيك :

عند إضافة محلول كلوريد الزئبقيك إلى محلول البيكربونات فإن يتكون راسب بنى محمر بعد الغليان نتيجة تحول بيكربونات الزئبقيك إلى كربونات الزئبقيك الغير ذائبة .

$$Na_2HCO_3\,HgCl_2 \longrightarrow Hg(HCO_3)_2 + 2\,NaCl$$

$$Hg(HCO_3)_2 \xrightarrow{heat} HgCO_3 \downarrow + CO_2 + H_2O$$

تفاعل البيكربونات مع كبريتات الماغنسيوم :

عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول البيكربونات فإنه يتكون راسب أبيض بعد التسخين نتيجة لتحول بيكربونات الماغنسيوم الغير ذائبة .

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

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

تأثير الحرارة على البيكربونات :

عند تسخين ملح البيكربونات الصلب فإن يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون وتتحول البيكربونات إلى الكربونات وعند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الكربونات المتكونة يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون .

$$2\ Na\ HCO_3 \xrightarrow{heat} Na_2\ CO_3 + H_2\ O + CO_2$$

الكبريتيت SULPHITES (SO_3^{--})

يذوب كبريتيت الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم أما بقية الكبريتيتات فإنها لا تذوب فى الماء .

تفاعل الكبريتيت مع حمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إضافة محلول الحمض إلى الملح الصلب فإن يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت ذو الرائحة الخانقة ويمكن الكشف عن هذا الغاز بتعريض ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم الحمضى فيتحول اللون البرتقالى إلى اللون الأخضر نتيجة التحول الكروم السداسى إلى الكروم الثلاثى .

$$Na_2\ SO_3 + 2\ HCl \longrightarrow 2\ Na\ Cl + SO_2 \uparrow + H_2\ O$$

$$K_2\ Cr_2\ O_7 + H_2\ SO_4 + 3\ H_2\ SO_3 \longrightarrow K_2\ SO_4 + Cr_2\ (SO_4)_3 + 4\ H_2O$$

تأثير الحرارة على الكبريتيت :

عند صهر كبريتيت الصوديوم فإنه يتحول إلى كبريتات الصوديوم وكبريتيد الصوديوم .

$$4\ Na_2\ SO_3 \xrightarrow{heat} 3\ Na_2\ SO_4 + Na_2\ S$$

تفاعل الكبريتيت مع برمنجنات البوتاسيوم :

عند إضافة محلول الكبريتيت إلى محلول برمنجنات البوتاسيوم الحمضى فإن لون البرمنجنات البنفسجى يتحول إلى عديم اللون نتيجة لتحول المنجنيز السباعى إلى المنجنيز الثنائى .

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

+ 7	+ 2
لون بنفسجى	عديم اللون

تفاعل الكبريتيت مع اليود :

عند إضافة محلول اليود إلى محلول الكبريتيت المحمض بحمض الكبريتيك المخفف (قطرتين) فإنه يتحول لون اليود البنى المحمر إلى عديم اللون .

$$Na_2SO_3 + I_2 + H_2O \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,HI$$

تفاعل الكبريتيت مع كلوريد الباريوم :

عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الكبريتيت فإنه يتكون راسب أبيض من كبريتيت الباريوم الذى يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

$$Na_2SO_3 + BaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{BaSO_3} + 2\,NaCl$$

تفاعل الكبريتيت مع خلات الرصاص :

عند إضافة محلول خلات الرصاص إلى محلول الكبريتيت فيتكون راسب أبيض يذوب فى حمض النيتريك المخفف ويتحول هذا الراسب بالغليان إلى كبريتات الرصاص .

$$(CH_3COO)_2Pb + Na_2SO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{PbSO_3} + 2\,CH_3COONa$$

$$PbSO_3 + O \xrightarrow{heat} PbSO_4$$

تفاعل الكبريتيت مع نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الكبريتيت فيتكون راسب أبيض يذوب عند إضافة زيادة من محلول الكبريتيت ويذوب أيضًا فى حمض النيتريك المخفف ويتحول هذا المحلول إلى راسب رمادى بالتسخين لتحرر الفضة .

$$Na_2SO_3 + 2\,AgNO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Ag_2SO_3} + 2\,NaNO_3$$

$$2\,Na(AgSO_3) \xrightarrow{heat} Na_2SO_4 + SO_2 + 2\,Ag\downarrow$$

تفاعل الكبريتيت مع كلوريد الاسترنشيوم :

عند إضافة محلول الكبريتيت إلى محلول كلوريد الاسترنشيوم فيتكون راسب أبيض بعد التسخين من كبريتيت الاسترنشيوم .

$$SrCl_2 + Na_2SO_3 \xrightarrow{heat} \underset{\text{راسب أبيض}}{SrSO_3} + 2\,NaCl$$

تفاعل الكبريتيت مع نيتروبروسيد الصوديوم :

ضع نقطة أو نقطتين من محلول مركز من كبريتات الخارصين ($Zn\ SO_4$) ونقطة من محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم $K_4\ [Fe\ (CN)_6]$ وأضف نقطة من محلول نيتروبوسيد الصوديوم $Na_2\ [Fe\ (CN)_5\ NO]$ فتحصل على مركب ذا لون أحمر وردى .

الثيوكبريتات THIOSULPHATES ($S_2\ O_3$--)

تذوب معظم أملاح الثيوكبريتات فى الماء أما ثيوكبريتات الباريوم والفضة والرصاص فهى شحيحة الذوبان فى الماء .

تفاعل الثيوكبريتات مع حمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى محلول الثيوكبريتات الصلب فيتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى يحول ورقة مبللة بثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة من اللون الأصفر ويتكون راسب أصفر من الكبريت . (سخن المحلول إذا لزم الأمر) .

$$HCl + Na_2\ SO_3 \longrightarrow Na\ Cl + H_2\ O + SO_2 \uparrow + S \downarrow$$

تفاعل الثيوكبريتات مع كلوريد الباريوم :

عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الثيوكبريتات راسب أبيض .

$$Na_2\ S_2\ O_3 + Ba\ Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Ba\ S_2\ O_3} + 2\ Na\ Cl$$

تفاعل الثيوكبريتات مع خلات الرصاص :

عند إضافة محلول خلات الرصاص إلى محلول الثيوكبريتان فيتكون راسب أبيض الذى يتحول بعد التسخين إلى راسب أسود نتيجة لتكون كبريتيد الرصاص ، وكذلك يذوب فى زيادة من محلول الثيوكبريتات .

$$Na_2\ S_2\ O_3 + Pb\ (CH_3\ COO)_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Pb\ S_2\ O_3} \downarrow + 2\ CH_3\ COO\ Na$$

$$Pb\ S_2\ O_3 + H_2\ O \xrightarrow{heat} \underset{\text{راسب أسود}}{PbS} \downarrow + H_2\ SO_4$$

تفاعل الثيوكبريتات مع نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الثيوكبريتات فيتكون راسب أبيض من ثيوكبريتات الفضة الذى يذوب فى زيادة من محلول الثيوكبريتات ، وإذا ترك الراسب الأبيض جانبًا أو سخن فإنه يتحول من الأبيض إلى الأصفر فالبنى فالأسود نتيجة لتكون كبريتيد الفضة .

$$Na_2S_2O_3 + 2\,AgNO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Ag_2S_2O_3} + 2\,NaNO_3$$

$$Ag_2S_2O_3 + 3\,Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2\,Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$$

$$Ag_2S_2O_3 + H_2O \xrightarrow{heat} \underset{\text{راسب أسود}}{+\,Ag_2S} + H_2SO_4$$

تفاعل الثيوكبريتات مع اليود :

عند إضافة محلول اليود إلى محلول الثيوكبريتان فيزول لون اليود البنى المحمر .

$$I_2 + Na_2S_2O_3 \longrightarrow Na_2S_4O_3 + 2\,NaI$$

تفاعل الثيوكبريتات مع كلوريد الحديديك :

عند إضافة محلول كلوريد الحديديك إلى محلول الثيوكبريتات فيتكون لون بنفسجى الذى يتحول بسرعة إلى الأصفر وبعد ذلك يصبح المحلول عديم اللون .

$$2\,FeCl_3 + 3\,Na_2S_2O_3 \longrightarrow Fe_2(S_2O_3)_3 + 6\,NaCl$$

$$2\,FeCl_3 + 2\,Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2\,FeCl_2 + 2\,NaCl + Na_2S_4O_6$$

تأثير الحرارة على الثيوكبريتات :

عند تسخين ثيوكبريتات الصوديوم فإنها تفقد جزئيات ماء التبار والمادة الصلبة المتبقية تصبح لونها داكن ثم تعطى بعد ذلك متسامى أصفر وهذا الناتج عبارة عن خليط من الكبريت والكبريتيد ويكشف عنه بإضافة الهيدروكلوريد المخفف ليعطى غاز كبريتيد الهيدروجين الذى له رائحة البيض الفاسد .

$$4\,Na_2S_2O_3 \longrightarrow 3\,Na_2SO_4 + Na_2S$$

$$Na_2S_5 \longrightarrow Na_2S + 4\,S$$

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

الكبريتيد SULPHIDES (S^{--})

يذوب كبريتيد الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم فى الماء أما بقية الكبريتيدات فهى شحيحة الذوبان أو عديمة الذوبان .

تفاعل الكبريتيد مع حمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إضافة الحمض إلى الملح الصلب فيتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين ذو الرائحة النفاذة الذى يسود ورقة مبللة بمحلول خلات الرصاص .

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

$$(CH_3COO)_2Pb + H_2S \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{PbS\downarrow} + 2\,CH_3COOH$$

تفاعل الكبريتيد مع نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الكبريتيد فيتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة الذى يذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن .

$$Na_2S + 2\,AgNO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{Ag_2S\downarrow} + 2\,NaNO_3$$

تفاعل الكبريتيد مع محلول نيتروبروسيد مع الصوديوم :

عند إضافة محلول النيتربروسيد إلى محلول الكبريتيد القلوى يتكون لون أحمر بنفسجى نتيجة لتكوين المتراكب $Na_4[Fe(CN)_5NOS]$

$$Na_2S + Na_2[Fe(CN)_5NO] \longrightarrow \underset{\text{لون أحمر بنفسجى}}{Na_4[Fe(CN)_5NOS]}$$

تفاعل الكبريتيد مع أملاح الكادميوم :

يتفاعل محلول الكبريتيد مع أملاح الكادميوم ويعطى راسب أصفر لامع من كبريتيد الكادميوم الذى إذا أضيف إليه نقطة أو اثنين من محلول كبريتات النحاس فيتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس .

$$Na_2S + CdCl_2 \longrightarrow \underset{\text{لون أصفر لامع}}{CdS\downarrow} + 2\,NaCl$$

$$CdS + CuSO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{CuS\downarrow} + CdSO_4$$

النيتريت $NITRITES\ (NO_2)^-$

تذوب جميع أملاح النيتريت فى الماء أما نيتريت الفضة فهو شحيح الذوبان .

تفاعل النيتريت مع حمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إضافة الحمض إلى الملح الصلب فتتصاعد أبخرة بنية من ثانى أكسيد النيتروجين قرب فوهة الأنبوبة نتيجة لتفاعل الأكسيد مع أكسجين الجو ويصبح لون المحلول أزرق باهت .

$$NaNO_2 + HCl \longrightarrow \underset{\text{لون أزرق باهت}}{HNO_2} + NaCl$$

$$3\,HNO_2 + H_2O \longrightarrow \underset{\text{أكسيد النيتريك + حمض النيتريك}}{HNO_3 + 2\,NO\uparrow}$$

$$2\,NO + O_2 \longrightarrow \underset{\text{أبخرة بنية}}{2\,NO_2\uparrow}$$

تفاعل النيتريت مع نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول النيتريت يتكون راسب أصفر باهت من نيتريت الفضة .

$$Na\,NO_2 + Ag\,NO_3 \longrightarrow Ag\,NO_2 + Na\,NO_3$$

راسب أصفر باهت

تفاعل النيتريت مع برمنجنات البوتاسيوم :

أضف محلول البرمنجنات الحمضى إلى محلول النيتريت فيزول لون البرمنجنات نتيجة لتحول المنجنيز السباعى إلى المنجنيز الثنائى .

$$2\,KMnO_4 + 3\,H_2SO_4 + 5\,KNO_2 \longrightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 5\,KNO3$$

+ 7	+ 2
لون بنفسجى	عديم اللون

تفاعل النيتريت مع يوديد البوتاسيوم :

عند إضافة محلول يوديد البوتاسيوم إلى محلول النيتريت المحمض بحمض الكبريتيك المخفف يتكون اليود الذى يمكن الكشف عنه بإضافة نقطتين من محلول النشا فيتلون المحلول باللون الأزرق .

$$2\,KI + H_2SO_4 + 2\,KNO_2 \longrightarrow K_2SO_4 + I_2 + 2\,NO + 2\,H_2O$$

تفاعل النيتريت مع كلوريد الأمونيوم :

عند غليان محلول النيتريت مع زيادة من كلوريد الأمونيوم الصلب يتصاعد غاز النيتروجين ويتفكك النيتريت تمامًا .

$$Na\,NO_2 + NH_4Cl \longrightarrow N_2 + 2\,H_2O + Na\,Cl$$

تفاعل النيتريت مع كبريتات الحديدوز :

يحضر محلول مركز من كبريتات الحديدوز المحمض بحمض الكبريتيك المركز ثم يضاف محلول النيتريت على جدار الأنبوبة بحرص شديد فتتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين المحلولين وإذا كانت الإضافة غير دقيقة فيتلون المحلول باللون البنى .

$$2\,Na\,NO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2\,HNO_2 + Na_2SO_4$$

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

$$Fe\,SO_4 + NO \longrightarrow [Fe\,(NO)]\,SO_4$$

حلقة بنية

٢ - مجموعة حمض الكبريتيك المركز

تتضمن هذه المجموعة الشقوق الحامضية التى لا تتأثر بحمض الهيدروكلوريك المخفف وهذه الشقوق تتفاعل مع حمض الكبريتيك المركز وهى :

الكلوريد (Chloride) Cl^- ، البروميد (Bromide) Br^-

اليوديد (Iodide) I^- ، النترات (Nitrte) No_3^-

والثيوسيانات (Thiocyarates) SCN^-

وفيما يلى تفاعلات كل شق حامضى على حدة .

الكلوريد CHLORIDES (Cl^-)

تذوب معظم أملاح الكلوريدات فى الماء البارد ويذوب كلوريد الرصاص فى الماء الساخن ولا يذوب كلوريد الفضة والزئبقوز فى الماء .

تفاعل الكلوريد مع حمض الكبريتيك المركز :

يتفاعل حمض الكبريتيك المركز مع الملح الصلب ويتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين الذى يتميز برائحته النفاذة والذى يحول ورقة عباد الشمس الزرقاء المبللة إلى اللون الأحمر ويكون مع ساق مبللة بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم سحب بيضاء وهى عبارة عن كلوريد الأمونيوم .

$$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow HCl\uparrow + NA\,HSO_4$$

$$HCl + NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{سحب بيضاء}}{NH_4Cl\uparrow} + H_2O$$

تفاعل الكلوريد مع خلات الرصاص :

عند إضافة محلول خلات الرصاص إلى محلول الكلوريد فإنه يتكون راسب أبيض من كلوريد الرصاص يذوب بالتسخين ويعود بالتبريد .

$$2\,NaCl + Pb(CH_3COO)_2 \longrightarrow \underset{\substack{\text{راسب أبيض}\\ \text{يذوب فى الماء الساخن}}}{PbCl_2\downarrow} + 2\,CH_3COONa$$

تفاعل الكلوريد مع ثانى أكسيد المنجنيز وحمض الكبريتيك :

أضف قليلاً من ثانى أكسيد المنجنيز إلى الملح الصلب ثم أضف بضع قطرات من حمض الكبريتيك المركز ، وسخن المخلوط تسخيناً هيناً فيتصاعد غاز الكلور الذى يتميز برائحته الخانقة ولونه الأخضر المصفر ، وغاز الكلور يزيل لون ورقه عباد الشمس المبللة .

$$MnO_2 + 4\,HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2\,H_2O$$

تفاعل الكلوريد مع نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الكلوريد فيتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة الذى يذوب فى محلول هيدروكسيد الأمونيوم ويتكون راسب متراكب ذائب .

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{AgCl \downarrow} + NaNO_3$$

$$AgCl + 2\,NH_4OH \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl + 2\,H_2O$$

البروميد BROMIDES (Br^-)

تذوب جميع البروميدات فى الماء أما بروميد الرصاص فهو شحيح الذوبان فى الماد البارد وبذوب فى الماء الساخن ولا يذوب بروميد الفضة والنحاسوز والزئبقوز .

تفاعل البروميد مع حمض الكبريتيك المركز :

يتفاعل ملح البروميد الصلب مع حمض الكبريتيك المركز - دفيء المخلوط إذا لزم الأمر - ويتلون المحلول باللون البنى وتتصاعد أبخرة البروم البرتقالية .

$$2\,NaBr + H_2SO_4 \longrightarrow 2\,HBr \uparrow + 6\,Na_2SO_4$$

$$HBr + H_2SO_4 \longrightarrow Br_2 \uparrow + SO_2 + 2\,H_2O$$

تفاعل البروميد مع خلات الرصاص :

يعطى محلول البروميد مع محلول خلات الرصاص رأسبًا أبيض مصفر من بروميد الرصاص الذى يذوب بالتسخين ويعود بالتبريد .

$$2\,NaBr + Pb(CH_3COO)_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{PbBr_2 \downarrow} + 2\,CH_3COONa$$

تفاعل البروميد مع نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول البروميد يتكون راسب أصفر باهت من بروميد الفضة لا يذوب فى حمض النيتريك المخفف وشحيح الذوبان فى محلول هيدروكسيد الأمونيوم المخفف بينما يكون سريع الذوبان فى محلول الهيدروكسيد المركز مكونًا متراكبًا ذائبًا .

$$NaBr + AgNO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر باهت}}{AgBr \downarrow} + NaNO_3$$

$$AgBr + 2\,NH_4OH \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Br + 2\,H_2O$$

تفاعل البروميد مع ماء الكلور :

عند إضافة ماء الكلور إلى محلول البروميد يتلون المحلول باللون الأحمر البرتقالى نتيجة لتكون البروم ، أضف بضع قطرات من الكلوروفورم ورج المخلوط فتتلون طبقة الكوروفورم باللون الأحمر نتيجة لذوبان البروم فى هذه الطبقة .

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

تفاعل البروميد مع ثانى أكسيد المنجنيز وحمض الكبريتيك المركز :

أضف قليلاً من ثانى أكسيد المنجنيز إلى ملح البروميد الصلب ثم أضف بضع قطرات من حمض الكبريتيك المركز ودفىء المخلوط فتتصاعد أبخرة البروم البنية التى يمكن التعرف عليها بإزالة لون ورقة عباد الشمس المبللة .

$$2\ NaBr + MnO_2 + 3\ H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{أبخرة بنية}}{Br_2\uparrow} + 2\ KHSO_4 + MnSO_4 + 2\ H_2O$$

تفاعل البروميد مع حمض النيتريك المركز :

عند تسخين جزء من الملح الصلب من حمض النيتريك المركز فيتأكسد البروميد وتتصاعد أبخرة البروم البنية .

$$2\ NaBr + 4\ HNO_3 \xrightarrow{heat} 2\ NaNO_3 + 2\ NO_2 + Br_2 + 2\ H_2O$$

اليوديد IODIDES (I^-)

ذوبان أملاح اليوديد فى الماء تشبه ذوبان أملاح الكلوريد والبروميد .

تفاعل اليوديد مع حمض الكبريتيك المركز :

أضف بضع قطرات من حمض الكبريتيك المركز إلى الملح الصلب ودفىء المخلوط فتتصاعد أبخرة اليود البنفسجية التى يمكن الكشف عنها بتحويلها ورقة مبللة بمحلول النشا إلى اللون الأزرق .

$$NaI + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HI$$

$$H_2SO_4 + 2\ HI \longrightarrow I_2\uparrow + SO_2 + 2\ H_2O$$

تفاعل اليوديد مع خلات الرصاص :

عند إضافة محلول خلات الرصاص إلى محلول اليوديد يتكون راسبًا أصفر من يوديد الرصاص الذى يذوب بقلة فى الماء الساخن ، ثم تنفصل بلورات صفراء لامعة بالتبريد .

$$2\ NaI + Pb(CH_3COO)_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر}}{PbI_2\downarrow} + 2\ CH_3COONa$$

تفاعل اليوديد مع نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول اليوديد فيتكون راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب فى حمض النيتريك المخفف أو هيدروكسيد الأمونيوم ولكنه يذوب فى محلول سيانيد البوتاسيوم .

$$NaI + AgNO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر}}{AgI\downarrow} + NaNO_3$$

تفاعل اليوديد مع ثانى أكسيد المنجنيز وحمض الكبريتيك المركز :

أضف قليلاً من ثانى أكسيد المنجنيز إلى الملح الصلب ثم أضف بضع قطرات من حمض الكبريتيك المركز ودفىء المخلوط فتتصاعد أبخرة اليود البنفسجية .

$$2\,NaI + MnO_2 + 3\,H_2SO_4 \longrightarrow I_2 + NaHSO_4 + MnSO_4 + 2\,H_2O$$

تفاعل اليوديد مع كبريتات النحاس :

أضف محلول كبريتات النحاس إلى محلول اليوديد فيتكون راسب بنى وينفصل اليود ويصبح لون المحلول بنيًا .

$$2\,CuSO_4 + 4\,NaI \longrightarrow 2\,Na_2SO_4 + Cu_2I_2\downarrow + I_2$$

تفاعل اليوديد مع ماء الكلور :

عند إضافة ماء الكلور إلى محلول اليوديد فينفصل اليود ويتلون المحلول باللون البنى وإذا أضيف جزء قليل من الكلوروفورم إلى المحلول ثم رج الخليط جيداً فتتلون طبقة الكلوروفورم باللون البنفسجى .

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

تفاعل اليوديد مع حمض النيتريك المركز :

عند إضافة حمض النيتريك المركز إلى جزء قليل من الملح الصلب ودفىء المحلول فتتصاعد أبخرة اليود البنفسجية التى تعطى لون أزرق مع محلول النشا .

$$2\,NaI + 4\,HNO_3 \xrightarrow{heat} 2\,NaNO_3 + 2\,NO_2 + I_2\uparrow + 2\,H_2O$$

النترات $(NO_3)^-$ NITRATES

تذوب كل أملاح النترات فى الماء ما عدا نترات الزئبق والبزموت

تفاعل النترات مع حمض الكبريتيك المركز :

أضف بضع قطرات من حمض الكبريتيك المركز إلى الملح الصلب وسخن تسخينًا هينًا فتتصاعد أبخرة بنية حمراء اللون من ثانى أكسيد النيتروجين .

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{heat} NaHSO_4 + HNO_3$$

$$4\,HNO_3 \longrightarrow \underset{\text{أبخرة بنية حمراء}}{4\,NO_2\uparrow} + O_2 + 2\,H_2O$$

تفاعل النترات مع خراطة النحاس وحمض الكبريتيك المركز :

عند إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز إلى خليط من الملح الصلب وخراطة النحاس وتسخين الخليط برفق فتتصاعد أبخرة بنية حمراء من ثانى أكسيد النيتروجين ويتلون المحلول باللون الأزرق نتيجة لتكوين النحاس الثنائى .

$$Cu + 4\,HNO_3 \xrightarrow{heat} Cu(NO_3)_2 + 2\,NO_2 + 2\,H_2O$$

تفاعل النترات مع كبريتات الحديدوز وحمض الكبريتيك المركز :

عند إضافة قطرات من محلول مشبع حديث التحضير من كبريتات الحديدوز إلى جزء قليل من محلول النترات ثم إضافة ثلاث نقاط من حمض الكبريتيك المركز يبطىء على الجدار الداخلى لأنبوبة الاختبار فتتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين السائلين وإذا رج المحلول تزول الحلقة ويتلون المحلول باللون البنى .

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

$$6\,FeSO_4 + 2\,HNO_3 + 3\,H_2SO_4 \longrightarrow 3\,Fe_2(SO_4)_3 + 2\,NO + 4\,H_2O$$

$$FeSO_4 + NO \longrightarrow [Fe(NO)]SO_4$$

تفاعل النترات مع ثنائى فينيل أمين : حلقة بنية

أضف قطرة من محلول ثنائى فينيل الأمين المذاب فى حمض الكبريتيك المركز إلى محلول النترات فيتلون المحلول باللون الأزرق .

تفاعل النترات مع هيدروكسيد الصوديوم ومسحوق الزنك :

عند يغلى محلول النترات مع خليط من هيدروكسيد الصوديوم ومسحوق الزنك فتتصاعد أبخرة الأمونيا (النشادر) برائحتها المميزة والتى تحول لون ورقة عباد الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق .

$$NaNO_3 + 4\,Zn + 7\,NaOH \longrightarrow NH_3 + 4\,Na_2ZnO_2 + 2\,H_2O$$

٢ - المجموعة التى تشمل الشقوق الحامضية التى لا تتأثر بكل من حمض الهيدركلوريك المخفف وحمض الكبريتيك المركز تسمى المجموعة العامة وتشمل الشوق الحامضية

الكبريتات (Sulphate) SO_4^{--} ، البورات (Borates) BO_2^- , BO_3^{---} , $B_4O_7^{--}$
الفوسفات (Phosphate) PO_4^{3-} ، والزرينخات (Arsenates) ASO_4^{---}

وسيتم دراسة تفاعلات كل شق حامضى على حدة .

الكبريتات SULPHATES $(SO_4)^{--}$

كبريتات الباريوم والأسترانشيوم والرصاص عديمة الذوبان ولكن كبريتات الفضة والكالسيوم شحيحة الذوبان فى الماء أما بقية الكبريتات فتذوب بسهولة فى الماء .

تفاعل الكبريتات مع كلوريد الباريوم :

عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الكبريتات يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب فى الأحماض المخففة .

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{BaSO_4\downarrow} + 2\,NaCl$$

تفاعل الكبريتات مع نترات الفضة :

عند إضافة قطرات من نترات الفضة إلى محلول الكبريتات يتكون راسب أبيض من كبريتات الفضة .

$$Na_2SO_4 + 2\,AgNO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Ag_2SO_4\downarrow} + 2\,NaNO_3$$

تفاعل الكبريتات مع خلات الرصاص :

عند إضافة محلول خلات الرصاص إلى محلول الكبريتات يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص يذوب فى محلول خلات الأمونيوم .

$$Na_2SO_4 + Pb(CH_3COO)_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{PbSO_4\downarrow} + 2\,CH_3COONa$$

$$PbSO_4 + 2\,CH_3COONH_4 \longrightarrow Pb(CH_3COO)_2 + (NH_4)_2SO_4$$

الفوسفات PHOSPHATES $(PO_4^-)^{--}$

أن أيون الفوسفات هو الشق الحامضى لحامض الأرثوفوسفوريك وهذا الحامض يسمى حمض الفوسفوريك ويكون ثلاثة أنواع من الأملاح وهى الفوسفات ، الفوسفات ثنائية الهيدروجين والفوسفات أحادية الهيدروجين ولا تذوب معظم أملاح الفوسفات فى الماء ولكنها تذوب فى الأحماض المعدنية وحمض الخليك ، وتذوب فوسفات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم فى الماء .

تفاعل الفوسفات مع كلوريد الباريوم :

عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الفوسفات فيتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم الثنائية يذوب فى الأحماض المعدنية وحمض الخليك ، وإذا كان المحلول قاعديًا فتترسب الفوسفات الثلاثية .

$$Na_2HPO_4 + BaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{BaHPO_4 \downarrow} + 2\,NaCl$$

$$BaHPO_4 + 2\,OH \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Ba_3(PO_4)_2 \downarrow} + 2\,H_2O$$

تفاعل الفوسفات مع نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الفوسفات يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة والذى يذوب فى حمض النيتريك المخفف وهيدروكسيد الأمونيوم .

$$Na_2HPO_4 + 3\,AgNO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر}}{Ag_3PO_4 \downarrow} + 2\,NaNO_3 + HNO_3$$

تفاعل الفوسفات مع خليط المغنسيا :

أن خليط المغنسيا هو محلول يحتوى على كلوريد الماغنسيوم وكلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم فإذا أضيف هذا المحلول إلى محلول الفوسفات يتكون راسب أبيض بلورى من فوسفات الماغنسيوم الأمونية يذوب فى حمض الهيدروكلوريك وحمض الخليك .

$$Na_2HPO_4 + MgCl_2 + NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض بلورى}}{Mg\,NH_4\,PO_4} + 2\,NaCl + H_2O$$

تفاعل الفوسفات مع كلوريد الحديديك :

عند إضافة محلول كلوريد الحديديك إلى محلول الفوسفات فيتكون راسب أبيض مصفر من فوسفات الحديديك يذوب فى الأحماض المخففة ولا يذوب فى حمض الخليك .

$$Na_2HPO_4 + FeCl_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض مصفر}}{FePO_4 \downarrow} + 2\,NaCl + HCl$$

تفاعل الفوسفات مع مولبدات الأمونيوم :

أضف محلول الفوسفات إلى محلول موليبدات الأمونيوم وأضف قطرات من حمض النيتريك المخفف ودفيء المخلوط فيتكون راسب أصفر من فوسفو مولبدات الأمونيوم الذى يذوب بسهولة فى هيدروكسيد الأمونيوم .

$$Na_2HPO_4 + 12\,(NH_4)_2\,Mo\,O_4 + 23\,HNO_3 \longrightarrow$$
$$(NH_4)_3\,[PO_4\,(Mo_2\,O_6)_6] + 2\,Na\,NO_3 + 12\,H_2O$$

راسب أصفر

البورات BORATES ($B_4O_7^{--}$, BO_3^{---} , BO_2^-)

إن الشق الحامضى البورات مشتق من أحماض البوريك الثلاث وهى حمض الأورثوبوريك (H_3BO_3) وحمض البيروبوريك ($H_2B_4O_7$) وحمض الميتابوريك (HBO_2) وأملاح البورات عموماً لا تذوب فى الماء ما عدا بورات الأقلاء فهى تذوب فى الماء ومن أشهر أملاح البورات البوراكس $Na_2B_4O_7 \cdot 10\,H_2O$.

تفاعل البورات مع حمض الكبريتيك المركز :

عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى البورات (البوراكس) والتسخين نلاحظ تصاعد أبخرة حمض البوريك البيضاء ، وعند إضافة حمض الهيدروكلوريك المركز إلى البوراكس فيترسب حمض البوريك .

$$Na_2B_4O_7 + H_2SO_4 + 5\,H_2O \xrightarrow{heat} 4\,H_3BO_3 + Na_2SO_4$$
$$Na_2B_4O_7 + 2\,HCl + 5\,H_2O \longrightarrow 4\,H_3BO_3 + NaCl$$

راسب

اختبار اللهب للبورات :

عند خلط جزء صغير من البوراكس مع حمض الكبريتيك المركز وإضافة جزء قليل من الكحول الميثيلى أو الإيثيلى فى بوتقة بورسلين وعند تسخين المخلوط يشتعل الكحول ونشاهد لون أخضر على حافة اللهب نتيجة تكون بورات الميثيل .

$$H_3BO_3 + 3\,CH_3OH \longrightarrow B\,(OCH_3)_3 + 3\,H_2O$$

تفاعل البورات مع كلوريد الباريوم :

عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول البوراكس المركز فتترسب ميتابورات الباريوم الذى يذوب فى زيادة من كلوريد الباريوم ويذوب الراسب أيضاً فى الأحماض المخففة وفى محاليل أملاح الأمونيوم .

$$Na_2B_4O_7 + BaCl_2 + 3\,H_2O \longrightarrow Ba\,(BO_2) + 2\,H_3BO_3 + 2\,NaCl$$

تفاعل البورات مع نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول البوراكس المركز فيتكون راسب أبيض من ميتابورات الفضة يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم وحمض الخليك ، وعند غليان هذا الراسب فإنه يتحلل فى الماء ويتكون راسب بنى داكن من أكسيد الفضة .

$$B_4O_7 + 2\,Ag + 3\,H_2O \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{2\,AgBO_2} + 2\,H_3BO_3$$

$$2\,AgBO_2 + 3\,H_2O \xrightarrow{\text{heat}} \underset{\text{راسب بنى داكن}}{Ag_2O} + 2\,H_3BO_3$$

التعرف على الشق الحامضى لملح مجهول

- قبل التعرف على ملح مجهول يجب معرفة الخواص الطبيعية للملح وهى الذوبانية واللون والشكل إذا كان مسحوق أو بلورى .
- يجب استخدام الكواشف بحرص شديد ويضاف الكاشف بكميات قليلة وعلى دفعات نتيجة لدوبان بعض الرواسب فى زيادة من الكاشف .
- يجب إجراء التجارب الأساسية على الملح الصلب والتجارب التأكيدية على محلول الملح .

أولاً - الشق الحامضى لمجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف :

أضف كمية قليلة من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى جزء قليل من الملح الصلب على البارد ثم سخن تسخيناً هيناً ولاحظ المشاهدات المختلفة التى يمكن أن نستنتج منها ونعرف الشق الحامضى كما يلى :

المشاهدة	الاستنتاج
١ - فوران شديد وتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر محلول هيدروكسيد الكالسيوم .	* يستنتج أن الشق الحامضى إما كربونات أو بيكربونات ويمكن استخدام كبريتات الماغنسيوم للتفرقة بينهما وأيضاً يمكن استخدام كلوريد الزئبقيك للتفرقة .
٢ - يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت ذو الرائحة النفاذة والذى يخضر ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم .	* يستنتج أن الشق الحامضى هو الكبريتيت ويمكن إجراء تجربة تأكيدية مثل استخدام كلوريد الباريوم أو برمنجنات البوتاسيوم.
٣ - تصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت ذو الرائحة النفاذة والذى يخضر ورقة مبلله بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم وأيضاً لاحظ ترسب راسب أصفر من الكبريت	* يستنتج الشق الحامضى هو ثيوكبريتات وتجرى تجربة تأكيدية مثل استخدام محلول اليود أو خلات الرصاص .
٤ - تصاعد غاز ذو رائحة كريهة ويسود ورقة مبلله بخلات الرصاص .	* يستنتج أن الشق الحامضى هو كبريتيد ويوجد تجارب تأكيدية كثيرة للتعرف عليه .
٥ - تصاعد غاز بنية ويتلون المحلول باللون الأزرق الباهت .	* يستنتج أن الشق الحامضى هو نيتريت ويمكن التأكد بعمل تجربة كبريتات الحديدوز أو يوديد البوتاسيوم .

إذا لم يحدث أى تفاعل فذلك يدل على أن الملح المجهول ليس من مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف وعلى ذلك ننتقل إلى المكجموعة التالية وهى مجموعة حمض الكبريتيك المركز .

ثانيا - الشق الحامضى لمجموعة حمض الكبريتيك المركز :

أضف بحرص شديد ثلاث قطرات أو أكثر من حمض الكبريتيك المركز إلى جزء قليل من الملح الصلب المجهول وسخن تسخينًا هينًا ولاحظ ما يلى :

المشاهدة	الاستنتاج
١ - تصاعد غاز كلوريد الهيدروجين الذي يدخن في الهواء الرطب ويكون سحب بيضاء مع هيدروكسيد الأمونيوم .	* يستنتج أن الشق الحامضي هو كلوريد ويعمل تجربة تأكيدية بإضافة نترات الفضة .
٢ - تصاعد غازات بنية ويتلون المحلول باللون البني المحمر .	* يستنتج أن الشق الحامضي هو بروميد وتستخدم نترات الفضة لعمل تجربة تأكيدية .
٣ - تصاعد أبخرة اليود البنفسجية التي تزرق ورقة مبللة بمحلول النشا .	* يستنتج أن الشق الحامضي هو يوديد ويمكن التأكد بالتفاعل مع نترات الفضة .
٤ - تتصاعد غازات بنية بالتسخين وتزداد كثافة هذه الغازات بإضافة خراطة النحاس ويتلون المحلول باللون الأزرق .	* يستنتج أن الشق الحامضي هو نترات ويمكن التأكد بعمل تجربة النترات مع كبريتات الحديدوز وحمض الكبريتيك المركز .

إذا لم تتفاعل فيدل ذلك على أن الشق الحامضى للملح المجهول ليس من مجموعة حمض الكبريتيك المركز وعلى ذلك نبحث فى المجموعة التالية وهى المجموعة التى تحتوى الشقوق الحامضية : الكبريتات والفوسفات والبورات والزرينجات .

ثالثا - الشق الحامضى للمجموعة العامة :

يتم تحضير محلول مركز من المحلول المجهول ويتم إجراء الإختبارات الآتية عليه للتعرف على الشق الحامضى للملح المجهول ولاحظ ما يلى :

التجربة	المشاهدة والاستنتاج			
	كبريتات	فوسفات	بورات	زرينخات
محلول الملح + نترات الفضة	راسب أبيض مع المحاليل المركزة.	راسب أصفر يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم.	راسب أبيض يتحول بالغليان إلى البنى.	راسب بنى يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم وحمض النيتريك.
محلول الملح + كلوريد الباريوم	راسب أبيض عديم الذوبان فى الأحماض المعدنية.	راسب أبيض يذوب فى الأحماض المعدنية ولا يذوب فى زيادة من كلوريد الباريوم.	راسب أبيض يذوب فى الأحماض المعدنية ويذوب فى زيادة من كلوريد الباريوم.	راسب أبيض مع المحاليل المركزة.
محلول الملح + حامض النيتريك المركز + مولبدات الأمونيوم	—	راسب أصفر	—	—

ثانيا :الكشف عن الشق القاعدى فى الأملاح البسيطة

نظراً لكثرة الشقوق القاعدية وكذلك احتمال تواجدها فى أكثر من حالة من حالات الأكسدة مثل الحديد والزئبق والنحاس والقصدير . فلقد تم تقسيم العناصر إلى ست مجموعات وهذا التقسيم يعتمد على الاختلاف فى الذوبانية فى الماء والكواشف المختلفة ويمكن أن نقول أن فصل عناصر هذه المجموعات يعتمد على اختلاف ذوبانية الكلوريدات والكبريتيدات والهيدركسيدات والكربونات لأيونات هذه العناصر فى الماء والكواشف المختلفة .

إن الراسب الناتج لكل مجموعة يتم فصله وتحليله لمعرفة الشق القاعدى لهذا الراسب وهذا يعتمد على الاختلاف فى الخواص لهذه المركبات وأن تقسيم الشقوق القاعدية هذه ليس له علاقة بمجموعات الجدول الدورى لأن عملية فصل المجموعات يعتمد على خاصية فريدة وهى الذوبانية فعلى سبيل المثال فإن الزنك والكادميوم ينتميان إلى المجموعة الثانية (ب) فى الجدول الدورى ولكن فى المجموعات التحليلية الستة يقع الكادميوم فى المجموعة الثانية أما الزنك فيقع فى المجموعة الرابعة وهذا الاختلاف فى وضع هذين العنصرين يرجع إلى الاختلاف فى ذوبانية كبريتيد هذين العنصرين فى الأحماض المخففة وكبريتيد الزنك يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف ولكن لا يذوب كبريتيد الكادميوم فى حمض الهيدروكلوريك المخفف ، ومثال آخر على اختلاف الذوبانية وكبريتيدات الزرنيخ والانتيمون والبزموت تترسب فى المجموعة الثانية وفصل هذه الكبريتيدات يعتمد على الذوبانية فى هيدروكسيد صوديوم فكبريتيد البزموت لا يذوب فى هيدروكسيد الصوديوم بينما كبريتيد الزرنيخ والأنتيمون يذوبا فى هيدروكسيد الصوديوم .

وهناك مثال ملحوظ فعناصر الحديد والكوبلت والنيكل من العناصر الانتقالية وتقع فى المجموعة الثامنة (ب) من الجدول الدورى ولكنهم يقعوا فى مجموعات تحليلية مختلفة ويرجع ذلك إلى الاختلاف فى الذوبانية فهيدروسيد الحديديك لا يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم فى وجود كلوريد الأمونيوم ولذلك فإنه يقع فى المجموعة التحليلية الثانية بينما يذوب هيدروكسيد النيكل والكوبلت فى هيدروكسيد الأمونيوم ولذلك فيقعا فى المجموعة التحليلية الرابعة .

هناك تشابه كبير بين العناصر القلوية التى تقع فى المجموعة الأولى من الجدول الدورى ونتيجة لهذا التشابه فقد وضعت هذه العناصر فى مجموعة واحدة والفصل بين هذه العناصر يكون صعب لتشابه الصفات بين هذه العناصر .

والجدول الآتي يوضح عناصر كل مجموعة والكاشف المميز لها .

المجموعة	كاشف المجموعة	المجموعة	الصيغة الكيميائية للراسب	الملامح المميزة
المجموعة الأولى أو مجموعة الفضة	حمض الهيدروكلوريك المخفف (HCl)	Ag^{+}, Pb^{++} Ag_2^{++}	$AgCl, PbCl_2$ Hg_2Cl_2	كلوريدات لا تذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف البارد
المجموعة الثانية أو مجموعة النحاس ومجموعة القصدير	كبريتيد الهيدروجين (H_2S) فى وسط حامض (HCl)	Hg^{++}, Pb^{++} Bi_2^{+++}, Cu^{++} Cd^{++} Cd^{++} Sn^{++}, Sn^{++++} As^{+++}, Sb^{++++} Sb^{+++++}	HgS, PbS Bi_2S_3, CuS CdS, SnS SnS_2, As_2S_3 Sb_2S_3	كبريتيدات لا تذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف
المجموعة الثالثة أو مجموعة الحديد	هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH فى وجود زيادة من كلوريد الأمونيوم NH_4Cl	Al^{+++}, Cr^{+++} Fe^{+++}	$Al(OH)_3 Cr(OH)_3$ $Fe(OH)_3$	هيدروكسيدات مترسبة باستخدام هيدروكسيد الأمونيوم فى وجود زيادة من كلوريد الأمونيوم
المجموعة الرابعة أو مجموعة الزنك	كبريتيد الهيدروجين فى وجود هيدروكسيد الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم	Ni^{++}, Co^{++} Mn^{++}, Zn^{++}	NiS, CoS Mn_5, ZnS	كبريتيدات مترسبة فى وجود هيدروكسيد الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم
المجموعة الخامسة أو مجموعة الكالسيوم	كربونات الأمونيوم فى وجود هيدروكسيد الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم	Ba^{++}, Sr^{++} Ca^{++}	$BaCO_3, SrCO_3$ $CaCO_3$	كربونات مترسبة باستخدام كربونات الأمونيوم فى وجود هيدروكسيد الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم
المجموعة السادسة أو المجموعة القلوية	ليس لها كاشف	Na^{+}, K^{+}, Mg^{++} NH_4^{+}	Na^{+}, K^{+}, Mg^{++} NH_4^{+}, ions فى المحلول	كل عنصر يترسب بصورة مختلفة

عند الكشف عن الشق القاعدى يجب أن تجرى جميع الاختبارات على محاليل الأملاح ، ويحضر محلول الملح بأخذ جزء صغير من الملح ويختبر ذوبانيته فى المذيبات الاتية على الترتيب :

- الماء البارد ثم الماء الساخن .
- حمض الهيدروكلوريك المخفف البارد ثم الساخن .
- حمض الهيدروكلوريك المركز البارد ثم الساخن .
- حمض النيتريك المخفف البارد ثم الساخن .
- حمض النيتريك المركز البارد ثم الساخن .
- الماء الملكى ويحضر من ثلاث حجوم من حمض الهيدروكلوريك المركز وحجم واحد من حمض النيتريك المركز .

وسنتناول التعرف على الشقوق القاعدية لكل مجموعة على حده .

المجموعة الأولى (مجموعة الفضة)

تشمل هذه المجموعة أيونات الفضة Ag^{+} ، الرصاص Pb^{+2} والزئبقوز Hg_2^{+2} ، ويحضر محاليل هذه الأيونات عن طريق إذابة نترات هذه الأملاح فى الماء ، ويضاف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى هذه الأيونات لنحصل على رواسب من كلوريد الفضة وكلوريد الرصاص وكلوريد الزئبقوز ، ويلاحظ أن كلوريد الرصاص تزداد ذوبانية بارتفاع درجة الحرارة وتقل الذوبانية بإنخفاض درجة الحرارة ، ويجب عند إضافة حمض الهيدروكلوريك أن يضاف بكمية تعطى راسب فقط لأن الزيادة من الحامض تسبب فى ذوبان كلوريد الفضة المتكون ويتكون المتراكب ($AgCl_2$) الذائب فى الماء وأيضاً فى حالة ترسيب الرصاص على هيئة كلوريد الرصاص يمكن أن تتفاعل الزيادة من أيون الكلوريد ويتكون المتراكب ($PbCl_4$) الذائب فى الماء . إذا كان هناك رصاص ذائب ولم يتم ترسيبه على هيئة كلوريد فيمكن ترسيبه مع عناصر المجموعة الثانية على هيئة كبريتيد رصاص .

تفاعلات أيون الفضة SILVER (Ag^+)

أن أيون الفضة يكون عديم اللون فى المحلول المائى .

حمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إضافة الحامض المخفف إلى محلول ملح الفضة فيتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يذوب عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم مكونًا متراكبًا ذائبًا $[Ag(NH_3)_2]Cl$ والذى يرسب كلوريد الفضة عند إضافة حمض النيتريك المخفف .

$$AgNO_3 + HCl \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{AgCl} + HNO_3$$

$$AgCl + 2\ NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{متراكب أبيض}}{[Ag(NH_3)_2]Cl} + 2\ H_2O$$

$$[Ag(NH_3)_2]Cl + 2\ HNO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{AgCl} + 2\ NH_4NO_3$$

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول الفضة يتكون راسب بنى من أكسيد الفضة والذى لا يذوب فى زيادة من هيدروكسيد الصوديوم ويذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم مكونًا متراكبًا ذائبًا .

$$2\ AgNO_3 + 2\ NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب بنى}}{Ag_2O} + 2\ NaNO_3 + H_2O$$

$$Ag_2O + 4\ NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{متراكب ذائب}}{2\ [Ag(NH_3)_2]OH} + 3\ H_2O$$

كبريتيد الهيدروجين :

عند إضافة محلول كبريتيد الهيدروجين إلى محلول ملح الفضة يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة الذى لا يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم ويذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن .

$$2\ AgNO_3 + H_2S \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{Ag_2S} + 2\ HNO_3$$

$$3\ Ag_2S + 8\ HNO_3 \longrightarrow 6\ AgNO_3 + 2\ NO + 3\ S + 4\ H_2O$$

كرومات البوتاسيوم :

عند إضافة محلول كرومات البوتاسيوم إلى محلول ملح الفضة يتكون راسب أحمر من كرومات الفضة الذى لا يذوب فى حمض الخليك ويذوب فى حمض النيتريك المخفف ومحلول الأمونيا .

$$Hg_2(NO_3)_2 + 2\,HCl \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Hg_2Cl_2} + 2\,HNO_3$$

$$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{2\,Hg} + SnCl_4$$

يوديد البوتاسيوم :

عند إضافة محلول يوديد البوتاسيوم إلى محلول ملح الزئبقوز يتكون راسب أصفر لامع من يوديد الزئبقوز الذى يذوب فى زيادة من يوديد البوتاسيوم مكونًا متراكبًا ذائبا .

$$Hg_2(NO_3)_2 + 2\,KI \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر لامع}}{Hg_2I_2} + 2\,KNO_3$$

$$Hg_2I_2 + 2\,KI \longrightarrow K_2[HgI_4] + Hg$$

كرومات البورتاسيوم :

عند إضافة محلول كرومات البوتاسيوم إلى محلول ملح الزئبقوز يتكون راسب بنى من كرومات الزئبقوز وهذا الراسب يتحول إلى بللورات حمراء بالغليان .

$$Hg_2(NO_3)_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب بنى}}{Hg_2CrO_4} + 2\,KNO_3$$

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الزئبقوز فيتكون راسب أسود من أكسيد الزئبقوز .

$$Hg_2(NO_3)_2 + 2\,NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{Hg_2O} + 2\,NaNO_3 + H_2O$$

تفاعلات أيون الرصاص $LEAD\ (Pb)^{+2}$

عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى محلول ملح الرصاص يتكون راسب أبيض من كلوريد الرصاص الذى يذوب فى الماء الساخن ولكن يترسب مرة ثانية بالتبريد ويذوب هذا الراسب إلى حمض الهيدروكلوريك المركز وكذلك يذوب فى محاليل الكلوريدات القلوية المركزة نتيجة لتكون متراكب ذائب وهذا المتراكب يتفكك بإضافة زيادة من الماء ويترسب كلوريد الرصاص .

$$Pb(NO_3)_2 + 2\,HCl \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{PbCl_2} + 2\,HNO_3$$

$$PbCl_2 + HCl \rightleftharpoons H[PbCl_3]$$

$$PbCl_2 + 2\,HCl \rightleftharpoons \underset{\text{متراكبات ذائبة}}{H_2[PCl_4]}$$

كرومات البوتاسيوم :

عند إضافة محلول كرومات البوتاسيوم إلى محلول ملح الرصاص يتكون راسب أصفر من كرومات الرصاص لا يذوب فى حمض الخليك ومحلول الأمونيا ولكن يذوب فى الهيدروكسيدات القلوية وحمض النيتريك وعند تسخين هذا الراسب الأصفر مع قطرات قليلة من هيدروكسيد الصوديوم فيتحول إلى راسب أحمر نتيجة لتكون كرومات الرصاص القاعدية وإذا أضيف زيادة من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى الراسب الأحمر فإنه يذوب مكونًا بلمبيت الصوديوم $Na_2 [PbO_2]$.

$$Pb(NO_3)_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر}}{PbCrO_4} + 2KNO_3$$

$$2\,PbCrO_4 + 2\,NaOH \xrightarrow{heat} PbCrO_4 + \underset{\text{راسب أحمر}}{Pb(OH)_2} + Na_2CrO_4$$

يوديد البوتاسيوم :

عند إضافة محلول يوديد البوتاسيوم إلى محلول ملح الرصاص يتكون راسب أصفر لامع من يوديد الرصاص الذى يذوب فى الماء الساخن مكونًا محلولاً عديم اللون ، ويذوب يوديد الرصاص أيضًا فى زيادة من يوديد البوتاسيوم مكونًا متراكب ذائب .

$$Pb(NO3)2 + 2\,KI \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر لامع}}{PbI2} + 2\,KNO3$$

$$Pb;2 + 2\,KI \longrightarrow K2\,[PbI4]$$

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول الهيدروكسيد إلى محلول ملح الرصاص يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الرصاص وهذا الراسب يذوب فى الأحماض والقواعد .

$$Pb(NO_3)_2 + 2\,NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Pb(OH)_2} + 2\,NaNO_3$$

حمض الكبريتيك :

عند إضافة حمض الكبريتيك إلى محلول ملح الرصاص فيتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص الذى يذوب عند تسخينه مع هيدروكسيد الصوديوم مكونًا بلمبيت الصوديوم .

$$Pb(NO_3)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{PbSO_4} + 2\,HNO_3$$

$$PbSO_4 + 4\,NaOH \xrightarrow{heat} \underset{\text{بلمبيت الصوديوم}}{Na2\,[PO_2]} + Na_2SO_4 + H_2O$$

المجموعة الثانية (مجموعة النحاس ومجموعة القصدير)

هذه المجموعة منقسمة إلى مجموعتين :

- **مجموعة النحاس :** وتشمل الشقوق القاعدية الزئبقيك Hg^{++} ، الرصاص Pb^{++} البزموت Bi^{+++} ، النحاسيك Cu^{++} ، والكادميوم Cd^{++} .
- **مجموعة القصدير :** وتشمل الأيونات الاتية : القصديروز Sn^{++} ، القصديريك Sn^{++++} ، الزرنيخ As^{+++}, As^{+++++} والأنتيمون Sb^{+++}, Sb^{+++++} .

تترسب عناصر هذه المجموعة على هيئة كبريتيدات فى وجود حمض الهيدروكلوريك المخفف على ٣, ع . فكبريتيدات مجموعة النحاس تذوب فى الهيدروكسيدات القلوية ولكن كبريتيدات مجموعة القصدير تذوب فى الهيدروكسيدات القلوية وبالتبعية فيمكن فصل كبريتيدات مجموعة النحاس عن مجموعة القصدير ، ويعتمد ترسيب الكبريتيدات على ذوبانية الكبريتيد المترسب وتركيز أيون الهيدروجين فى المحلول ، وأيضًا على درجة اشباع المحلول بكبريتيد الهيدروجين ، وكبريتيد الهيدروجين يعتبر حمضًا ثنائى القاعدية وضعيفًا ويتفكك على مرحلتين أثناء ذوبانه فى الماء على حسب المعادلتين الآتيتين :

معادلة المرحلة الأولى :

$$H_2S \overset{K_1}{\rightleftharpoons} H^+ + HS$$

وبتطبيق قانون فعل الكتلة نحصل على ثابت الإتزان لهذه المرحلة .

$$K_1 \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]} = 9.1 \times 10^{-8}$$

ومعادلة المرحلة الثانية :

$$HS \overset{K_2}{\rightleftharpoons} H^+ + S^{--}$$

وبتطبيق قانون فعل الكتلة لهذه المرحلة لنحصل على ثابت الإتزان .

$$K_2 \frac{[H^+][S^{--}]}{[HS]} = 1.2 \times 10^{-15}$$

تفاعلات كاتيونات المجموعة الأولى

الكاشف Reagent	الرصاص Pb^{++} محلول نترات رصاص	الفضة Ag^{+} محلول نترات فضة	الزئبقوز Hg_2^{++} محلول نترات زئبقوز
حامض هيدروكلوريك مخفف HCl	يترسب راسب أبيض من كلوريد الرصاص $Pb(NO_3)_2 + 2\,HCl = PbCl_2\downarrow + 2\,HNO_3$ يذوب فى الماء الساخن أو المغلى وينفصل بالتبريد ولا يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم.	يترسب كلوريد الفضة الأبيض الذى يتحول إلى بنفسجى عند تعرضه للضوء - ويذوب الراسب فى هيدروكسيد الأمونيوم. $AgNO_3 + HCl = AgCl\downarrow + HNO_3$	يترسب كلوريد الزئبقوز الأبيض $Hg_2(NO_3)_2 + 2HCl = Hg_2Cl_2\downarrow + 2HNO_3$ يذوب فى حمض النيتريك المركز الساخن ويتحول إلى راسب أسود عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم.
كبريتيد الهيدروجين H_2S	يترسب كبريتيد الرصاص الأسود $Pb(NO_3)_2 + H_2S = PbS\downarrow + 2\,HNO_3$ يذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن.	يترسب كلوريد الفضة الأسود $2\,AgNO_3 + H_2S = AgS\downarrow + 2\,HNO_3$ لا يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم.	يتكون راسب أسود من كبريتيد الزئبقيك والزئبق (تمييز عن أملاح الزئبقيك) $Hg_2(NO_3)_2 + H_2S = 2\,HNO_3 + HgS\downarrow + Hg$
هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH	يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الرصاص $Pb(NO_3)_2 + 2\,NH_4OH = Pb(OH)_2\downarrow + 2\,NH_4NO_3$ لا يذوب فى زيادة الكاشف	قطرات قليلة من الكاشف تعطى راسب أبيض يتحول إلى أكسيد الفضة البنى ويذوب فى زيادة من الكاشف. $Ag_2O\downarrow + 4\,NH_4OH = 2\,[Ag(NH_3)_2]\,OH + 3\,H_2O$	يتكون راسب أسود من $Hg\ \&\ HgNH_2NO_3$ لا يذوب فى زيادة من الكاشف
هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$	قليل من الكاشف يعطى هيدروكسيد الرصاص الأبيض $Pb(NO_3)_2 + 2\,NaCH = Pb(OH)_2\downarrow + 2\,NaNO_3$ يذوب فى زيادة من الكاشف معطيًا رصاصيت الصوديوم $Pb(OH)_2 + 2\,NaOH = Na_2PbO_2 + 2\,H_2O$	راسب من أكسيد الفضة $2\,AgNO_3 + 2\,NaOH = Ag_2O\downarrow + 2\,NaNO_3 + H_2O$ لا يذوب فى زيادة من الكاشف ولكن يذوب فى الأمونيا. $Ag_2O + 4\,NH_4OH = 2\,[Ag(NH_3)_2]\,OH + 3H_2O$	راسب أسود من أكسيد الزئبقوز $Hg_2(NO_3)_2 + 2\,NaOH = Hg_2O + 2\,NaNO_3 + H_2O$ لا يذوب فى زيادة من الكاشف ولا فى الأمونيا.

(تابع) تفاعلات كاتيونات المجموعة الأولى

الكاشف	الرصاص Pb^{++}	الفضة Ag^{+}	الزئبقوز Hg_2^{++}
محلول يوديد البوتاسيوم KI	يترسب يوديد الرصاص الأصفر الذى يذوب فى زيادة من الماء المغلى وينفصل بالتبريد على هيئة رقائق صفراء. $Pb(NO_3)_2 + 2\,KI \longrightarrow PbI_2 \downarrow + 2\,KNO_3$	يترسب يوديد الفضة الأصفر - لا يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم ولا فى حامض النيتريك المخفف $AgNO3 + KI \longrightarrow AgI \downarrow + KNO3$	يتكون راسب أصفر مخضر من يوديد الزئبقوز $Hg_2(NO_3)_2 + KI \longrightarrow Hg_2I_2 \downarrow + KNO_3$ يذوب فى مزيد من الكاشف وينفصل الزئبق الأسود $Hg_2I_2 + 2\,KI \longrightarrow K_2(HgI_4) + Hg \downarrow$
محلول كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4	تترسب كرومات الرصاص الصفراء - لا تذوب فى حمض الخليك $Pb(NO_3)_2 + K2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4 \downarrow + 2\,KNO_3$ تذوب فى هيدروكسيد الصوديوم وحمض النيتريك.	يتكون راسب أحمر طوبى من كرومات الفضة $2\,AgNO_3 + K_2CrO_4 \longrightarrow Ag_2CrO_4 \downarrow + 2\,KNO_3$ يذوب فى حمض النيتريك المخفف وفى هيدروكسيد الأمونيوم	يتكون راسب أحمر على البارد $Hg_2(NO_3)_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow Hg_2CrO_4 + 2\,KNO_3$ يتحول إلى بلورات حمراء بالغليان
محلول كلوريد القصديروز	يترسب كلوريد الرصاص الأبيض $Pb(NO_3)_2 + SnCl_2 \rightarrow PbCl_2 \downarrow + Sn(NO_3)_2$	يترسب كلوريد الفضة الأبيض $2\,AgNO_3 + SnCl_2 \rightarrow 2\,AgCl \downarrow + Sn(NO_3)_2$	يتكون راسب رمادى قاتم من الزئبق $Hg_2(NO_3)_2 + SnCl_2 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,Hg \downarrow + SnCl_4 + 2\,HNO_3$
التجارب الخاصة التجارب التأكيدية	حامض الكبريتيك المخفف يعطى راسب أبيض $Pb(NO_3)_2 + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 \downarrow + 3\,HNO_3$ يذوب فى محلول مركز من خلات الأمونيوم.	أضف قطرات قليلة من محلول ثيوكبريتات الصوديوم - يتكون راسب أبيض من ثيوكبريتات الفضة الذى يتحول إلى الأصفر ثم البنى ثم الأسود مكونا كبريتيد الفضة	التفاعل السابق يعتبر تجربة خاصة

وعلى ذلك فوجود حمض الهيدروكلوريك المخفف يؤدى بالتبعية إلى زيادة تركيز أيون الهيدروجين [H^+] وهذه الزيادة فى تركيز أيون الهيدروجين توجه تفاعل المرحلة الثانية إلى اليسار وهذا يقلل تركيز أيون الكبريتيد لتترسب عناصر المجموعة الثانية ولا تترسب عناصر المجموعة الرابعة وهذا ما يسمى بتأثير الأيون المشترك .

مجموعة النحاس
تفاعلات أيون الزئبقيك MERCURIC (Hg^{+2})

حمض الهيدروكلوريك المخفف وكبريتيد الهيدروجين :

عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى محلول ملح الزئبقيك الحمض بحمض الهيدروكلوريك المخفف يتكون فى البداية راسب أبيض يتحول إلى الأصفر فالبنى فالأسود من كبريتيد الزئبقيك (HgS) وهذا الراسب لا يذوب فى الماء وحمض النيتريك المخفف الساخن والهيدروكسيدات القلوية

$$3\ HgCl_2 + 2\ H_2S \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{HgCl_2 . 2\ HgS} + 4\ HCl$$

$$HgCl_2 . 2\ HgS + H_2S \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{3\ HgS} + 2\ HCl$$

يوديد البوتاسيوم :

عند إضافة محلول يوديد البوتاسيوم إلى محلول الزئبقيك يتكون راسب أصفر فى البداية يتحول إلى راسب أحمر قرمزى ويذوب فى زيادة من محلول يوديد البوتاسيوم مكونًا متراكب ذائبًا وهذا المتراكب الذائب يعرف بأنه كشف نسلر ويتفاعل مع الأمونيا مكونًا راسب بنى محمر .

$$HgCl_2 + 2\ KI \longrightarrow \underset{\text{راسب أحمر قرمزى}}{HgI_2} + 2\ KCl$$

$$HgI_2 + 2\ KI \longrightarrow K_2[HgI4]$$

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الزئبقيك يتكون راسب بنى محمر الذى يذوب فى زيادة من الكاشف متحول لون الراسب إلى الأصفر .

$$HgCl_2 + 2\ NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب بنى محمر}}{Hg(OH)_2} + 2\ NaCl$$

$$Hg(OH)_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر}}{HgO} + H_2O$$

هيدروكسيد الأمونيوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الزئبقيك يتكون راسب أبيض من ملح متراكب والذى يذوب فى الأحماض .

$$Hg\,Cl_2 + 2\,NH_2\,OH \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{[NH_2\,Hg]Cl} + NH_4\,Cl + 2\,H_2\,O$$

كرومات البوتاسيوم :

عند إضافة كرومات البوتاسيوم إلى محلول ملح الزئبقيك فيتكون راسب أصفر من كرومات الزئبقيك $HgCrO_4$ والذى يتحول إلى راسب أصفر محمر إذا ترك الراسب جانبًا وهذا يرجع إلى تكون الملح القاعدى .

كلوريد القصديروز :

عند إضافة محلول كلوريد القصديروز إلى محلول ملح الزئبقيك فيتكون راسب أبيض من كلوريد الزئبقوز Hg_2Cl_2 فى البداية والذى يتحول تدريجيًا إلى الرمادى فى زيادة من الكاشف متحولاً إلى الزئبق .

$$2\,HgCl_2 + SnCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Hg_2\,Cl_2} + SnCl_4$$

$$Hg_2\,Cl_2 + SnCl_2 \longrightarrow 2\,Hg + \underset{\text{راسب رمادى}}{SnCl_4}$$

تفاعلات أيون النحاسيك COPPER (Cu^{+2})

حمض الهيدروكلوريك المخفف وكبريتيد الهيدروجين :

عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى محلول ملح النحاس المحمض بحمض الهيدروكلوريك المخفف يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس الذى لا يذوب فى الهيدروكسيدات القلوية ويذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن .

$$CuSO_4 + H_2\,S \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{CuS} + H_2\,SO_4$$

$$3\,CuS + 8\,HNO_3 \xrightarrow{heat} 3\,Cu\,(NO_3)_2 + 4\,H_2\,O + 2\,NO + 3\,S$$

حديدوسيانيد البوتاسيوم :

عند إضافة محلول حديدو سيانيد الباتوسيوم إلى محلول النحاس المحمض أو المتعادل يتكون راسب محمر من حديدو سيانيد النحاسيك والذى لا يذوب فى الأحماض المخففة ويذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم معطيًا محلول أزرق اللون .

$$2\,CuSO_4 + K_4\,[Fe\,(CN)_6] \longrightarrow \underset{\text{راسب بنى محمر}}{Cu_2\,[Fe\,(CN)_6]} + 2\,K_2\,SO_4$$

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح النحاسيك يتكون راسب أزرق مخضر ثم يتحول إلى أزرق لامع والذى لا يذوب فى زيادة من الكاشف ويتحول بالغليان إلى راسب أسود من أكسيد النحاسيك .

$$CuSO_4 + 2\ NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أزرق لامع}}{Cu\ (OH)_2} + Na_2\ SO_4$$

$$Cu\ (OH)_2 \xrightarrow{heat} CuO + H_2\ O$$

هيدروكسيد الأمونيوم :

عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول كبريتات النحاس يتكون راسب أزرق باهت فى البداية من الملح القاعدى والذى يذوب فى زيادة من محلول الأمونيا مكونًا محلول أزرق داكن الذى يحتوى على ملح متراكب .

$$2\ CuSO_4 + 2\ NH_4\ OH \longrightarrow \underset{\text{راسب أزرق باهت}}{\underline{CuSO_4 \cdot Cu\ (OH)_2}} + (NH_4)_2\ SO4$$

$$\underline{CuSO_4 \cdot Cu\ (OH)_2} + (NH_4)_2\ SO_4 + 6\ NH_3 \longrightarrow$$

$$2\ [Cu\ (NH_3)_4]\ SO_4 + 2\ H_2O$$

تفاعلات أيون البزموت BISMUTH (Bi^{+++})

كبريتيد الهيدروجين وحمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إمرار كبريتيد الهيدروجين فى محلول البزموت المحمض بحمض الهيدروكلوريك المخفف يتكون راسب أسود بنى من كبريتيد البزموت وهذا الراسب يذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن .

$$2\ Bi\ (NO_3)_3 + 2\ H_2\ S \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود بنى}}{Bi_2\ S_3} + 6\ HNO_3$$

يوديد البوتاسيوم :

عند إضافة محلول يوديد البوتاسيوم إلى محلول مركز حمضى من محلول ملح البزموت يتكون راسب أسود من ثلاثى يوديد البزموت والذى يذوب فى زيادة من الكاشف مكونًا متراكب برتقالى اللون .

$$Bi\ (NO_3)_3 + 3\ KI \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{Bi\ I_3} + 3\ KNO_3$$

$$BoI_3 + KI \longrightarrow \underset{\text{متراكب برتقالى اللون}}{K\ [BiI_4]}$$

ثيوبوريا :

عند إضافة محلول الثيوبوريا إلى محلول نترات البزموت يتكون لون أصفر نتيجة تكون التراكب $(NO_3)_3$ {Bi [SC $(NH_2)_2]_3$}

$$Bi\ (NO_3)_3 + 3\ (S = C\text{-}\ (NH_2)_2) \longrightarrow \underset{\text{متراكب أصفر اللون}}{\{Bi\ [SC\ (NH_2)_2]\ \}\ (NO_3)_3}$$

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح البزموت يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد البزموت الذى يذوب فى الأحماض ولا يذوب فى القلويات.

$$Bi\ (NO_3)_3 + 3\ NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Bi\ (OH)_3} + 3\ NaNO_3$$

فوسفات الصوديوم الثنائية :

عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم إلى محلول ملح البزموت يتكون راسب أبيض من فوسفات البزموت الذى لا يذوب فى حمض النيتريك المخفف .

$$Bi\ (NO_3)_3 + 3\ Na_2\ HPO_4 + H_3\ PO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Bi\ PO_4} + 3\ NaH_2PO_4 + 3\ NaNO_3$$

تفاعلات أيون الكادميوم CADMIUM (Cd^{+2})

كبريتيد الهيدروجين وحمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى محلول ملح الكادميوم الحمضى يتكون راسب أصفر من كبريتيد الكادميوم الذى يذوب فى الأحماض المخففة بالتسخين .

$$CdSO_4 + H_2\ S \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر}}{CdS} + H_2\ SO_4$$

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الكادميوم يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الكادميوم الذى يذوب فى الأحماض .

$$Cd\ (NO_3)_2 + 2\ NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Cd\ (OH)_2} + 2\ NaNO_3$$

هيدروكسيد الأمونيوم :

عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الكادميوم يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الكادميوم والذى يذوب فى زيادة من الكاشف مكونًا متراكبًا ذائب .

$$Cd^{+2} + 2\ OH \longrightarrow Cd\ (OH)_2$$

$$Cd\ (OH)_2 + 4\ NH_4\ OH \longrightarrow \underset{\text{متراكب ذائب}}{[Cd\ (NH_3)_4]\ OH} + H_2\ O$$

تفاعلات كاتيونات المجموعة الثانية (أ)

الكاشف Reagent	الزئبقيك Hg^{++} محلول كبريتات الزئبقيك	البزموت Bi^{++} محلول نترات البزموت	النحاسيك Cu^{++} محلول كبريتات النحاس	الكادميوم Cd^{++} محلول كبريتات الكادميوم
حمض HCl مخفف ثم كبريتيد هيدروجين H_2S	يترسب كبريتيد الزئبقيك الأبيض الذى يتحول إلى أصفر ثم بنى وأخيراً أسود . $HgCl_2 + H_2S = HgS\downarrow + 2\,HCl$ لا يذوب فى حمض النيتريك المخفف بالغليان ولكنه يذوب فى الماء الملكى .	يترسب كبريتيد البزموت وهو بنى قاتم $2\,Bi(NO_3)_4 + 3\,H_2S = Bi_2S_3\downarrow + 6\,HNO_3$ لا يذوب فى حمض النيتريك المخفف البارد ولكنه يذوب بالغليان .	يترسب كبريتيد النحاس الأسود $CuSO_4 + H_2S = CuS\downarrow + H_2SO_4$ يذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن وكذلك فى محلول سيانيد البوتاسيوم مكونا المتراكب $K_3[Cu(CN)_4]$ عديم اللون .	يترسب كبريتيد الكادميوم الأصفر $CdSO_4 + H_2S = CdS\downarrow + H_2SO_4$ يذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن وفى حمض الكبريتيك المخفف الساخن ولا يذوب فى سيانيد البوتاسيوم (تمييز عن النحاسيك) سيانيد البوتاسيوم سام جداً.
هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH	راسب أبيض من أمينو كلوريد الزئبقيك $HgCl_2 + 2\,NH_4OH = Hg(NH_2)Cl\downarrow + NH_4Cl + 2\,H_2O$ يذوب فى حمض الهيدروكلوريك	راسب أبيض من الملح القاعدى متغير التركيب لا يذوب فى زيادة من الكاشف (تمييز عن النحاس والكادميوم)	بإضافة قطرات قليلة من الكاشف يتكون راسب أزرق فاتح من الملح القاعدى $2CuSO_4 + 2NH_4OH = (NH_4)_2SO_4 + CuSO_4Cu(OH)_2\downarrow$ يذوب فى زيادة من الكاشف مكونا متراكب أزرق $CuSO_4 + Cu(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4 + 6NH_4OH = 2[Cu(NH_3)_4]SO_4 + 8H_2O$	بإضافة قطرات من الكاشف يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الكادميوم $CdSO_4 + 2\,NH_4OH = Cd(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$ يذوب فى زيادة من الكاشف مكونا متراكب عديم اللون $Cd(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4 + 2NH_4OH = [Cd(NH_3)_4]SO_4 + 4\,H_2O$
هيدروكسيد الصوديوم NaOH	قطرات من الكاشف تعطى راسب بنى محمر من الملح القاعدى يتحول بزيادة الكاشف إلى راسب أصفر من أكسيد الزئبقيك .	راسب أبيض من هيدروكسيد البزموت $Bi(NO_3)_3 + 3NaOH = Bi(OH)_3\downarrow + 3\,NaNO_3$	راسب أزرق من هيدروكسيد النحاسيك $CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$ يتحول إلى الأكسيد الأسود بالغليان	راسب أبيض من هيدروكسيد الكادميومك $CdSO_4 + 2\,NaOH = Cd(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$ لا يذوب فى زيادة من الكاشف.

(تابع) تفاعلات كاتيونات المجموعة الثانية (أ)

الكاشف Reagent	الزنبقيك Hg^{++} محلول كبريتات الزنبقيك	البزموت Bi^{++} محلول نترات البزموت	النحاسيك Cu^{++} محلول كبريتات النحاس	الكادميوم Cd^{++} محلول كبريتات الكادميوم
يوديد البوتاسيوم KI	راسب أحمر يذوب فى زيادة من الكاشف $HgCl_2 + 2\,KI = HgI_2\downarrow + 2\,KCl$ $HgI_2 + 2\,KI = K_2[HgI_4]$ (متراكب)	بإضافة قطرات من الكاشف إلى محلول مركز يتكون راسب بنى قاتم وبزيادة الكاشف يتحول إلى محلول أصفر (متراكب) $Bi(NO_3)_3 + 3KI = BiI_3\downarrow + 3KNO_3$ $BiI_3 + KI = K[BiI_4]$	راسب أبيض من يوديد النحاسوز وينفصل اليود الذى يذوب فى المحلول ويعطيه لونًا بنيًا. $2\,CuSO_4 + 4\,KI = Cu_2I_2 + I_2\downarrow + 2\,K_2SO_4$	لا يحدث تفاعل
الاختبارات الخاصة	محلول كلوريد القصديروز يعطى راسب أبيض $2HgCl_2 + SnCl_2 = SnCl_4 + Hg_2Cl_2\downarrow$ من كلوريد الزنبقوز يختزل إلى زئبق رماد فى زيادة الكاشف $2Hg_2Cl_2\downarrow + SnCl_2 = DnCl_4 + 2Hg$	أضف محلول قصديريت الصوديوم إلى محلول الملح يتكون راسب أسود من البزموت. ويحضر قصديريت الصوديوم بإضافة هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كلوريد القصديروز تدريجيًا حتى يذوب الراسب الذى يتكون أولاً .	أضف محلول حديدوسيانيد البوتاسيوم يتكون راسب بنى لا يذوب فى الأحماض المخففة ولكن يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم $2\,CuSO_4 + K_4[Fe(CN)_4] = 2\,k_2SO_4 + Cu_2[Fe(CN)_4]\downarrow$	أضف محلول حديدوسيانيد البوتاسيوم يتكون راسب أبيض مصفر يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف . $CdSO_4 + K_4[Fe(CN)_4] = 2\,K_2SO_4 + Cd[Fe(CN)_4]\downarrow$
	ضع قطعة لامعة من خراطة النحاس فى المحلول الحمضى يتكون عليها طبقة رمادية من الزئبق . $HgCl_2 + Cu = Hg + CuCl_2$	عند تخفيف المحلول بالماء يتكون راسب أبيض من الملح القاعدى - يذوب الراسب بإضافة أحد الأحماض المخففة (تفاعل عكسى) $Bi(NO_3)_3 + H_2O \rightleftharpoons (BiO)NO_3\downarrow + 2\,HNO_3$	ثيوسيانات البوتاسيوم أو الأمونيوم تعطى راسب أسود يتحول بالتدريج إلى أبيض $CuSO_4 + 2\,KCNA = Cu(CNS)_2\downarrow + K_2SO_4$	لا يتفاعل أيون الكادميوم مع ثيوسيانات البوتاسيوم (تمييز عن النحاسيك) .

مجموعة القصدير

تفاعلات أيون القصديروز STANNOUS (Sn^{+2})

كبريتيد الهيدروجين وحمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى المحلول الحمضى لكلوريد القصديروز يتكون راسب بنى من كبريتيد القصديروز الذى يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز .

$$SnCl_2 + H_2S \longrightarrow \underset{\text{راسب بنى}}{SnS} + 2\,HCl$$

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح القصديروز يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد القصديروز الذى يذوب فى زيادة من هيدروكسيد الصوديوم.

$$SnCl_2 + 2\,NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Sn(OH)_2} + 2\,NaCl$$

$$Sn(OH)_2 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2[SnO_2] + 2\,H_2O$$

كلوريد الزئبقيك :

عند إضافة محلول كلوريد الزئبقيك إلى محلول كلوريد القصديروز ويتكون راسب أبيض حريرى من كلوريد الزئبقوز وإذا كان هناك زيادة من كلوريد القصديروز فيتحول الراسب إلى راسب رمادى من الزئبق .

$$SnCl_2 + 2\,HgCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Hg_2Cl_2} + SnCl_4$$

$$SnCl_2 + Hg_2Cl_2 \longrightarrow 2\,Hg + \underset{\text{راسب رمادى}}{SnCl_4}$$

تفاعلات أيون القصديريك STANNIC (Sn^{+4})

كبريتيد الهيدروجين وحمض الهيدركلوريك المخفف :

عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى محلول كلوريد القصديريك الحمض يتكون راسب أصفر من كبريتيد القصديريك والذى يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز ويذوب أيضاً فى الهيدروكسيدات القلوية .

$$SnCl_4 + 2\,HCl + 2\,H_2S \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر}}{SnS_2} + 6\,HCl$$

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح القصدير يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد القصديريك .

$$SnCl_4 + 4\,NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض جيلاتينى}}{Sn(OH)_4} + 4\,NaCl$$

تفاعلات أيون الزرنيخوز ARSENIOUS (As^{+3})

كبريتيد الهيدروجين وحمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى محلول كلوريد الزرينخوز الحمض يتكون راسب أصفر من كبريتيد الزرينخوز الذى لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز ويذوب فى حمض النيتريك المركز الساخن .

$$2\ AsCl_3 + 3\ H_2S \longrightarrow As_2S_3 + 6\ HCl$$

راسب أصفر

كلوريد القصديروز :

أضف بضع قطرات من محلول الزريخور إلى ٢ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز الذى يحتوى على ٠,٥ مل محلول من كلوريد القصديروز وبالتسخين الهين يكتسب المحلول لونًا بنى داكن فى البداية وفى النهاية يتحول إلى الأسود نتيجة إنفصال عنصر الزرنيخ .

$$AsCl_3 + SnCl_2 \longrightarrow 2\ As + 3\ SnCl_4$$

لون أسود

تفاعلات أيون الزرنيخيك ARSENIC (As^{+5})

كبريتيد الهيدروجين وحمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إمرار كبريتيد الهيدروجين فى محلول الزرنيخيك البارد والذى يحتوى على حمض الهيدروكلوريك المركز يتكون راسب أصفر من كبريتيد الزرنيخيك وإذا كان المحلول ساخنًا فيترسب خليط من كبريتيد الزرنيخوز والزرنيخيك .

$$2\ AsCl_5 + 5\ H_2S \longrightarrow As_2S_5 + 10\ HCl$$

راسب أصفر

نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول متعادل يحتوى على أيون الزرنيخيك يتكون راسب أحمر بنى من زرنيخات الفضة الذى يذوب فى الأحماض ومحلول الأمونيا ولا يذوب فى حمض الخليك .

$$Na_3AsO_4 + 3\ AgNO_3 \longrightarrow Ag_3AsO_4 + 3\ NaNO_3$$

راسب أحمر بنى

تفاعلات أيون الأنتيمون الخماسى ANTIOMONIC (Sb^{+5})

كبريتيد الهيدروجين وحمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إمرار غازكبريتيد الهيدروجين فى محلول كلوريد الأنتيمون الحمضى يتكون راسب أحمر برتقالى من ثلاثى كبريتيد الأنتيمون والذى يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز الساخن وفى محاليل الهيدروكسيدات القلوية .

$$2\ SbCl_3 + 3\ H_2S \longrightarrow Sb_2S_3 + 6\ HCl$$

راسب أحمر برتقالى

مسحوق الزنك :

يتفاعل مسحوق الزنك مع ثلاثى كلوريد الأنتيمون مختزلاً الأنتيمون الثلاثى إلى معدن الأنتيمون الذى يترسب على هيئة راسب أسود .

$$2\ SbCl_3 + 3\ Zn \longrightarrow 2\ Sb + 3ZnCl_2$$

راسب أسود

تفاعلات أيون الأنتيمون الثلاثى ANTIMONOUS (Sb^{+3})

كبريتيد الهيدروجين وحمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى محلول ملح الأنتيمون الحمض يتكون راسب أحمر برتقالى من خماسى كبريتيد الأنتيمون والذى يذوب فى محاليل الهيدروكسيدات القلوية وحمض الهيدروكلوريك المركز .

$$2\ SbCl_5 + 5\ H_2S \longrightarrow Sb_2S_5 + 10\ HCl$$

راسب أحمر برتقالى

هيدروكسيد الأمونيوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الأنتيمون الخماسى يتكون راسب أبيض من حمض الميتا أنتيمون .

$$SbCl_6 + 5\ OH \longrightarrow HSbO_3 + 6\ Cl + 2\ H_2O$$

راسب أبيض

تفاعلات كاتيونات المجموعة الثانية (ب)

الكاشف Reagent	الزرنيخوز As^{+++} محلول أكسيد الزرنيخوز فى HCl	الأنتيمون Sb^{+++} محلول كلوريد الأنتيمون	القصديروز Sn^{++} محلول كلوريد القصديروز	القصديريك Sn^{++++} محلول كلوريد القصديريك
حامض HCl مخفف ثم كبريتيد هيدروجين H_2S	يترسب كبريتيد الزرنيخوز الأصفر $As_2O_3 + 3H_2S \rightarrow As_2S_3\downarrow + 3H_2O$ لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز ولكن يذوب فى حمض النيتريك المركز الساخن وهيدروكسيد وكبريتيد الأمونيوم العادى أو الأصفر وكربونات الأمونيوم. $As_2O_3\downarrow + 3(NH_4)_2S \rightarrow 2(NH_4)_3AsS_3$	يتكون راسب أحمر برتقالى من كبريتيد الأنتيمون $2SbCl_3 + 2H_2S \rightarrow Sb_2S_3\downarrow + 6HCl$ يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز خصوصاً بالتسخين وكذلك فى كبريتيد الأمونيوم العادى أو الأصفر ولكن لا يذوب فى كربونات الأمونيوم (تمييز عن الزرنيخ) $Sb_2S_3\downarrow + 2(NH_4)_2S_2 \rightarrow 2(NH_4)_3SbS_4 + S$	يترسب كبريتيد القصديروز البنى $SnCl2 + H2S \quad SnS\emptyset + 2HCl$ يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز وكذلك فى كبريتيد الأمونيوم الأصفر (وليس العادى) ولا يذوب فى كربونات الأمونيوم $SnS\downarrow + (NH_4)_2S_2 \rightarrow (NH_4)_2SnS_3$	يترسب كبريتيد القصديريك الأصفر $SnCl_4 + 2H_2S \rightarrow SnS_2 + 4HCl$ يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز وفى كبريتيد الأمونيوم (العادى أو الأصفر) كما يذوب فى كربونات الأمونيوم $SnS_2 + (NH_4)_2S \rightarrow (NH_4)_2SnS_3$
هيدروكسيد الصوديوم المخفف NaOH	أضف هيدروكسيد الصوديوم إلى المحلول قطرة قطرة باحتراس يترسب أكسيد الزرنيخوز الأبيض الذى يذوب فوراً فى مزيد من القلوى مكوناً زرنيخيت الصوديوم $6NaOH + 2AsCl_3 \rightarrow As_2O_3\downarrow + 6NaCl + 3H_2O$ $As_2O_3\downarrow + 6NaOH \rightarrow 2Na_2AsO_3 + H_2O$	يترسب أكسيد الأنتيمون الأبيض - يذوب فى محلول هيدروكسيد الصوديوم المركز مكوناً انتيمونات الصوديوم $4SbCl_3 + 12NaOH \rightarrow Sb_4O_6\downarrow + 12NaCl + 6H_2O$ $Sb_4O_6\downarrow + 4NaOH \rightarrow 4NaSbO_2 + 2H_2O$	يترسب هيدروكسيد القصديروز الأبيض - يذوب فى زيادة من الكاشف مكوناً قصديريت الصوديوم $SnCl_2 + 2NaOH \rightarrow Sn(OH)_2\downarrow + 2NaCl$ $Sn(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SnO_2 + 2H_2O$	يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد القصديريك $SnCl_4 + 4NaOH \rightarrow Sn(OH)_4 + 4NaCl$ $Sn(OH)_4 + 2NaOH \rightarrow 3H_2O + Na_2SnO_3$

(تابع) تفاعلات كاتيونات المجموعة الثانية (ب)

الكاشف Reagent	الزرنيخوز As^{+++} محلول أكسيد الزرنيخوز فى HCl	الأنتيمون Sb^{+++} محلول كلوريد الأنتيمون	القصديروز Sn^{++} محلول كلوريد القصديروز	القصديريك Sn^{++++} محلول كلوريد القصديريك
التجارب الخاصة	حضر محلولاً متعادلاً من الملح وأضف كبريتات النحاس يتكون راسب أخضر مصفر يذوب فى الأحماض المعدنية المخففة.	أضف كمية من محلول الملح إلى مقدار كبير من الماء يتكون راسب أبيض من أوكسى كلوريد الأنتيمون يذوب فى حمض الهيدروكلوريك والطرطريك (تميز عن البزموت)	أضف كلوريد الزئبقيك يترسب كلوريد الزئبقوز الأبيض $SnCl_2 + 2\,HgCl_2 \rightarrow Hg_2Cl_2 \downarrow + SnCl_4$ وإذا أضيف إلى الراسب مزيد من محلول القصديروز يتحول الراسب إلى رمادى وخصوصاً بالتدفئة $SnCl_2 + Hg_2Cl_2 \rightarrow 2\,Hg + SnCl_4$	لا يعطى راسب مع كلوريد الزئبقيك (تمييز عن القصديروز) ولكن عند إضافة قطعة من الحديد فى وجود حمض الهيدروكلوريك المخفف يختزل القصديريك إلى قصديروز فإذا ما أضيف إليه محلول كلوريد القصديريك يعطى راسب أبيض أو رمادى كما فى حالة القصديروز.
	أضف إلى محلول الملح بيكربونات الصوديوم حتى يصبح قاعدياً ثم أضف محلول اليود فيزول لونه.	أضف محلول يوديد البوتاسيوم إلى محلول الملح يتلون المحلول باللون الأصفر نظراً لتكون متراكب.	أضف إلى محلول الملح نترات البزموت وهيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب أسود من البزموت. (ارجع إلى تفاعلات البزموت)	
	حضر محلولاً متعادلاً من الملح ثم أضف نترات الفضة يتكون راسب أصفر يذوب فى الأحماض المخففة.	ضع قطعة من الخارصين فى محلول الملح تتكون طبقة سوداء من الأنتيمون $2\,SbCl_3 + 3\,Zn = 2\,Sb + ZnCl_2$	أضف محلول اليود إلى محلول الملح الحمضى يزول لون اليود (قارن هذا الاختبار مع مثيله فى الزرنيخوز)	عند إضافة محلول اليود إلى محلول الملح لا يزول لون اليود (تمييز عن القصديروز)

تحضير المحلول المتعادل: ضع ورقة عباد الشمس حمراء فى محلول الملح رسب قطرات من محلول هيدروكسيد الأمونيوم حتى يبدأ تغير لون ورقة عباد الشمس إلى اللون الأزرق. سخن المحلول حتى ينتهى تصاعد الأمونيا. ويستخدم هذا المحلول كمحلول متعادل.

المجموعة الثالثة (مجموعة الحديد)

تحتوى هذه المجموعة أيونات الأمونيوم والكروم الثلاثى والحديديك والحديدوز ، وعمومًا فأيون الحديدوز إذا كان موجودًا يمكن تحويله إلى أيون الحديديك بإضافة بضع قطرات من حمض النيتريك المركز . وتترسب هذه الشقوق القاعدية على هيئة هيدروكسيدات في وجود كلوريد أمونيوم وهيدروكسيد أمونيوم ، يضاف كلوريد الأمونيوم أولاً إلى محلول الشق القاعدى المطلوب التعرف عليه ثم يضاف هيدروكسيد الأمونيوم لنتحكم فى تركيز أيون الهيدروكسيد فإضافة زيادة من كلوريد الأمونيوم يؤدى إلى زيادة تركيز أيون الأمونيوم وهذا بالتبعية يقلل تركيز أيون الهيدروكسيد بحيث يرسب عناصر هذه المجموعة فقط ولا يسمح لأيونات المجموعة التحليلية الرابعة أن تترسب على هيئة هيدروكسيدات .

تفاعلات أيون الحديديك FERRIC (Fe^{+3})

محلول كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم :

إذا أضيف محلول كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديديك يتكون راسب بنى جيلاتينى من هيدروكسيد الحديديك وهذا الراسب يذوب فى الأحماض المعدنية ولا يذوب فى زيادة من محلول الأمونيا .

$$Fe\,Cl_3 + 3\,NH_4\,OH \longrightarrow Fe\,(OH)_3 + 3\,NH_4\,Cl$$

راسب بنى جيلاتينى

كبريتيد الهيدروجين :

عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين إلى محلول ملح الحديديك يتكون راسب أسود من كبريتيد الحديديك .

$$2\,FeCl_3 + 3\,H_2\,S \longrightarrow Fe_2\,S_3 + 6\,HCl$$

راسب أسود

فوسفات الصوديوم :

عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم الثنائية إلى محلول ملح الحديديك يتكون راسب أبيض مصفر من فوسفات الحديديك الذى يذوب فى الأحماض المعدنية ولا يذوب فى حمض الخليك .

$$FeCl_3 + 2\,Na_2\,HPO_4 \longrightarrow Fe\,PO_4 + 3\,NaCl + Na_2\,HPO_4$$

راسب أبيض مصفر

ثيوسيانات الأمونيوم :

عند إضافة محلول ثيوسيانات الأمونيوم إلى محلول ملح الحديديك يتكون لون أحمر قرمزى من ثيوسيانات الحديديك .

$$FeCl_3 + 3\ NH_4\ SCN \longrightarrow \underset{\text{لون أحمر قرمزى}}{Fe\ (SCN)_3} + 3\ NH_4\ Cl$$

حديدوسيانيد البوتاسيوم :

عند إضافة محلول حديدوسيانيد البوتاسيوم إلى محلول ملح الحديديك يتكون راسب أزرق داكن يسمى أزرق بروسيا .

$$4\ Fe\ Cl_3 + 3\ K_4\ [Fe\ (CN)_3] \longrightarrow \underset{\text{راسب أزرق داكن}}{Fe_4\ [Fe\ (CN)_6]_3} + 12\ KCl$$

تفاعلات أيون الألومنيوم ALUMINIUM (Al^{+3})

محلول كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم :

عند إضافة محلول كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الألومنيوم يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم والذى يذوب فى زيادة من هيدروكسيد الصوديوم مكونًا ألومنيات الصوديوم .

$$Al_2\ (SO_4)_3 + 6\ NH_4\ OH \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض جيلاتينى}}{2\ Al\ (OH)_3} + (NH_4)_2\ SO_4$$

$$Al\ (OH)_3 + Na\ OH \longrightarrow NaAlO_2 + 2\ H_2\ O$$

فوسفات الصوديوم الثنائية :

عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم إلى محلول ملح الألومنيوم يتكون راسب أبيض من فوسفات الألومنيوم والذى يذوب فى الأحماض المعدنية وهيدروكسيد الصوديوم.

$$Al_2(SO_4)_3 + 4\ Na_2HPO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{2\ AlPO_4} + 3\ Na_2\ SO_4 + 2\ NaH_2\ PO_4$$

هيدروكسى كينولين :

عند إضافة محلول 8 - هيدروكسى كينولين إلى محلول ملح الألومنيوم الذى يحتى على محلول منظم من حمض الخليك وخلات الصوديوم وعند pH = 5 يتكون راسب أصفر تخضر من هيدروكسى كينولات الألومنيوم .

$$Al^{+3} + 3\ C_9\ H_6\ N\ (OH) \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر مخضر}}{(C_9\ H_6\ NO)_3\ Al} + 3\ H^+$$

تفاعلات أيون الكروم الثلاثى CHROMIUM (Cr^{+3})

كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم :

عند إضافة محلول كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم رلى محلول ملح الكروم يتكون راسب أخضر من هيدروكسيد الكروميك والذى يذوب فى زيادة من محلول الأمونيا عند تبريده معطيًا متراكبًا أحمر أو بنفسجى اللون .

$$CrCl_3 + 3\ NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{راسب أخضر}}{Cr(OH)_3} + 3\ NH_4Cl$$

$$Cr(OH)_3 + 6\ NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{متراكب احمر أو بنفسجى}}{[Cr(NH_3)_6](OH)_3}$$

فوسفات الصوديوم الثنائية :

عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم إلى محلول ملح الكروم يتكون راسب أخضر من فوسفات الكروم والذى يذوب فى الأحماض المعدنية ولا يذوب فى حمض الخليك المخفف البارد .

$$CrCl_3 + 2\ Na_2HPO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أخضر}}{CrPO_4} + 3\ NaCl + NaH_2PO_4$$

فوق أكسيد الهيدروجين :

عند إضافة محلول فوق أكسيد الهيدروجين إلى محلول ملح الكروم الذى يحتوى على زيادة من هيدروكسيد الصوديوم يتحول الكروم الثلاثى الأخضر بالتسخين إلى الكروم السداسى ويتلون المحلول باللون الأصفر .

$$\underset{+3}{2\ CrCl_3} + 3\ H_2O_2 + 10\ NaOH \xrightarrow{heat} \underset{+6}{2\ Na_2CrO_4} + 6\ NaCl + 8\ H_2O$$

تفاعلات كاتيونات المجموعة الثالثة

الكاشف Reagent	الحديدوز Fe^{++} محلول كبريتات الحديدوز	الحديديك Fe^{++} محلول كلوريد الحديديك	الألومنيوم Al^{+++} محلول كبريتات الألومنيوم	الكروم Cr^{+++} محلول كلوريد الكروميك
كلوريد أمونيوم + هيدروكسيد الومنيوم	يترسب هيدروكسيد الحديدوز الأبيض ويتحول فوراً إلى الأخضر ثم يتأكسد تدريجياً إلى أكسيد الحديدك البني. $Fe\,SO_4 + 2\,NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2\,SO_4$	يترسب هيدروكسيد الحديديك البنى $FeCl_3 + 3\,NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3\,NH4Cl$	يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم لا يذوب فى زيادة من الكاشف. $Al2(SO_4)_3 + 6\,NH_4\,OH \rightarrow 2\,Al(OH)_3 + 3\,(NH_4)_2\,SO_4$	يتكون راسب رمادى من هيدروكسيد الكروميك. $CrCl_3 + 3\,NH_2OH \rightarrow Cr(OH)_3 + 3\,NH_4Cl$
هيدروكسيد الصوديوم	يتكون هيدروكسيد الحديدوز كما فى التفاعل السابق.	يتكون هيدروكسيد الحديديك كما فى التفاعل السابق.	يترسب هيدروكسيد الألومنيوم ولكنه يذوب فى زيادة من الكاشف $Al(OH)_3 \downarrow + NaOH \rightarrow NaAlO_2 + 2\,H_2O$	يترسب هيدروكسيد الكروميك يذوب فى زيادة من الكاشف معطياً كروميت الصوديوم الخضراء. $Cr(OH)_3 \downarrow + NaOH \rightarrow NaCrO_2 + 2\,H_2O$
فوسفات الصوديوم $Na_2\,HPO_4$		تترسب فوسفات الحديديك الصفراء من محلول ضعيف الحموضة - لذلك يفضل إضافة خلات الصوديوم بعد الكاشف. $FeCl_3 + 2\,Na_2HPO4 \rightarrow FePO_4 \downarrow + 3\,NaCl + NaH_2PO_4$	تترسب فوسفات الألومنيوم البيضاء تذوب فى الأحماض المعدنية والقلويات. $Al_2(SO_4)_3 + 2\,Na_2HPO_4 \rightarrow 2\,AlPO_4 \downarrow + 2Na_2SO_4 + H_2SO_4$	تترسب فوسفات الكروم الخضراء التى تذوب فى الأحماض المعدنية. $CrCl_3 + 2\,Na_2HPO_4 \rightarrow 3\,NaCl + CrPO_4 + NaH_2PO_4$
خلات الصوديوم		يصبح لون المحلول أحمر بنى - وبالغليان يتكون راسب بنى من خلات الحديد القاعدية.	يتكون راسب أبيض من خلات الألومنيوم القاعدية بعد التسخين. $Al(OH)_2\,CH_3COO$	لا يتكون راسب.

(تابع) تفاعلات كاتيونات المجموعة الثالثة

الكاشف Reagent	الحديدوز Fe^{++} محلول كبريتات الحديدوز	الحديديك Fe^{++} محلول كلوريد الحديديك	الألومنيوم Al^{+++} محلول كبريتات الألومنيوم	الكروم Cr^{+++} محلول كلوريد الكروميك
كبريتيد الأمونيوم $(NH_4)_2S$	يترسب كبريتيد الحديدوز الأسود يذوب في الأحماض المعدنية المخففة $FeSO_4 + (NH_4)S \rightarrow FeS + (NH_4)2SO_4$	في المحلول ضعيف الحموضة يختزل الحديديك .	يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم (كبريتيد الألومنيوم غير ثابت ويتميأ إلي هيدروكسيد).	يتكون راسب أخضر من هيدروكسيد الكروميك (كبريتيد الكروميك غير ثابت ويتميأ إلي هيدروكسيد) .
التفاعلات الخاصة	**التفرقة بين الحديدوز والحديديك** (١) حديدو سيانيد البوتاسيوم يعطي راسب أبيض (مزرق) من حديد وسيانيد الحديدوز - يتأكسد بالهواء ويزرق لونه .	حديد سيانيد البوتاسيوم - يعطي راسب أزرق من حديدو سيانيد الحديديك (Prussian blue)	أضف محلول كربونات الصوديوم تدريجيًا إلي محلول الملح يتكون راسب أبيض يذوب في زيادة من الكاشف .	أضف إلي ١ سم مكعب من محلول الملح نصف سم٣ من هيدروكسيد الصوديوم ثم كمية صغيرة من فوق أكسيد الصوديوم واغلي المحلول فيصبح لونه أصفر نتيجة تكون كرومات الصوديوم . $2CrCl_3 + 3Na_2O_2 + 4NaOH \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 6NaCl + 2H_2O$ أضف إلي المحلول حامض الخليك حتي يصبح حامضيًا ثم أضف كلوريد الباريوم يتكون راسب من كرومات الباريوم .
	(٢) حديدي سيانيد البوتاسيوم يعطي راسب أزرق من حديدي سيانيد الحديدوز (Tumbull's blue)	يتلون المحلول بالون البني نتيجة لتكوين حديدي سيانيد الحديديك أو سيانيد الحديديك الغير متأين.		
	(٣) ثيوسيانات البوتاسيوم أو الأمنيوم لا يعطي لون مع أيون الحديدوز .	ثيوسيانات البوتاسيوم أو الأمنيوم تكسب المحلول لونًا أحمر قاتم نتيجة تكوين أيون متراكب من حديدي ثيوسيانات . $Fe^{3+} + 6NCS^- \rightarrow [Fe(NCS)^4]^{3-}$		

المجموعة الرابعة (مجموعة الزنك)

تحتوى عناصر هذه المجموعة الشقوق القاعدية ، أيون الكوبلت ، أيون الزنك ، أيون المنجنيز . وأيون النيكل ، وتترسب عناصر هذه المجموعة على هيئة كبريتيدات ، ولكى يتم ترسيب هذه العناصر على هيئة كبريتيدات يجب أن يكون تركيز أيون الكبريتيد في المحلول عاليًا بقدر يسمح بالترسيب وهذا يتحقق إذا أضيف كلوريد الأمونيوم أولاً ثم هيدروكسيد الأمونيوم ثم يسمح بإمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى المحلول وبهذه الطريقة سيكون هناك تركيز عالى وكافى من أيون الكبريتيد ليتم الترسيب على هيئة كبريتيد ، ومن الجدير بالذكر الإشارة بأن عناصر هذه المجموعة لا تترسب على هيئة هيدروكسيدات أو أملاح قاعدية باستخدام محلول الأمونيا فى المخفف بينما لا يذوب كبريتيد النيكل والكوبلت فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

تفاعلات أيون الزنك ZINC (Zn^{+2})

كبريتيد الهيدروجين ومحلول كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم :

عند إضافة محلول كلوريد الأمونيوم ثم محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الزنك ثم إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى المحلول يتكون راسب أبيض من كبريتيد الزنك والذى يذوب فى الأحماض المعدنية .

$$ZnSO_4 + H_2S \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{ZnS} + (NH_4)_2SO_4$$

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الزنك يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الزنك والذى يذوب فى زيادة من الكاشف ويذوب الراسب أيضًا فى الأحماض المخففة .

$$ZnSO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض جيلاتينى}}{Zn(OH)_2} + Na_2SO_4$$

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

$$Zn(OH)_2 + 2\,HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2O$$

فوسفات الصوديوم الثنائية :

عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم إلى محلول ملح الزنك فى وجود كلوريد الأمونيوم يتكون راسب أبيض من فوسفات الزنك الأمونيومية .

$$ZnSO_4 + NH_4Cl + 2\,Na\,HPO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Zn(NH_4)PO_4} + NaH_2PO_4 + Na_2SO_4 + NaCl$$

حديدوسيانيد البوتاسيوم :

عند إضافة محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم إلى محلول ملح الزنك يتكون راسب أبيض من حديدو سيانيد الزنك والذى يذوب فى زيادة من الكاشف .

$$2\ ZnSO_4 + K_4\ [Fe\ (CN)_6] \longrightarrow Zn_2\ [Fe\ (CN)_6] + 2\ K_2\ SO_4$$

راسب أبيض

حديدى سيانيد البوتاسيوم :

عند إضافة محلول حديدى سيانيد البوتاسوم إلى محلول ملح الزنك يتكون راسب أصفر بنى من حديدى سيانيد الزنك والذى يذوب فى حمض الهيدروكلوريك ومحلول الأمونيا .

$$3\ ZnSO_4 + 2\ K_3\ [Fe\ (CN)_6] \longrightarrow Zn_3\ [Fe\ (CN)_6]_2 + 2\ K_2\ SO_4$$

راسب أصفر بنى

تفاعلات أيون المنجنيز MANGANESE (Mn^{+2})

كبريتيد الهيدروجين ومحلول كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم :

عند إضافة محلول كلوريد الأمونيوم ثم محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح المنجنيز ثم إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى المحلول فيتكون راسب أحمر باهت (لحمى) من كبريتيد المنجنيز والذى يذوب بسهولة فى الأحماض المخففة وحمض الخليك .

$$MnCl_2 + H_2\ S \longrightarrow MnS + 2\ HCl$$

راسب أحمر باهت (لحمى)

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح المنجنيز يتكون راسب أبيض فى البداية من هيدروكسيد المنجنيز الذى يتحول إلى لون بنى داكن عند تعرضه للهواء الجوى والذى لا يذوب فى زيادة من محلول هيدروكسيد الصوديوم .

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

$$4\ Mn\ (OH)_2 + 2\ H_2\ O + O_2 \longrightarrow 4\ Mn\ (OH)_3$$

راسب بنى داكن

فوسفات الصوديوم الثنائية

عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم إلى ملح المنجنيز الذى يحتوى على زيادة من محلول الأمونيا يتكون راسب لحمى اللون من فوسفات المنجنيز الأمونيومية .

$$MnCl_2 + NH_4\ OH + Na_2\ HPO_4 + 6\ H_2\ O \longrightarrow$$

$$Mn\ (NH_4)\ PO_4 - 7\ H_2\ O + 2\ NaCl$$

راسب لحمى

تفاعلات أيون الكوبلت COBALT (Co^{+2})

كبريتيد الهيدروجين وكلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم :

عند إضافة محلول كلوريد الأمونيوم ثم محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الكوبلت ثم إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين يتكون راسب أسود من كبريتيد الكوبلت والذى لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف ويذوب بسهولة فى حمض النيتريك المركز الساخن مرسبًا الكبريت .

$$Co(NO_3)_2 + H_2S \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{CoS} + 2\,HNO_3$$

$$3\,CoS + 8\,HNO_3 \longrightarrow 3\,Co(NO_3)_2 + 2\,NO + 3\,S + 4\,H_2O$$

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الكوبلت يتكون راسب أزرق على البارد من الملح القاعدى إلى هيدروكسيد الكوبلت الأحمر والذى يتحول إلى راسب أسود بنى عند تعرضه للهواء الجوى .

$$Co(NO_3)_2 + NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أزرق}}{Co(OH)NO_3} + NaNO_3$$

$$Co(OH)NO_3 + NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أحمر}}{CO(OH)_2} + NaNO_2$$

$$2\,CO(OH)_2 + H_2O + O_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود بنى}}{2\,Co(OH)_3}$$

نيتريت البوتاسيوم :

عند إضافة محلول نيتريت البوتاسيوم بكميات زائدة إلى محلول مركز من ملح الكوبلت المحمض بحمض الخليك يتكون راسب أصفر من كوبلتى نيتريت البوتاسيوم.

$$Co(NO_3)_2 + 7\,KNO_2 + 2\,CH_3COOH \longrightarrow$$

$$\underset{\text{راسب أصفر}}{K_3[Co(NO_2)_6]} + 2\,KNO_3 + 2\,CH_3COOK + NO + H_2O$$

ألفا - نيتروزو - بيتا - نافثول :

عند إضافة قطرات من هذا الكاشف إلى محلول الكوبلت يتكون راسب بنى محمر من كوبلت - ألفا - نيتورزو - بيتا - نافثول .

تفاعلات أيون النيكل NICKEL (Ni^{+2})

كبريتيد الهيدروجين وكلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم :

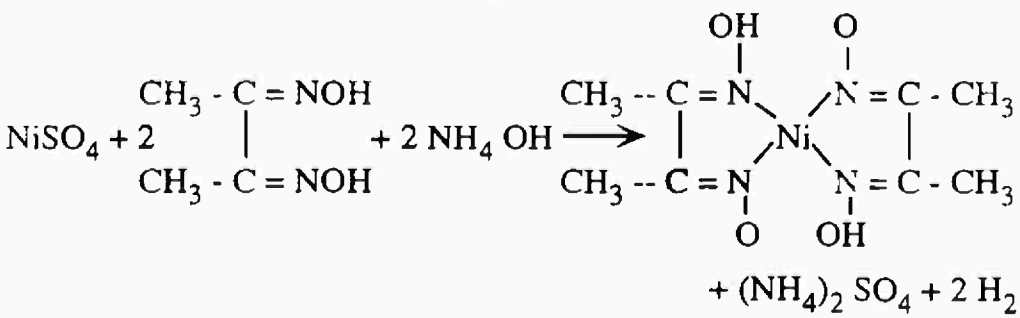
عند إضافة محلول كلوريد الأمونيوم ثم محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول نلح النيكل يتكون راسب أسود من كبريتيد النيكل والذى لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف وحمض الخليك ويذوب فى حمض النيتريك المركز الساخن مرسبًا الكبريت .

$$NiCl_2 + H_2S \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{NiS} + 2\,HCl$$

$$3\,NiS + 8\,HNO_3 \longrightarrow 3\,Ni(NO_3)_2 + 2\,NO + 3\,S + 3\,H_2O$$

ثنائى ميثيل الجليوكزيم :

عند إضافة هذا الكاشف إلى محلول ملح النيكل المحتوى على قطرات من محلولا الأمونيا يتكون راسب أحمر قرمزى من نيكل ثنائى ميثيل الجليوكزيم .



هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح النيكل يتكون راسب أخضر من هيدروكسيد النيكل والذى لا يذوب فى زيادة من هيدروكسيد الصوديوم ويذوب الراسب فى زيادة من محلول الأمونيا مكونًا متراكبًا أزرق مخضر .

$$NiSO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أخضر}}{Ni(OH)_2} + Na_2SO_4$$

$$Ni(OH)_2 + 6\,NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{متراكب أزرق مخضر}}{[Ni(NH_3)_6](OH)_2} + 3\,H_2O$$

تفاعلات كاتيونات المجموعة الرابعة

الكاشف Reagent	الكوبلت Co^{++} محلول نترات الكوبلت	النيكل Ni^{++} محلول كلوريد النيكل	المنجنيز Mn^{++} محلول كبريتات المنجنيز	الخارصين Zn^{++} محلول كلوريد الخارصين
$NH_4Cl + NH_4OH$ (حتي القاعدية) ثم H_2S	يترسب كبريتيد الكوبلت الأسود. $Co(NO_3)_2 + (NH_4)_2S \rightarrow$ $CoS\downarrow + 2NH_4NO_3$ لا يذوب فى الأحماض المخففة ولكن يذوب فى حمض النيتريك المركز الساخن مع انفصال الكبريت.	يترسب كبريتيد النيكل الأسود $NiCl_2 + (NH_4)_2S \rightarrow$ $NiS\downarrow + 2NH_4Cl$ لا يذوب فى الأحماض المخففة ولكن يذوب فى حمض النيتريك المركز الساخن مع انفصال الكبريت.	يترسب راسب وردى باهت (لون اللحم) من كبريتيد المنجنيز $MnSO_4 + (NH_4)_2S \rightarrow$ $MnS\downarrow + (NH_4)_2SO_4$ يذوب فى الأحماض المخففة وحمض الخليك.	يترسب كبريتيد الزنك الأبيض $ZnSO_4 + (NH4)_2S \rightarrow$ $ZnS + (NH_4)_2SO_4$ يذوب فى الأحماض المعدنية المخففة ولا يذوب فى حمض الخليك (تمييز عن المنجنيز)
هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$	قليل من الكاشف يعطى راسب أزرق من الملح القاعدى. $Co(NO_3)_2 + NaOH \rightarrow$ $Co(OH)NO_3\downarrow + NaNO_3$ بالتسخين مع مزيد من الكاشف يتحول هيدروكسيد الكوبالتوز الوردى إلى هيدروكسيد الكوبالتيك البنى $Co(OH)_2$	يتكون راسب أخضر من هيدروكسيد النيكل. $NiCl_2 + 2NaOH \rightarrow$ $Ni(OH)_2\downarrow + 2NaCl$ الذى لا يتأكسد فى الهواء الجوى ولكنه يتأكسد بهيبوكلوريت الصوديوم إلى هيدروكسيد النيكليك البنى.	يترسب هيدروكسيد المنجنيز الأبيض. $MnSO_4 + 2NaOH \rightarrow$ $Mn(H)_2\downarrow + Na_2SO_4$ لا يذوب فى مزيد من الكاشف ولكنه يتأكسد بسرعة عند تعرضه للجو ويصبح بنيًا ربما لتحوله إلى هيدروكسيد المنجنيز.	كمية قليلة من الكاشف تعطى راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الخارصين يذوب فى مزيد من الكاشف مكونًا خارصينات الصوديوم $ZnSO_4 + 2NaOH \rightarrow$ $Zn(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$ $Zn(OH)_2\downarrow + 2NaOH \rightarrow$ $Na_2ZnO_2 + 2H_2O$
هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH	قطرات من الكاشف ترسب الملح القاعدى الأزرق يذوب فى مزيد من الكاشف ويتحول لون المحلول إلى البنى وعند تعرضه للجو يتأكسد ويتحول إلى متراكب لونه أحمر. $4Co(OH)NO_3\downarrow + 28NH_4OH + O_2 \rightarrow$ $4[Co(NH_3)_6](OH)_3 + 4NH_4NO_3 + 22H_2O$	قطرات من الكاشف ترسب الملح القاعدى الأخضر يذوب فى مزيد من الكاشف مكونًا متراكب. $NiCl_2 + 2NH_4OH \rightarrow$ $Ni(OH)Cl\downarrow + NH_4Cl$ $Ni(OH)Cl\downarrow + 7NH_4OH \rightarrow NH_4Cl + [Ni(NH_3)_4](OH)_2 + 6H_2O$	يحدث ترسيب جزئى لهيدروكسيد المنجنيز ولا يذوب فى مزيد من الكاشف ولكن يذوب فى أملاح الأمونيوم (لا يترسب فى وجودها) - إذا ترك الراسب فى الهواء يتأكسد إلى هيدروكسيد المنجنيز. $4Mn(OH)_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow$ $4Mn(OH)_3$	قطرات من الكاشف ترسب هيدروكسيد الخارصين الأبيض الذى يذوب فى مزيد من الكاشف مكونًا متراكب عديم اللون - يذوب كذلك فى املاح الأمونيوم (لا يترسب فى وجودها) $Zn(OH)_2 + NH_4OH \rightarrow$ $4H_2O + Zn(NH_3)_4(OH)_2$

(تابع) تفاعلات كاتيونات المجموعة الرابعة

الكاشف Reagent	الكوبلت Co^{++} محلول نترات الكوبلت	النيكل Ni^{++} محلول كلوريد النيكل	المنجنيز Mn^{++} محلول كبريتات المنجنيز	الخارصين Zn^{++} محلول كلوريد الخارصين
كربونات الصوديوم أو الأمونيوم	يتكون راسب أحمر باهت من الملح القاعدى يذوب فى الأحماض المخففة.	يتكون راسب أخضر باهت من كربونات النيكل يذوب فى الأحماض المخففة.	يتكون راسب أبيض من كربونات المنجنيز يذوب فى الأحماض المخففة. $MnCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow MnCO_3 + 2\,NaCl$	يتكون راسب أبيض من الملح القاعدى يذوب فى الأحماض المخففة.
فوسفات الصوديوم NaH_2PO_4	يتكون راسب أزرق من فوسفات الكوبلت يذوب فى الأمونيا والأحماض المخففة.	يتكون راسب أخضر باهت من فوسفات النيكل يذوب فى الأمونيا والأحماض المخففة.	يتكون راسب (لون اللحم) من فوسفات المنجنيز يذوب فى الأحماض المخففة.	يتكون راسب أبيض من فوسفات الخارصين يذوب فى الأمونيا والأحماض المخففة.
حديدوسيانيد البوتاسيوم	يتكون راسب أخضر من حديدوسيانيد الكوبلت شحيح الذوبان فى حمض الهيدروكلوريك.	يتكون راسب أخضر باهت من حديدوسيانيد النيكل شحيح الذوبان فى حمض الهيدروكلوريك.	يتكون راسب أحمر باهت من حديدوسيانيد المنجنيز يذوب بصعوبة فى حمض الهيدروكلوريك.	يتكون راسب أبيض من حديدوسيانيد الخارصين لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك.
التجارب الخاصة	أضف كمية كافية من ثيوسيانات الأمونيوم أو البوتاسيوم الصلبة إلى محلول الملح تتحول لون المحلول إلى الأزرق نظراً لتكوين متراكب كوبلتى ثيوسيانات الأمونيوم. $Co(NO_3)_2 + 4\,NH_4CNS \rightarrow (NH_4)_2\,Co(CNS)_4 + 2\,NH_4NO_3$	أضف محلول ثنائى ميثيل - جليوكزيم إلى محلول الملح ثم أضف هيدروكسيد أمونيوم حتى يصبح المحلول قلوياً - يتكون راسب أحمر من ثنائى ميثيل - جليوكزيم النيكل ويساعد الغليان على تكون الراسب من المحاليل المخففة.	أضف إلى المحلول ثانى أكسيد الرصاص وقليل من حامض النيتريك المركز واغلى المحلول - اتركه ليبرد وخفف بالماء يظهر لون قرمزى نظراً لتكوين البرمنجنات. $5\,PbO_2 + MnSO_4 + 6\,HMO_3 \rightarrow 2\,HMnO_4 + 3\,Pb(NO_3)_2 + 2\,PbSO_4 + 2\,H_2O$	التفاعل السابق.

المجموعة الخامسة (مجموعة الكالسيوم)

تشمل عناصر هذه المجموعة أيونات الكالسيوم Ca^{++} والباريوم Ba^{++} والاسترنشيوم Sr^{++} وتترسب الشقوق القاعدية لهذه المجموعة على هيئة كربونات في وجود كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم وكاشف هذه المجموعة هو كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2\ CO_3$ في وجود كلوريد وهيدروكسيد الأمونيوم وكاتيونات هذه المجموعة تختلف عن كاتيونات المجموعة الثانية والرابعة فإن كاتيونات المجموعة الخامسة لا تترسب بكبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الأمونيوم ، وغالبية مركبات كاتيونات هذه المجموعة عديمة اللون وضعيفة الذوبان في الماء ، ومركبات هذه المجموعة التي تذوب في الماء هي جميع الهيدروكسيدات التي تعتبر قواعد قوية فأقلها ذوبانًا هيدروكسيد الكالسيوم وأكثرها ذوبانًا هيدروكسيد الباريوم أما هيدروكسيد السترنشيوم فهو أكثر ذوبانية من هيدروكسيد الكالسيوم وأقل ذوبانية من هيدروكسيد الباريوم ، والكلوريدات والبرميدات واليوديدات تذوب أيضًا في الماء . أما المركبات الغير ذائبة فيب الماء فهي الكبريتات والكبريتيتات والكربونات والفوسفات والاكسالات . إن كربونات هذه المجموعة بيضاء اللون وتذوب في حمض الهيدروكلوريك والأحماض الأخرى حيث ينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون ، وعند ترسيب كربونات هذه المجموعة يجب استعمال محلول كربونات الأمونيوم المحضر حديثًا ويجب أن يكون وسط المحلول قلويًا لأن ارتفاع تركيز أيون الهيدروجين يساعد على ذوبانية الكربونات .

تفاعلات أيون الكالسيوم CALCIUM (Ca^{+2})

كربونات الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم :

عند إضافة محلول كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم ثم كربونات الأمونيوم إلى محلول ملح الكالسيوم يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب في الأحماض المعدنية .

$$CaCl_2 + (NH_4)_2\ CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + 2\ NH_4\ Cl$$

أكسالات الأمونيوم :

عند إضافة محلول اكسالات الأمونيوم إلى محلول ملح الكالسيوم يتكون راسب أبيض من اكسالات الكالسيوم يذوب في الأحماض المعدنية .

$$CaCl_2 + \begin{matrix} COONH_4 \\ | \\ COONH_4 \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix} \!\!> Ca + + 2\ NH_4\ Cl$$

راسب أبيض

حمض الكبريتيك المخفف :

عند إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول مركز من ملح الكالسيوم يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم وهذا الراسب يذوب فى الماء ولكنه أكثر ذوبانية فى الأحماض من كبريتات الباريوم والاسترانشيوم .

كبريتات الأمونيوم :

عند إضافة محلول كبريتات الأمونيوم إلى محلول ملح الكالسيوم يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم والذى يذوب بسهولة فى محلول مركز ساخن من كبريتات الأمونيوم نتيجة لتكوين متراكب ذائب .

$$(NH_4)_2\ SO_4 + CaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Ca\ SO_4} + 2\ NH_4\ Cl$$

$$CaSO_4 + (NH_4)_2\ SO_4 \xrightarrow{heat} (NH_4)_2\ [Ca\ (SO_4)_2]$$

حديدو سيانيد البوتاسيوم :

عند إضافة خمس نقاط من مخلوط كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم إلى ثلاث نقاط من محلول ملح الكالسيوم ، ثم أضف نقطتين أو ثلاث نقاط من محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم ثم أغلى المخلوط ليتكون راسب أبيض بلورى .

$$CaCl_2 + K_4\ [Fe(CN)_6] + NH_4Cl \xrightarrow{heat} \underset{\text{راسب بلورى أبيض}}{CaKNH_4\ [Fe(CN)_6]} + 3\ KCl$$

فوسفات الصوديوم الثنائية :

عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم الثنائية القاعدية $Na_2\ HPO_4$ إلى محلول ملح الكالسيوم يتكون راسب أبيض من الفوسفات $Ca\ HPO_4$ أو $Ca_3\ (PO_4)_2$ تبعًا لوسط التفاعل .

تفاعلات أيون الاسترنشيوم STRONTIUM (Sr^{+2})

كربونات الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم :

عند إضافة محلول كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم ثم كربونات الأمونيوم إلى محلول ملح الاسترنشيوم يتكون راسب أبيض من كربونات الاسترنشيوم يذوب فى الأحماض المعدنية .

$$SrCl_2 + (NH_4)_2\ CO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{SrCO_3} + 2\ NH_4\ Cl$$

أكسالات الأمونيوم :

عند إضافة محلول أكسالات الأمونيوم إلى محلول ملح الاسترنشيوم يتكون راسب أبيض من اكسالات الاسترنشيوم والذى يذوب فى الأحماض المعدنية ولكنه شحيح الذوبان فى الماء وحمض الخليك .

$$SrCl_2 + (NH_4)_2\,C_2\,O_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{SrC_2\,O_4} + 2\,NH_4\,Cl$$

حمض الكبريتيك المخفف :

عند إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول ملح الاسترنشيوم يتكون راسب أبيض من كبريتات الاسترنشيوم والذى يكون شحيح الذوبان فى الماء ولا يذوب فى محلول كبريتات الأمونيوم مع الغليان (للتفرقة عن الكالسيوم) .

$$H_2\,SO_4 + SrCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{SrSO_4} + 2\,HCl$$

كرومات البوتاسيوم :

عند إضافة محلول كرومات البوتاسيوم إلى محلول مركز من ملح الاسترنشيوم يتكون راسب أصفر من كرومات الاسترنشيوم والذى يذوب فى الماء وحمض الخليك .

فوسفات الصوديوم :

عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم $Na_2\,HOP_4$ إلى محلول ملح الاسترنشيوم يتكون راسب أبيض من الفوسفات $Sr\,HPO_4$ أو $Sr_3\,(PO_4)_2$ تبعًا لوسط التفاعل .

تفاعلات أيون الباريوم BARIUM (Ba^{+2})

عند إضافة محلول كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم ثم كربونات الأمونيوم إلى محلول ملح الباريوم يتكون راسب أبيض من كربونات الباريوم يذوب فى الأحماض المعدنية .

$$BaCl_2 + (NH_4)_2\,CO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{BaCO_3} + 2\,NH_4\,Cl$$

حمض الكبريتيك المخفف :

عند إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول ملح الباريوم يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب فى الأحماض المعدنية .

$$BaCl_2 + H_2\,SO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{BaSO_4} + 2\,HCl$$

كرومات البوتاسيوم :

عند إضافة محلول كرومات البوتاسيوم إلى محلول ملح الباريوم ، وبتسخين المخلوط يتكون راسب أصفر بلورى .

$$BaCl_2 + K_2CrO_4 \xrightarrow{heat} BaCrO_4 + 2\,KCl$$

راسب أصفر بلورى

فوسفات الصوديوم الثنائية :

عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم Na_2HPO_4 إلى محلول ملح الباريوم يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم $Ba\,HPO_4$ يذوب فى الأحماض المعدنية وحمض الخليك .

$$Ba^{+2} + HPO_4^{2-} \longrightarrow BaHPO_4$$

راسب أبيض

تفاعلات كاتيونات المجموعة الخامسة

الكاشف Reagent	الباريوم Ba^{++} محلول كلوريد الباريوم	الاسترانشيوم Sr^{++} محلول كلوريد الاسترانشيوم	الكالسيوم Ca^{++} محلول كلوريد الكالسيوم
كلوريد الأمونيوم + هيدروكسيد الأمونيوم + كربونات الأمونيوم	يتكون راسب أبيض من كربونات الباريوم . $BaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow BaCO_3\downarrow + 2\ NH_4Cl$ يذوب فى الأحماض المخففة وحمض الخليك	يتكون راسب أبيض من كربونات الإسترانشيوم $SrCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow SrCO_3\downarrow + 2\ NH_4Cl$ يذوب فى الأحماض المخففة وحامض الخليك .	يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم $CaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow + 2\ NH_4Cl$ يذوب فى الأحماض المخففة وحامض الخليك.
قطرات قليلة من هيدروكسيد الأمونيوم + اكسالات الأمونيوم	يتكون راسب أبيض من اكسالات الباريوم يذوب فى حامض الخليك المخفف الساخن والأحماض المعدنية المخففة . $BaCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow BaC_2O_4\downarrow + 2NH_4Cl$	يتكون راسب أبيض من اكسالات الاسترانشيوم شحيح الذوبان فى حامض الخليك ويذوب فى الأحماض المعدنية . $SrCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow SrC_2O_4\downarrow + 2\ NH_4Cl$	يتكون راسب أبيض من اكسالات الكالسيوم لا يذوب فى حامض الخليك ولكنه يذوب فى الأحماض المعدنية المخففة . $CaCl_2 + (NH_4)_2\ C_2O_4 \rightarrow Ca\ C_2O_4\downarrow + 2\ NH_4Cl$
حامض كبريتيك مخفف أو أى محلول يحتوى على أيون الكبريتات ما عدا كبريتات الأمونيوم	يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم - لا يذوب فى الأحماض المخففة ولا فى محلول كبريتات الأمونيوم . $Ba^{++} + SO_4^{--} \rightarrow Ba\ SO_4\downarrow$	يتكون راسب أبيض من كبريتات الاسترانشيوم شحيح الذوبان فى الأحماض المخففة الساخنة ولا يذوب فى محلول كبريتات الأمونيوم . $Sr^{++} + SO_4^{--} \rightarrow SrSO_4\downarrow$	يتكون راسب أبيض من المحاليل المركزة نسبيا - يذوب قليلاً فى الأحماض المخففة - ويذوب فى محلول كبريتات الأمونيوم نتيجة تكون متراكب $Ca^{++} + SO_4^{--} \rightarrow CaSO_4\downarrow +$ $CaSO_4\downarrow + (NH_4)_2\ SO_4 \rightarrow (NH_4)_2\ [Ca\ (SO_4)_2]$
محلول مشبع من كبريتات الكالسيوم $Ca\ SO_4$	يتكون فوراً راسب أبيض من كبريتات الباريوم. $BaCl_2 + CaSO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + CaCl_2$	يتكون راسب أبيض خفيف بعد التسخين . $SrCl_2 + CaSO_4 \rightarrow SrSO_4\downarrow + CaCl_2$	لا يتكون راسب .

(تابع) تفاعلات كاتيونات المجموعة الخامسة

الكاشف Reagent	الباريوم Ba^{++} محلول كلوريد الباريوم	الاسترانشيوم Sr^{++} محلول كلوريد الاسترانشيوم	الكالسيوم Ca^{++} محلول كلوريد الكالسيوم
محلول ثنائي فوسفات الصوديوم Na_2HPO_4	يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب فى الأحماض المخففة وحمض الخليك. $BaCl_2 + Na_2HPO_4 \rightarrow Ba HPO_4 \downarrow + 2NaCl$	يتكون راسب أبيض من فوسفات الاسترانشيوم يذوب فى الأحماض المخففة وحمض الخليك. $SrCl_2 + Na_2HPO_4 \rightarrow SrHPO_4 \downarrow + 2 NaCl$	يتكون راسب أبيض من فوسفات الكالسيوم. يذوب فى الأحماض المخففة وحامض الخليك. $CaCl_2 + Na_2HPO_4 \rightarrow Ca HPO_4 + 2 NaCl$
محلول كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4	يتكون راسب أصفر من كرومات الباريوم يذوب فى الأحماض المخففة ولا يذوب فى حمض الخليك. $K_2CrO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaCrO_4 \downarrow + 2 KCl$	يتكون راسب أصفر من كرومات الاسترانشيوم من المحاليل المركزة نسبيًا - يذوب فى الأحماض المخففة وفى حمض الخليك. $K_2CrO_4 + SrCl_2 \rightarrow SrCrO_4 + 2 KCl$	لا يعطى راسب.
اختبار اللهب	أخضر تفاحى.	قرمزى.	أحمر طوبى.

المجموعة السادسة (المجموعة القلوية)

تحتوى هذه المجموعة على كاتيونات الصوديوم Na^+ ، البوتاسيوم K^+ ، الماغنسيوم Mg^{+2} ، والأمونيوم NH_4^+ وليس لهذه الكاتيونات كاشف عام أى أنها لا تترسب فى وقت واحد تحت تأثير كاشف ما وهذا ما يميز كاتيونات هذه المجموعة عن المجموعات الأخرى التى لها كاشف عام لجميع عناصر المجموعة ، وتتميز الأيونات K^+, NH_4^+ بدخولها فى تفاعلات متعددة مع كواشف لا تتفاعل معها أيونات الصوديوم Na^+ والماغنسيوم Mg^{+2} مثل كوبلتى نيتريت الصوديوم الذى يعطى رواسب مع أيون الأمونيوم وأيون البوتاسيوم .

تفاعلات أيون الأمونيوم (NH_4^+) AMMONIUM

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى الملح الأمونيومى الصلب يتصاعد غاز النشادر والذى يكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بحامض الهيدروكلوريك المخفف من كلوريد الأمونيوم .

$$NH_4Cl + NaOH \longrightarrow NH_3 + NaCl + H_2O$$

$$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$$

كاشف نسلر :

عند إضافة نقطتين من كاشف نسلر ($K_2[HgI_4] + KOH$) إلى نقطتين من محلول ملح الأمونيوم يتكون راسب بنى مميز فى حالة وجود أيونات الأمونيوم أو يتلون المحلول باللون الأصفر فى حالة وجود آثار فقط من أيون الأمونيوم .

$$NH_4Cl + 2\,K_2[HgI_4] + 2\,KOH \longrightarrow$$

$$[Hg_2I_2NH_2]I + KCL + 5\,KI + 2\,H_2O$$

التفكك الحرارى :

تتفكك الأملاح الأمونيومية للأحماض المتطايرة عند درجات حرارة غير عالية نسبيًا ويتصاعد غاز الأمونيا .

$$(NH_4)_2CO_3 \xrightarrow{heat} 2\,NH_3 + CO_2 + H_2O$$

كوبلتى نيتريت الصوديوم :

عند إضافة محلول كوبلتى نيتريت الصوديوم إلى محلول ملح الأمونيوم يتكون راسب أصفر من كوبلتى نيتريت الأمونيوم .

$$3\,NH_4Cl + Na_3[CO(NO_2)_6] \longrightarrow \underset{\text{راسب أصفر}}{(NH_4)_3[CO(NO_2)_6]} + 3\,NaCl$$

طرطرات الصوديوم الهيدروجينية :

عند إضافة محلول مشبع من طرطرات الصوديوم الهيدروجينية أو محلول مشبع من حمض الطرطريك يتكون راسب أبيض من طرطرات الأمونيوم الهيدروجينية والتى تتفكك عند تسخينها مع هيدروكسيد الصوديوم .

$$NaH - C_4H_4O_6 + NH_4Cl \longrightarrow NH_4 - H - C_4H_4O_6 + NaCl$$

راسب أبيض

تفاعلات أيون البوتاسيوم POTASSIUM (K^+)

طرطرات الصوديوم الهيدروجينية :

عند إضافة محلول مركز من طرطرات الصوديوم الهيدروجينية أو محلول مركز من حمض الطرطريك يتكون راسب أبيض من طرطرات البوتاسيوم الهيدروجينية الذى يكون شحيح الذوبان فى الماء ويذوب فى الأحماض المعدنية والقلويات ويلاحظ أن سرعة تكوين هذا الراسب تزداد برج الأنبوبة أو حك جدار الأنبوبة بساق زجاجية .

$$KCl + NaH - C_4H_4O_6 \longrightarrow K - H - C_4H_4O_6 + NaCl$$

راسب أبيض

كوبلتى نيتريت الصوديوم :

عند إضافة محلول كوبلتى نيتريت الصوديوم إلى محلول البوتاسيوم يتكون راسب أصفر من كوبلتى نيتريت البوتاسيوم الذى يذوب فى الأحماض المعدنية القوية ولا يذوب فى حمض الخليك .

$$Na_3[Co(NO_2)_6] + KCl \longrightarrow K_3[Co(NO_2)_6] + 3\,NaCl$$

راسب أصفر

تفاعلات أيون الصوديوم SODIUM (Na^+)

خلات اليورانيل : $UO_2(CH_3COO)_2$

عند إضافة نقطة من محلول كلوريد الصوديوم على قطعة زجاجية وتبخيرها حتى الجفاف تقريباً بالتسخين تحت مصباح كهربى ، ضع إلى جانب هذه النقطة نقطة من محلول خلات اليورانيل الموجود فى حمض الخليك المخفف أخلط الكاشف مع المتبقى الصلب بواسطة قضيب زجاجى فتظهر بلورات صفراء اللون من خلات يورانيل الصوديوم .

أنتيمونات البوتاسيوم :

عند إضافة محلول أنتيمونات البوتاسيوم ثنائى الهيدروجين إلى محلول ملح الصوديوم يتكون راسب أبيض منم أنتيمونات الصوديوم ثنائى الهيدروجين .

$$NaCl + KH_2\,SbO_4 \longrightarrow NaH_2\,SbO_4 + KCl$$

تفاعلات أيون الماغنسيوم MAGNESIUM (Mg^{+2})

هيدروكسيد الصوديوم :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الماغنسيوم يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الماغنسيوم والذى لا يذوب فى زيادة من هيدروكسيد الصديوم ويذوب بسهولة فى محلول ملح أمونيومى .

$$MgSO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Mg\,(OH)_2} + Na_2\,SO4$$

كربونات الصوديوم :

عند إضافة محلول كربونات الصوديوم إلى محلول ملح الماغنسيوم يتكون راسب أبيض من كربونات الماغنسيوم .

$$MgSO_4 + Na_2\,CO_3 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Mg\,CO_3} + Na_2\,SO_4$$

٨ - هيدروكسى كينولين :

عند إضافة هذا الكاشف إلى محلول ملح الماغنسيوم الذى يحتوى على قطرات من كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم ، وسخن إذا لزم الأمر ، يتكون راسب أصفر مخضر من هيدروكسى كينولات الماغنسيوم .

فوسفات الصوديوم الثلاثية :

عند إضافة محلول كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم ثم فوسفات الصوديوم إلى محلول ملح الماغنسيوم يتكون راسب أبيض من فوسفات الماغنسيوم الأمونيوميه .

$$MgSO_4 + NH_4Cl + Na_3PO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Mg\,(NH_4)\,PO_4} + Na_2SO_4 + H_2O$$

جدول الكشف عن الشق القاعدى فى ملح غير عضوى بسيط

الخواص الطبيعية :

تشمل الخواص الطبيعية للملح غير العضوى وهى : اللون ، الشكل البلورى ، الذوبانية فى الماء .

الخواص الكيميائية :

- كثير من الفلزات تكون أملاح ملونة إذا كانت بسيطة أو خليط من أملاح صلبة فمثلاً نجد الكروم Cr^{+3} لونه أخضر أو بنفسجى ، والنحاس Cu^{2+} لونه أزرق إلى أخضر ، والكوبلت Co^{2+} لونه أحمر وردى ، والنيكل Ni^{2+} لونه أخضر ، والمنجنيز Mn^{2+} لونه قرنفلى ، والحديديك Fe^{3+} لونه بنى أو بنفسجى فاتح ، والحديدوز Fe^{2+} لونه أخضر باهت .

- يحضر محلول من الملح المجهول عن طريق محاولة ذوبان جزء قليل من الملح الصلب فى المذيبات التالية على البارد بالتسخين حسب الترتيب الآتى : الماء ، حمض الهيدروكلوريك المخفف ، حمض الهيدروكلوريك المركز ، حمض النيتريك المخفف ، حمض النيتريك المركز ، ثم الماء الملكى .

فإذا ذاب الملح فى حمض الهيدروكلوريك المخفف البارد فهذا يدل على أن فلزات مجموعة الفضة (Hg_2^{+2} , Pb^{+2}, Ag^{+}) غير موجودة .

- إذا ذاب الملح فى حمض الهيدروكلوريك المخفف الساخن فيجب التأكد من وجود الرصاص عن طريق تبريد الملح لأن كلوريد الرصاص يذوب بالتسخين ثم يترسب عند تبريد المحلول .

- إذا ذاب الملح فى حمض الهيدروكلوريك المركز فيجب التخفيف بكمية من الحامض المخفف وذلك لأن بعض كبريتات المجموعة الثانية التحليلية لا تترسب فى الوسط الحامضى القوى مثل كبريتيد الكادميوم .

- إذا ذاب الملح فى حمض النيتريك المركز أو الماء الملكى فيجب تبخير المحلول إلى قرب الجفاف ثم إضافة حمض الهيدروكلوريك المركز ثم المنجنيز إلى حجم صغير وذلك للتخلص من النترات لأن وجود النترات قد يتسبب فى أكسدة كبريتيد الهيدروجين ويترسب الكبريت ، وبعد ذلك يخفف المتبقى من المحلول بحمض الهيدروكلوريك المخفف .

- قد يؤدى استخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ظهور معلق من الكبريت لا يذوب وهذا الراسب يرجع إلى وجود الثيوكبريتات ويجب التخلص من المعلق بالترشيح واستخدام الراشح فى الكشف عن الشق القاعدى .

يجرى الكشف عن كل مجموعة بواسطة كاشف المجموعة ، ويجب الكشف عن شق الأمونيوم قبل البدء فى الكشف عن عناصر المجموعة الأولى وذلك بأخذ جزء من الملح الصلب وتسخينه مع محلول هيدروكسيد الصوديوم فإذا تصاعدت أبخرة الأمونيا ذو الرائحة المميزة والتى تكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بحمض الهيدروكلوريك المخفف . فهذا يدل على وجود أيون الأمونيوم (NH_2^+) وتجرى التجارب التأكيدية للكشف عن أيون الأمونيوم .

ويجرى الكشف عن كاتيونات الشق القاعدى كالآتى :

١ - يضاف إلى محلول الملح حمض الهيدروكلوريك المخفف على البارد فإذا ظهر راسب أبيض فيدل ذلك على أن الشق القاعدى للملح يقع فى المجموعة الأولى والتى تضم الفضة والرصاص والزئبقوز ويمكن عمل التجارب التأكيدية للتفرقة بين هذه الشقوق كالآتى :

التجربة التأكيدية	الفضة (Ag^+)	الرصاص (Pb^{++})	الزئبقوز (Hg_2^{++})
- الراسب الأبيض + ماء ساخن	سالب	يذوب ويعود بالتبريد	سالب
- الراسب الأبيض + هيدروكسيد الأمونيوم	يذوب	سالب	راسب أسود
- محلول الملح - محلول كرومات البوتاسيوم	يتكون راسب أحمر من كرومات الفضة يذوب فى حمض النيتريك المخفف وهيدروكسيد الأمونيوم	يتكون راسب أصفر من كرومات الرصاص لا يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم ويذوب فى حمض النيتريك وهيدروكسيد الصوديوم	يتكون راسب بنى من كرومات الزئبقوز يتحول بالتسخين إلى بلورات حمراء
- محلول الملح + محلول حمض الكبريتيك المخفف	سالب	يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص يذوب فى محلول خلات الأمونيوم	سالب

٢ - إذا لم يتكون راسب أبيض بعد إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف يمرر غاز كبريتيد الهيدروجين فى المحلول فإذا تكون راسب ملون دل ذلك على وجود أحد كاتيونات المجموعة الثانية (مجموعة النحاس ومجموعة القصدير) ويمكن معرفة إذا كان الكاتيون ينتمى إلى مجموعة النحاس أو مجموعة القصدير تجرى التجربة الآتية :

يضاف محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى جزء قليل من الراسب فإذا لم يذوب الراسب فإن الشق القاعدى ينتمى إلى مجموعة النحاس وإذا تم ذوبان الراسب فإن الشق القاعدى ينتمى إلى مجموعة القصدير ويمكن عمل التجارب الآتية لمعرفة الشقوق القاعدية لمجموعة النحاس والشقوق القاعدية لمجموعة القصدير .

(أ) الكشف عن الشقوق القاعدية فى مجموعة النحاس :

التجربة	الزئبقيك (Hg^{2+})	الرصاص (Pb^{+})	البزموت (Bi^{3+})	النحاس (Cui^{2+})	الكادميوم (Cd^{2+})
- لون الراسب	راسب أبيض يتحول سريعاً إلى الأصفر فالبنى فالأسود	راسب أسود يذوب فى حمض النيتريك المركز	راسب أسود بنى يذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن	راسب أسود يذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن	راسب أصفر يذوب فى الأحماض المخففة بالتسخين
- محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم	راسب أبيض لا يذوب فى زيادة من الكاشف	راسباً أبيض لا يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب أبيض لا يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب أزرق باهت يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب أبيض يذوب فى زيادة من الكاشف
- محلول الملح + محلول يوديد البوتاسيوم	راسب أحمر يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب أصفر لامع يذوب فى الماء الساخن	راسب أسود يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب بنى	سالب
- محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم	راسب بنى محمر يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب أبيض يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب أبيض لا يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب أزرق مخضر لا يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب أبيض لا يذوب فى زيادة من الكاشف

(ب) الكشف عن الشقوق القاعدية فى مجموعة القصدير :

التجربة	القصديروز (Sn^{+2})	القصديريك (Sn^{3+})	الأنتيمون الثلاثى (Sb^{3+})	الأنتيمون الخماسى (Sb^{+5})	الزرنيخ (As^{+3})
- لون الراسب	راسب بنى يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز	راسب أصفر يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز	راسب أحمر برتقالى يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز الساخن	راسب أحمر برتقالى يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز	راسب أصفر لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المركز
- محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم	راسب أبيض يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب أبيض جيلاتينى	سالب	سالب	سالب
- محلول الملح + محلول كلوريد الزئبقيك	يتكون راسب أبيض حريرى يتحول فى زيادة من محلول الملح إلى رمادى	سالب	سالب	سالب	سالب

٣ - إذا لم يتكون أى راسب فى التجربة السابقة ، فيحضر محلول جديد من الملح ويضاف إليه بضع نقاط من حمض النيتريك المركز ليتم أكسدة الحديدوز إلى حديديك ثم يضاف كاشف المجموعة الثالثة وهو زيادة من كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم فإذا تكون راسب فهذا يدل على وجود أحد عناصر المجموعة الثالثة وهى الحديديك والأمونيوم والكروم والتى تترسب على هيئة هيدروكسيدات ويمكن عمل التجارب الآتية للتعرف على الشقوق القاعدية للمجموعة الثالثة :

التجربة	الحديديك (Fe^{3+})	الألومنيوم (Al^{3+})	الكروم (Cr^{3+})
- تون الهيدروكسيد	راسب بنى جيلاتينى لا يذوب فى زيادة من محلول الأمونيا	راسب أبيض جيلاتينى يذوب فى زيادة من هيدروكسيد الصوديوم	راسب أخضر يذوب فى زيادة من محلول الأمونيا
- محلول الملح + محلول فوسفات الصوديوم	راسب أبيض مصفر يذوب فى الأحماض المعدنية	راسب أبيض يذوب فى الأحماض المعدنية	راسب أخضر يذوب فى الأحماض المعدنية
- محلول الملح + ثيوسانات الأمونيوم	لون أحمر قرمزى	سالب	سالب
- محلول الملح + حديدو سيانيد البوتاسيوم	راسب أزرق داكن	سالب	سالب
- محلول الملح + محلول هيدروكسى كينولين.	سالب	راسب أصفر مخضر	سالب
- محلول الملح + محلول فوق أكسيد الهيدروجين .	سالب	سالب	يتلون المحلول باللون الأصفر

٤ - إذا تكون راسب فى الخطوة السابقة ، أمرر غاز كبريتيد الهيدروجين فى نفس المحلول السابق فإذا تكون راسب دل على ذلك وجود أحد كاتيونات المجموعة الرابعة (مجموعة الزنك) والتى تحتوى الشقوق القاعدية : الزنك (Zn^{++}) ، الكوبلت (Co^{++}) ، المنجنيز (Mn^{++}) ، والنيكل (Ni^{++}) ، وتترسب عناصر هذه المجموعة على هيئة كبريتيدات ويمكن عمل التجارب الاتية للكشف عن الشقوق القاعدية للمجموعة الرابعة :

التجربة	النيكل (Ni^{2+})	الكوبلت (Coi^{2+})	المنجنيز (Mni^{2+})	الزنك (Zn^{2+})
- لون الكبريتيد المترسب	راسب أسود لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف	راسب أسود لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف	راسب أحمر باهت يذوب بسهولة فى الأحماض المخففة	راسب أبيض يذوب فى الأحماض المعدنية
- محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم	راسب أخضر لا يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب أزرق	راسب أبيض إلى بنى داكن عند تعرضه للهواء لا يذوب فى زيادة من الكاشف	راسب أبيض جيلاتينى يذوب فى زيادة من الكاشف
- محلول الملح + فوسفات الصوديوم	سالب	سالب	راسب لحمى	راسب أبيض
- محلول الملح المحتوى على قطرات من محلول الأمونيا + ثنائى ميثيل الجليوكزيم	راسب أحمر	سالب	سالب	سالب
- محلول الملح المحمض بحمض الخليك + محلول نيتريت البوتاسيوم	سالب	راسب أحمر	سالب	سالب

٥ - إذا لم يتكون راسب فى الخطوة السابقة يؤخذ جزء من محلول الملح ثم يضاف إليه كاشف المجموعة الخامسة ، وكاشف المجموعة الخامسة هو كربونات الأمونيوم فى وجود كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم وتترسب هذه المجموعة على هيئة كربونات ، فإذا تكون راسب دل ذلك على وجود أحد كاتيونات المجموعة الخامسة . ويمكن عمل التجارب التالية للكشف عن الشقوق القاعدية للمجموعة الخامسة (مجموعة الكالسيوم) .

التجربة	الباريوم (Ba^{2+})	الاسترنشيوم (Sr^{2+})	الكالسيوم (Ca^{2+}_{2})
- لون الكربونات المترسبة	راسب أبيض يذوب فى الأحماض المخففة	راسب أبيض يذوب فى الأحماض المعدنية	راسب أبيض يذوب فى الأحماض المعدنية
- محلول الملح + محلول أكسالات الأمونيوم	سالب	راسب أبيض يذوب فى الأحماض المعدنية	راسب أبيض يذوب فى الأحماض المعدنية
- محلول الملح + حمض الكبريتيك المخفف	راسب أبيض لا يذوب فى الأحماض المعدنية	راسب أبيض شحيح الذوبان فى الماء ولا يذوب فى كبريتات الأمونيوم	راسب أبيض يذوب فى الماء وأكثر ذوبانية فى الأحماض ويذوب فى كبريتات الأمونيوم
- محلول الملح + محلول كبريتات الكالسيوم	راسب أبيض فى الحال حتى فى المحاليل المخففة	راسب أبيض يتكون ببطء ويزداد بالغليان	سالب

٦ - إذا لم يتكون أى راسب فى الخطوة السابقة فهذا يدل على أن الشق القاعدى يقع فى المجموعة السادسة والتى تشمل الشقوق القاعدية الصوديوم (Na^+) ، البوتاسيوم (K^+) ، والماغنسيوم (Mg^{++}) ، والأمونيوم (NH_4^+) ، ولقد تم الكشف عن الأمونيوم فى بداية الكشف عن الشق القاعدى فيتبقى الكشف عن الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم ويمكن الكشف عنهم بعمل تجارب منفصلة والكشف عن الماغنسيوم أولاً بإجراء التجارب الآتية :

محلول الملح - محلول كربونات الصوديوم ← راسب أبيض من كربونات الماغنسيوم

محلول الملح - محلول هيدروكسيد الصوديوم ← راسب أبيض لا يذوب فى زيادة من الكاشف

ويمكن الكشف عن البوتاسيوم بعمل التجربتين الآتيتين :

محلول الملح - طرطرات الصوديوم الهيدروجينية ← راسب أبيض يذوب فى الأحماض المعدنية

محلول الملح - ملح كوبلتى نيتريت الصوديوم ← راسب أصفر يذوب فى الأحماض المعدنية

ويمكن الكشف عن الصوديوم بعمل التجربة الآتية :

محلول الملح - محلول أنتيمونات البوتاسيوم ← راسب أبيض

التعرف على سائل غير عضوى بسيط

إن السائل غير العضوى المجهول يمكن أن يكون واحداً من الآتى :

- ماء نقى .
- محلول حمض فى الماء .
- محلول قاعدة فى الماء .
- محلول ملح فى الماء .

ويمكن التفرقة بين الاحتمالات الموضحة عاليه عن طريق دراسة الخواص الطبيعية وبعض التفاعلات البسيطة للمحلول كالآتى :

١ - اللون والرائحة :

عموماً فإن الماء النقى ومحاليل الأحماض والقواعد فى الماء ليست ملونة وبعض الأملاح يعطى محاليل ملونة ، يمكن اختبار رائحة الأمونيا ، وكبريتيد الهيدروجين وثانى أكسيد الكبريت .

٢ - تأثير الحرارة :

بخر جزء من السائل فى بوتقة على حمام مائى ولاحظ اللون والرائحة وطبيعة المادة الصلبة المتبقية إن وجدت .

٣ - التأثير على ورقة عباد الشمس :

إذا كان السائل له تأثير حمضى على ورقة عباد الشمس فإن السائل يمكن أن يكون واحداً من الآتى :

- محلول حمضى حر مثل حمض الهيدركلوريك وحمض الكبريتيك .
- محلول ملح حمضى مثل كلوريد الأمونيوم أو كبريتات الزلومنيوم أو بيكبريتات الصوديوم ويمكن التفرقة بينهما كالآتى :

(أ) **التبخير :** إذا لم يتكون أى بقايا أو مخلفات فإن المحلول يكون حامضى حر ولكن إذا تكونت متخلفات وبقايا فإن المحلول يكون ملح حامض .

(ب) **كربونات الصوديوم :** عند إضافة محلول الكربونات إلى السائل وحدوث فوران فإن ذلك يدل على أن السائل حمضى حر ، وإذا لم يحدث فوران فذلك يدل أن السائل هو ملح حمضى .

(جـ) يجرى الكشف عن الشق القاعدى كما ذكرنا للتأكيد .

- إذا كان السائل له تأثير قلوى على ورقة عباد الشمس فإن السائل يمكن أن يكون واحداً من الآتى :

- سائل قلوى حر مثل هيدروكسيد الأمونيوم وهيدروكسيد الصوديوم .
- محلول ملح قاعدى مثل كربونات الصوديوم أو كبريتيد الصوديوم ويمكن التفرقة بينهما كالآتى :

(أ) **محلول نترات الفضة** : عند إضافة محلول نترات الفضة إلى المحلول المجهول يتكون راسب أسود مع الهيدروكسيدات (أفقيًا تعطى الكبريتيدات راسب أسود) .

(ب) **محلول كبريتات النحاس** : عند إضافة محلول كبريتات النحاس إلى المحلول المجهول يتكون راسب أزرق مع الهيدروكسيد فقط .

(جـ) **محلول كلوريد الزئبقيك** : عند إضافة محلول كلوريد الزئبقيك إلى المحلول المجهول يتكون راسب أبيض فى حالة هيدروكسيد الأمونيوم وراسب أحمر بنى مع بقية الهيدروكسيدات .

(د) **محلول كلوريد الحديديك** : عند إضافة محلول كلوريد الحديديك إلى المحلول المجهول يتكون راسب بنى محمر فى حالة الهيدروكسيدات .

وإذا كان السائل المجهول ليس محلول قلوى حر (مثل الهيدروكسيدات) فيدب الكشف عن الشق القاعدى له كالآتى :

- أعلى جزء من المحلول فإذا تصاعدت أبخرة الأمونيا فيدل ذلك على أن المحلول المجهول هو هيدروكسيد أمونيوم .
- أضف محلول مركز من كبريتات الكالسيوم إلى المحلول المجهول فإذا تكون راسب أبيض فإن المحلول المجهول هو هيدروكسيد باريوم .
- أضف محلول مركز من اكسالات الصوديوم إلى المحلول المجهول فإذا تكون راسب أبيض فهذا يدل على أن المحلول المجهول هو هيدروكسيد الكالسيوم .
- يعمل اختبار كارنوت فإذا تكون راسب أصفر يدل ذلك على أن المحلول المجهول هو هيدروكسيد بوتاسيوم .
- بخر جزء من السائل حتى قرب الجفاف وأجرى اختبار اللهب على الجزء الباقى فإذا شاهدت لون أصفر فيدل ذلك على أن المحلول المجهول هو هيدروكسيد صوديوم ويستخدم هذا الاختبار أيضًا للكشف عن الكالسيوم والباريوم .

إذا لم يكن السائل المجهول محلول هيدروكسيد عندئذ يكون هذا السائل هو محلول ملح قاعدى ويمكن الكشف عى شقيه الحامضى والقاعدى كما ذكر آنفًا .

- أخيرًا إذا كان السائل له تأثير متعادل على ورقة عباد الشمس .

أن السائل يكون واحداً من الآتى :

- ماء نقى .
- محلول لملح متعادل فى الماء مثل كلوريد الصوديوم أو كبريتات البوتاسيوم .

ويمكن الكشف عن كل منهما كالآتى :

يبخر جزء من المحلول فإذا لم يلاحظ أبخرة ورائحة خاصة وإذا لم يتكون شوائب وبقايا فإن المحلول المجهول يكون ماء نقى ومن الناحية الأخرى فإذا تبقى بقايا بعد التبخير فإن السائل المجهول يكون محلول ملح متعادل ويمكن الكشف عن شقيه الحامضى والقاعدى كما ذكرنا آنفاً .

الكشف عن الشقوق الحامضية فى المحاليل والمخاليط

الكشف عن الشق الحامضى فى المحاليل :

تعتمد طريقة التعرف على الشق الحامضى للملح البسيط على تأثير الأحماض فى المادة الصلبة حيث أن الشقوق الحامضية للأملاح تنقسم إلى ثلاثة مجموعات تبعا لدرجة حساسيتها للأحماض ، ووجود الملح على هيئة محلول وعند تفاعله مع الأحماض فيجب أن يكون المحلول مركزاً لكى تؤثر الأحماض فيها ، وإذا تم تركيز المحلول للحصول على الملح الصلب أو الحصول على محلول مركز فإن بعض الشقوق الحامضية فى المحاليل يعتمد على تكوين بعض الرواسب أو تكوين ألوان مميزة مع بعض الكواشف مثل كلوريد الباريوم ونترات الفضة .

يجب عند العمل على المحاليل أن يكون المحلول متعادلاً وإذا كان المحلول حمضيًا فيحضر المحلول المتعادل بإضافة قطرة قطرة من هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قاعديًا ويختبر ذلك بواسطة ورقة عباد الشمس ثم يغلى المحلول لطرد الزيادة من الأمونيا .

يضاف قطرات من محلول نترات الفضة إلى المحلول المتعادل وسجل ما تشاهده من تكوين راسب وذوبانه فى الأحماض والقلويات .

المشاهدة	ذوبان الراسب	التجربة
- راسب أبيض يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم ويتحول إلى بنفسجى عند تعرضه للضوء .	لا يذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن أو حمض الخليك .	كلوريد
- راسب أصفر باهت يذوب فى محلول هيدروكسيد الأمونيوم المركز .	لا يذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن أو حمض الخليك .	بروميد
- راسب أصفر لا يذوب فى محلول هيدروكسيد الأمونيوم المخفف أو المركز .	لا يذوب فى حمض النيتريك المخفف الساخن أو حمض الخليك .	يوديد
- راسب أبيض يذوب فى محلول هيدروكسيد الأمونيوم ويتحول بالغليان إلى راسب أسود من معدن الفضة .	يذوب فى حمض النيتريك ولا يذوب فى حمض الخليك .	كبريتيت
- راسب أبيض يتحول بسرعة إلى الأصفر فالبنى فالأسود نتيجة تكوين كبريتيد الفضة .	يذوب فى حمض النيتريك ولا يذوب فى حمض الخليك .	ثيوكبريتات

- راسب أسود .	يذوب فى النيتريك ولا يذوب فى الخليك .	كبريتيد
- راسب أصفر يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم .	يذوب فى النيتريك ولا يذوب فى الخليك .	فوسفات
- راسب بنى يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم .	يذوب فى النيتريك ولا يذوب فى الخليك .	زرنيخات
- راسب أبيض يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم وفى الأحماض مع حدوث فوران وتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون ويتحول الراسب إلى البنى بالتسخين .		كربونات
- راسب أبيض يتكون بعد التسخين يذوب فى هيدروكسيد الأمونيوم ويحدث فوران مع الأحماض .		ثيوكبريتات
- راسب أبيض .	يذوب الراسب فى هيدروكسيد الأمونيوم ويتحول إلى البنى بالتسخين .	بورات
راسب أبيض من المحاليل المركزة يذوب فى زيادة من الماء الساخن .		نيتريت

إذا لم يتكون راسب فإن المحلول يحتمل أن يكون شقه الحامضى نترات أو كبريتات ويمكن التأكد من الكبريتات بمحلول كلوريد الباريوم ، وبالنسبة للنترات يمكن التأكد بعمل تجارب تأكيدية على النترات .

الكشف عن الشق الحامضى فى المخاليط :

تجرى تجارب الكشف عن الشق الحامضى فى المحاليل مباشرة وإذا كان المخلوط مادة صلبة فيجب أن يحضر المحلول من المخلوط الصلب كالآتى :

- يغلى المخلوط الصلب فى محلول كربونات الصوديوم حيث تترسب عناصر الفلزات على هيئة الكربونات الغير ذائبة فى الماء . يتم الترشيح لفصل الكربونات غير الذائبة عن الرشح ويقسم الراشح إلى قسمين غير متساويين ، فيؤخذ الجزء الأكبر من الراشح ويغلى مع قليل من حمض النيتريك المخفف وذلك للتخلص من الكربونات الزائدة ، أما الجزء الأصغر من الراشح فيترك جانبًا ويستخدم للكشف عن النترات عن طريق تفاعله مع كبريتات الحديدوز وحمض الكبريتيك المركز ، ويمكن التخلص من الكربونات الزائدة فى الجزء الأصغر بإضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك المخفف .

١ - يتم معادلة الجزء الأول من المحلول باستخدام محلول الأمونيا ثم يضاف محلول نترات الفضة ويلاحظ الآتى :

المشاهدة	الاستنتاج
- عدم تكوين راسب	يحتمل أن يكون أحد الشقوق الحامضية أو جميعها من الشقوق الآتية : نترات - بورات - كبريتات - كلورات
- راسب أبيض	كلوريد
- راسب أصفر باهت	بروميد
- راسب أصفر	يوديد
- راسب بنى	زرنيخات
- راسب أبيض يتحول سريعًا إلى الأصفر فالبنى فالأسود .	ثيوكبريتات

٢ - أضف زيادة من حمض النيتريك المخفف ثم محلول نترات الفضة إلى الجزء الثانى من المحلول ولاحظ ما يأتى :

المشاهدة	الاستنتاج
- راسب أبيض يذوب فى محلول الأمونيا .	كلوريد
- راسب أصفر باهت شحيح الذوبان فى محلول الأمونيا .	بروميد
- راسب أصفر لا يذوب فى محلول الأمونيا .	يوديد

٣ - أضف إلى الجزء الثالث من المحلول حمض الهيدروكلوريك ثم محلول كلوريد الباريوم ولاحظ ما يأتى :

المشاهدة	الاستنتاج
راسب أبيض	كبريتات

٤ - أضف إلى الجزء الرابع من المحلول محلول الأمونيا حتى يصبح قلويًا ثم أضف محلول كلوريد الكالسيوم ولاحظ ما يأتى :

المشاهدة	الاستنتاج
راسب أبيض يذوب فى حمض الخليك	فوسفات - بورات - زرنيخات

٥ - يضاف إلى الجزء الخامس من المحلول محلول الأمونيا نقطة نقطة حتى يصبح المحلول متعادلاً ثم يضاف محلول كلوريد الحديدك المتعادل ولاحظ ما يأتى :

المشاهدة	الاستنتاج
راسب أبيض مصفر	فوسفات - زرنيخات

يؤخذ الجزء الأصفر من المحلول الذى ترك جانباً ويجرى الكشف عن النترات فيه .

أحياناً تتداخل الشقوق الحامضية مع بعضها مما يصعب عملية التعرف والكشف عن هذه الشقوق وتمييزها ، ونذكر بعض الحالات الشائعة وطريقة الكشف عنها :

١ - النترات والنيتريت :

النيتريت : يمكن الكشف عن النيتريت بسهولة فى وجود زيادة من النترات . يضاف جزء قليل من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى كمية من المخلوط الصلب فإذا تصاعدت أبخرة بنية على البارد من أكاسيد النيتروجين فيدل ذلك على وجود أيون النيتريت فى المخلوط .

النترات : الكشف عن النترات فى وجود النيتريت ، يجب التخلص من أيون النيتريت بإضافة اليوريا وحمض الكبريتيك المخفف فيتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون والنيتروجين وبهذه الطريقة يمكن التخلص من أيون النيتريت ، ويضاف إلى المحلول بعد ذلك كبريتات الحديدوز وحمض الكبريتيك المركز للكشف عن أيون النترات .

٢ - النترات والبروميد :

يضاف إلى محلول المخلوط كبريتات الفضة فيتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة الذى يتم فصله عن طريق الترشيح ، ويؤخذ الراشح ويتم الكشف عن النترات فيه .

٣ - الكربونات والكبريتيت :

يضاف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى المخلوط الصلب فيتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت ، ويمكن الكشف عن هذين الغازين بإمرارهما على أنبوبة بها محلول بيكرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المخفف فيتحول لون البيكرومات من برتقالى إلى أخضر وهذا يؤكد وجود أيون الكبريتيت ، ثم بعد ذلك يمرر الغاز الخارج من محلول البيكرومات على محلول هيدروكسيد الكالسيوم الذى يتعكر نتيجة تكوين كربونات الكالسيوم وهذا يدل على وجود أيون الكربونات .

٤ - الكبريت والثيوكبريتات والكبريتات :

عند إضافة زيادة من نترات الباريوم إلى محلول المخلوط فيتكون راسب من كبريتيت الباريوم وكبريتات الباريوم الغير ذائبان فى الماء أما ثيوكبريتات الباريوم فتكون ذائبة فى الماء ويرشح المخلوط ويؤخذ الراشح ويقسم إلى قسمين ، ويتم الكشف عن الثيوكبريتات فى الراشح :

- يضاف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى جزء من الراشح فيتكون راسب أصفر من الكبريت المعلق ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت برائحته المميزة فهذا يدل على وجود الثيوكبريتات .
- يضاف محلول نترات الفضة إلى الجزء الآخر من الراشخ فيتكون راسب أبيض يتحول إلى الأصفر فالبنى فالأسود ، فهذا يؤكد وجود الثيوكبريتات .
- أما الراسب الذى يحتوى على كبريتيت وكبريتات الباريوم فيضاف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الراسب فيذوب كبريتيت الباريوم وبالتسخين يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت وهذا يؤكد وجود أيون الكبريتيت ، أما الراسب الذى لم يتأثر بحمض الهيدروكلوريك فهو أيون الكبريتات .

٥ - الكبريتيد والكبريتيت والثيوكبريتات والكبريتات :

يعالج هذا المخلوط عن طريق ترسيب الكبريتيد الموجود على هيئة كبريتيد الكادميوم الغير ذائب ، ويتم ذلك بإضافة زيادة من كربونات الكادميوم إلى الخليط والترشيح ، فيحتوى الراسب على كبريتيد الكادميوم والزيادة من كربونات الكادميوم ثم يضاف زيادة من حمض الخليك المخفف إلى الراسب للتخلص من الكربونات الزائدة فإذا تبقى راسب أصفر دل على ذلك على وجود الكبريتيد أما الراشح فيحتوى على الكبريتيت والثيوكبريتات والكبريتات ويتم الفصل بين هذه الشقوق كما ذكر فى الخطوة السابقة .

٦ - الكلوريد والبروميد واليوديد :

(أ) يضاف زيادة من محلول كبريتات النحاس إلى محلول المخلوط المتعادل أو الحمض قليلاً ثم يشبع المحلول بغاز ثانى أكسيد الكبريت حتى يتم ترسيب يوديد النحاسوز طبقًا للمعادلة الآتية :

$$ZKI + 2\ CuSO_4 + H_2O + SO_2 \longrightarrow Cu_2I_2 + 2\ KHSO_4 + H_2SO_4$$

ويجب التأكد من وجود زيادة من كبريتات النحاس وذلك بظهور اللون الأزرق ، ثم يتم الترشيح ويؤخذ الراسب ويضاف إليه حمض الكبريتيك المركز فتتصاعد أبخرة بنفسجية .

(ب) يضاف زيادة من هيدروكسيد الصوديوم إلى الراشح فيترسب النحاس على هيئة أكسيد نحاس وبغليان المحلول يتجمع الراسب ويتم الترشيح ويؤخذ الراشح الذى يحتوى على أيون الكلوريد والبروميد .

(جـ) يغلى الراشح حتى الجفاف ويتم سحق المادة الصلبة وتقطيرها مع مسحوق بيكرومات البوتاسيوم وقليل من حمض الكبريتيك المركز فى معوجة تقطير وتمرر الأبخرة المتصاعدة فى الماء البارد وعند وجود البروميد فإنه يتأكسد إلى بروم يتطاير فى الماء ، أما الكلوريد فيتحول إلى كلوريد الكروميل على هيئة أبخرة حمراء تشبه البروم ولكنه يتحلل فى الماء إلى حمض الكروميك .

يقسم المحلول إلى قسمين :

- يضاف قليل من الكلوروفورم إلى الجزء الأول فيتم استخلاص البروم من الماء ويتلون الكلوروفورم باللون الأحمر وهذا يدل على وجود البروميد .

- يضاف قليل من فوق أكسيد الهيدروجين إلى الجزء الثانى ثم يضاف قليل من الأثير فإذا تلونت طبقة الأثير باللون الأزرق فيدل ذلك على وجود أيون الكرومات وهذا يدل على وجود أيون الكلوريد .

الكشف على مخاليط الشقوق القاعدية (الكاتيونات)

الكشف عن شق الأمونيوم : NH_4^+

يسخن جزء من المخلوط الصلب مع محلول هيدروكسيد الصوديوم فإذا تصاعدت أبخرة الأمونيا ذات الرائحة النفاذة والتى تكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بحامض الهيدروكلوريك المخفف ، فيدل ذلك على وجود أيون الأمونيوم .

يحضر محلول المخلوط بإذابة جزء من المخلوط الصلب فى المحاليل الاتية على البارد ثم التسخين فى حالة عدم الذوبان على البارد .

١ - الماء .
٢ - حمض الهيدروكلوريك المخفف .
٣ - حمض الهيدروكلوريك المركز .
٤ - حمض النيتريك المخفف .
٥ - حمض النيتريك المركز .
٦ - الماء الملكى .

١ - المجموعة الأولى :

أضف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى محلول المخلوط فإذا تكون راسب أبيض فتم الترشيح ، ويؤخذ الراشح ويضاف إليه كمية أخرى من الحامض للتأكد من اتمام الترسيب ثم الترشيح . تكوين راسب أبيض يدل على وجود كاتيونات المجموعة الأولى.

الراسب	الراشح
قد يحتوى على كلوريد الرصاص ، كلوريد الفضة وكلوريد الزئبقوز .	يحتفظ بالراشح للكاشف على المجموعات التالية

اغسل الراسب بالماء البارد وأغليه مع كمية كبيرة من الماء ورشح على الساخن .

الراسب	الراشح
قد يحتوى على كلوريد الفضة وكلوريد الزئبقوز (إذا كان الرصاص موجوداً فيجب غسل الراسب عدة مرات بالماء المغلى) . أضف محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى الراسب مع التسخين ثم رشح .	قد يحتوى على كلوريد الرصاص : ١ - برد جزء من الراشح إذا تكون راسب أبيض يدل على وجود الرصاص . ٢ - أضف حمض الكبريتيك المخفف إلى الراشح فإذا تكون راسب أبيض دل ذلك على وجود الرصاص . ٣ - أضف محلول كرومات البوتاسيوم إلى الراشح فإذا تكون راسب أصفر دل ذلك على وجود الرصاص Pb^{+2}

الراسب	الراشح
راسب أسود يدل على وجود الزئبق . يذاب الراسب في الماء الملكي ثم خفف بالماء : ١ - أضف محلول كلوريد القصديروز يتكون راسب أبيض الذى يتحول إلى رمادى عند إضافة زيادة من الكاشف وهذا يؤكد وجود الزئبق . Hg^{+2}	قد يحتوى على الفضة : ١ - أضف حمض النيتريك المخفف إلى جزء من الراشح فإذا تكون راسب أبيض متجمع والذى يتحول إلى البنفسجى عند تعرضه للضوء فيدل ذلك على وجود الفضة . ٢ - أضف محلول يوديد البوتاسيوم إلى الجزء الاخر من الراشح فيتكون راسب أصفر وهذا يدل على وجود الفضة . Ag^{+}

٢ - المجموعة الثانية :

يكشف عن وجود أيون النترات فى الرشح الذى تم الحصول عليه من الخطوة السابقة وإذا كانت النترات موجودة فيجب التخلص منها كما ذكر سابقًا . خفف الراشح بالماء ثم التسخين وأمرر غاز كبريتيد الهيدروجين فى الراشح . خفف بالماء مرة ثانية وأمرر كمية إضافية من غاز كبريتيد الهيدروجين لإتمام ترسيب كبريتيدات المجموعة الثانية . كرر هذه العملية حتى لا يحدث أى ترسيب بعد ذلك ثم رشح .

الراسب	الراشح
قد يحتوى كبريتيدات الزئبقيك ، الرصاص ، البزموت ، النحاس ، الكادميوم ، الزرنيخيك ، الأنتيمون والقصدير .	يحتفظ بالراشح للكشف على المجموعات التالية .

يتم معالجة الراسب بمحلول كبريتيد الأمونيوم الأصفر ، سخن بهدوء ثم رشح .

الراسب	الراشح
قد يحتوى كبريتيدات الزئبقيك ، الرصاص ، البزموت ، النحاس ، الكادميوم ، الأنتيمون . يتم معالجة الراسب كما ذكر تحت مجموعة النحاس .	قد يحتوى على الأملاح الكبريتية للزرنيخيك ، والأنتيمون والقصدير . يعالج الراشح كما ذكر تحت مجموعة القصدير .

(أ) مجموعة النحاس :

يعالج الراسب الذى تم الحصول عليه بمحلول حمض النيتريك المخفف (٢ ع) سخن لدرجة الغليان ثم رشح .

الراسب	الراشح
راسب أسود من كبريتيد الزئبقيك يذاب هذا الراسب فى الماء الملكى ثم ترشح لفصل الكبريت المعلق . يضاف محلول كلوريد القصديروز إلى الراشح للكشف عن الزئبق فيتكون راسب أبيض رمادى وهذا يدل على وجود الزئبق . Hg^{+2}	قد يحتوى الراشح على نترات الرصاص ، نترات النحاس ، نترات البزموث ، ونترات الكادميوم ، يؤخذ جزء صغير من الراشح ويضاف إليه حمض الكبريتيك المخفف والكحول الإيثيلى فيتكون راسب أبيض ويدل ذلك على وجود الرصاص . أضف حمض الكبريتيك المخفف (٦ ع) إلى الراشح لفصل الرصاص وبخر حتى تنطلق أبخرة بيضاء .

برد وخف بالماء ورشح .

الراسب	الراشح
راسب أبيض من كبريتات الرصاص يوب فى محلول خلات الأمونيوم . اجرى بعض التجارب التأكيدية .	قد يحتوى على البزموث ، النحاس والكادميوم . أضف زيادة من محلول هيدروكسيد الأمونيوم ثم رشح .

الراسب	الراشح
راسب أبيض من هيدروكسيد البزموث يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف . ١ - خفف المحلول الذى يحتوى على أيون البزموث بالماء فيتكون راسب أبيض من ملح البزموث القاعدى . ٢ - أضف إلى محلول الحامضى خليط من محلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول كلوريد القصديروز فيتكون راسب أسود ويدل ذلك على وجود البزموث . Bi^{+3}	قد يحتوى على النحاس (لون أزرق) والكادميوم . ١ - أضف إلى جزء من الراشح حمض الخليك ثم محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم فيتكون راسب بنى محمر ويدل ذلك على وجود النحاس . ٢ - أضف زيادة من محلول سيانيد البوتاسيوم إلى جزء من الراشح ثم أمرر غاز كبريتيد الهيدروجين فيتكون راسب أصفر ويدل ذلك على وجود الكادميوم . إذا كان النحاس غير موجود فاختبر وجود الكادميوم بإمرار غاز كبريتيد الهيدروجين مباشرة فى المحلول .

مجموعة القصدير :

يعالج الراشح الذى يحتوى على الأملاح الكبريتية للزرنيخيك ، الأنتيمون والقصدير بإستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف فيتكون راسب أبيض أو أبيض مصفر ويدل ذلك على الكبريت المعلق ويمكن إهماله . إذا تكون راسب أصفر أو برتقالى فيتم الترشيح وغسيل الراسب بالماء . يتم معالجة الراسب باستخدام حمض الهيدروكلوريك المركز وسخن لبضع دقائق حتى يتوقف تصاعد أبخرة غاز كبريتيد الهيدروجين ثم خفف بالماء ورشح .

الراسب	الراشح
كبريتيد الزرنيخيك والكبريت يذاب الراسب فى حمض النيتريك المركز وسخن ثم رشح لإزالة الكبريت . أضف مولبدات الأمونيوم إلى جزء من الراشح فيتكون راسب أصفر ويدل ذلك على وجود الزرنيخيك . As^{+2}	قد يحتوى الراشح على كلوريدات الأنتيمون والقصدير . قسم الراشح إلى جزئين : ١ - أضف إلى الجزء الأول من الراشح محلول هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلويًا ثم أضف ٥ جرام من حمض الأكساليك الصلب . اغلى ليذوب حمض الأكساليك ثم أمرر غاز كبريتيد الهيدروجين فيتكون راسب برتقالى وهذا يدل على وجود الأنتيمون . يفصل كبريتيد الأنتيمون بالترشيح ثم يضاف محلول برمنجنات البوتاسيوم ، سخن ثم أمرر غاز كبريتيد الهيدروجين فيتكون راسب أصفر ويدل ذلك على وجود القصدير . ٢ - أضف إلى الجزء الآخر من الراشح قطعة صغيرة من الزنك وسخن لبعض الوقت فيتكون راسب أسود على الزنك فيدل ذلك على وجود الأنتيمون . اغلى المحلول لإذابة قطعة الزنك ثم خفف بالماء ورشح . قد يحتوى الراشح القصدير على هيئة ملح قصديروز . أضف محلول كلوريد الزئبقيك فيتكون راسب أبيض أو رمادى ويدل ذلك على وجود القصدير . Sn^{+2}

المجموعة الثالثة :

يجب أخذ الملاحظات التالية فى الاعتبار قبل البدء فى الكشف عن عناصر المجموعة الثالثة :

١ - يجب إزالة كبريتيد الهيدروجين تمامًا من المحلول ليمنع ترسيب عناصر المجموعة الرابعة عند إضافة كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم ويمكن عمل ذلك بغليان الراشح الذى حصلنا عليه من المجموعة الثانية لمدة عشر دقائق مع إضافة بضع نقاط من حمض النيتريك المركز الذى يؤكسد كبريتيد الهيدروجين إلى كبريت وكذلك يؤكسد أملاح الحديدوز إلى حديديك ، فإذا تكون راسب من معلق الكبريت يتم الترشيح ويهمل الراسب .

٢ - اختبر وجود الفوسفات فى المحلول بإضافة محلول موليبدات الأمونيوم . إن وجود أيون الفوسفات يسبب فى ترسيب فوسفات عناصر المجموعات الثالثة والرابعة والخامسة وكذلك فوسفات الماغنسيوم عند إضافة محلولى كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم . فإذا كانت الفوسفات موجودة فيتم معالجة المحلول بإضافة محلولى كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم وحوالى ٢٠ مل من محلول مركز من خلات الأمونيوم وجزء قليل من حمض الخليك فى حالة عدم وجود أيون الفوسفات تتبع الخطوات الآتية :

أضف زيادة من محلول كلوريد الأمونيوم ثم أغلى وأضف محلول هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلويًا . أغلى المخلوط لمدة ثلاث دقائق ورشح الراسب المتكون.

الراسب	الراشح
قد يحتوى الراسب علي هيدروكسيدات الألومنيوم والكروم والحديد .	يحتفظ به للكشف عن المجموعات التالية .

يتم معالجة الراسب بمحلول هيدروكسيد الصوديوم والتسخين حتى الغليان ثم الترشيح.

الراسب	الراشح
قد يحتوى على هيدروكسيد الكروم وهيدروكسيد الحديد . أنقل الراسب إلى كأس صغير بإستخدام قليل من الماء .	قد يحتوى ألومنيات الصوديوم . ضع ورقة عباد الشمس الزرقاء فى جزء من الراشح ثم أضف حمض الهيدروكلوريك حتى يصبح المحلول حامضيًا . أضف هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلويًا ثم سخن يتكون راسب أبيض جيلاتينى يدل على وجود الأمنيوم . Al^{+3}

وأضف قليل من محلولى هيدروكسيد الصوديوم وفوق أكسيد الهيدروجين . الصوديوم وفوق أكسيد الهيدروجين .

الراسب	الراشح
قد يحتوى على هيدروكسيد الحديد . يذاب الراسب فى قليل من حمض الهيدروكلوريك المخفف واختبر وجود الحديد فى المحلول . ١ - أضف محلول ثيوسيانات البوتاسيوم إلى جزء من المحلول فيتكون لون أحمر دموى . ٢ - أضف محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم إلى جزء من المحلول فيتكون راسب أزرق (أزرق بروسيا) وهذا يدل على وجود الحديد. Fe^{+3}	إذا كان الراشح لونه أصفر فيدل ذلك على وجود الكروم (على هيئة كرومات صوديوم) . ١ - أضف حمض الخليك ومحلول خلات الرصاص إلى جزء من الراشح فيتكون راسب أصفر ويدل ذل ؛ على وجود الكروم. ٢ - حمض جزء من الراشح بحمض الخليك ثم أضف محلول نترات الفضة فيتكون راسب بنى محمر ويدل ذلك على وجود الكروم. Cr^{+3}

المجموعة الرابعة :

أضف محلول كلوريد الأمونيوم ثم محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى الراشح الذى حصلت عليه من المجموعة الثالثة ثم أضف محلول كبريتيد الأمونيوم نقطة نقطة أو أمرر غاز كبريتيد الهيدروجين فى المحلول حتى يحدث ترسيب تام . رشح واغسل الراسب بمحلول كلوريد الأمونيوم المخفف الذى يحتوى على قليل من كبريتيد الأمونيوم العديم اللون . اهمل الغسيل .

الراسب	الراشح
قد يحتوى على كبريتيد الزنك (أبيض) كبريتيد المنجنيز (لحمى) ، كبريتيد النيكل (أسود) وكبريتيد الكوبلت (أسود) .	احتفظ به للكشف عن المجموعات التالية .

انقل الراسب إلى كأس وأضف إليه حمض الهيدروكلوريك المخفف (١ ع) قلب المخلوط واتركه عند درجة حرارة الغرفة لمدة ثلاث دقائق (قد تذوب كبريتيدات الكوبلت والنيكل إذا ترك المخلوط لفترة زمنية طويلة) رشح .

الراسب	الراشح
قد يحتوى على كبريتيدات النيكل والكوبلت (أسود) يذاب الراسب فى الماء الملكى ثم يبخر إلى الجفاف - خفف بالماء وقسم المحلول إلى جزئين للكشف عن الكوبلت والنيكل .	قد يحتوى على كلوريدات الزنك والمنجنيز أعلى الراشح لطرد كبريتيد الهيدروجين ثم أضف زيادة من محلول هيدروكسيد الصوديوم وأغلى ثم رشح .

الجزء الأول من المحلول	الجزء الثانى من المحلول	الراسب	الراشح
الكشف عن الكوبلت	الكشف عن النيكل		
١ - أضف بضع بلورات نيتريت الصوديوم وقليل من حمض النيتريك ثم سخن بهدوء فيتكون راسب أصفر ويدل ذلك على وجود الكوبلت . ٢ - أضف بضع بلورات من ثيوسيانات البوتاسيوم أو ثيوسيانات الأمونيوم فيتكون راسب أزرق ويدل ذلك على وجود الكوبلت .	١ - أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى المحلول حتى يصبح قلويًا ثم أضف محلول سيانيد البوتاسيوم ليذيب الراسب وأضف نقطتين من خليط محلولى هيدروكسيد الصوديوم وماء البروم فيتكون راسب أسود ويدل ذلك على وجود النيكل . ٢ - أضف محلول هيدروكسيد الأمونيوم .	قد يحتوى على هيدروكسيد المنجنيز . يذاب جزء من الراسب فى حمض النيتريك المركز ثم أضف ثانى أكسيد الرصاص أو فوق أكسيد الهيدروجين . اغلى المخلوط لمدة دقيقتين ثم اتركه جانبًا ليستقر فإذا تكون لون بنفسجى دل ذلك على وجود المنجنيز .	قد يحتوى على زنكات الصوديوم أمرر غاز كبريتيد الهيدروجين فى جزء من الراشح فإذا تكون راسب أبيض دل ذلك على وجود الزنك .

الراسب	الراشح
بالماء الساخن وأهمل الغسيل - يذاب الراسب فى حمض الخليك الساخن ثم يغلى لطرد ثانى أكسيد الكربون - أضف محلول كبريتات الكالسيوم إلى جزء صغير من المحلول وسخن فإذا تكون راسب أبيض يدل ذلك على وجود الأسترنشيوم - إذا كان الاسترنشيوم موجودًا فيضاف زيادة من محلول كبريتات الأمونيوم إلى الجزء الباقى من المحلول ويغلى ثم يترك جانبًا لمدة خمس دقائق ثم يرشح .	فى حمض الهيدروكلوريك وبخر إلى الجفاف اعمل اختبار اللهب فتشاهد أخضر تفاحى وهذا يدل على وجود الباريوم . B^{+2}

الراسب	الراشح
قد يحتوى على الكالسيوم . أضف محلول هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلويًا ثم أضف محلول أكسالات الأمونيوم فإذا تكون راسب أبيض فيدل ذلك على وجود الكالسيوم . يذاب الراسب فى حمض الهيدروكلوريك المركز ثم يبخر المحلول إلى الجفاف اعمل اختبار اللهب فإذا تكون لون أحمر طوبى دل ذلك على وجود الكالسيوم . Ca^{+2}	راسب أبيض من كبريتات الأسترنشيوم . يذاب الراسب فى حمض الهيدروكلوريك المركز ثم يبخر المحلول إلى الجفاف واعمل اختبار اللهب فتشاهد لون أحمر قرمزى ويدل ذلك على وجود الاسترنشيوم . Sr^{+2}

المجموعة السادسة :

إن الراشح الذى تم الحصول عليه من المجموعة الخامسة قد يحتوى على الماغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والأمونيوم الذى يجب الكشف عليه فى المخلوط الأصلى قبل الكشف عن المجموعة الأولى .

يركز الراشح الذى تم الحصول عليه من المجموعة الخامسة ويترك ليبرد فإذا تكون أ ى راسب فرشح ثم اهمل الراسب - قسم الراشح إلى جزئين :

الجزء الأكبر	الجزء الأصغر
بخر الراشح حتى يتوقف تصاعد أبخرة أملاح الأمونيوم البيضاء فإذا لم يتكون أى راسب فهذا يدل على عدم وجود الصوديوم والوتاسيوم فإذا تكون راسب أضف كمية صغيرة من الماء ثم رشح وقسم الراشح إلى جزئين : ١ - أضف محلول كوبلتى نيتريت الصوديوم إلى الجزء الأول من الراشح وبضع قطرات من حمض الخليك فيتكون راسب أصفر ويدل ذلك على وجود البوتاسيوم ويمكن التأكد بعمل اختباراللهب الذى يعطى لون بنفسجى . (K^+) ٢ - إذا كان البوتاسيوم غير موجود فيكشف عن الصوديوم بواسطة اختبار اللهب . فإذا تكون لون أصفر فيدل ذلك على وجود الصوديوم Na^+	يضاف محلول كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم ثم يضاف زيادة من محلول فوسفات الصوديوم . برد ثم حك جدار أنبوب الاختبار بساق زجاجية فإذا تكون راسب أبيض فهذا يدل على وجود الماغنسيوم . Mg^{+2}