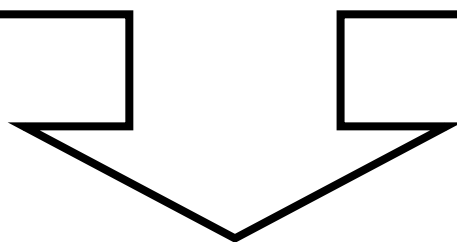


الوحدة السابعة

# التحليل الكيفي



## طرق الكشف عن بعض الغازات

الاسم	اللون والرائحة	طريقة الكشف
كلوريد الهيدروجين <b>HCl</b>	عديم اللون ، له رائحة نفاذة .	يعرض للغاز ساق مبللة بهيدروكسيد الأمونيوم فتتصاعد أبخرة بيضاء من كلوريد الأمونيوم . $\text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
النشادر <b>NH<sub>3</sub></b>	عديم اللون ، له رائحة نفاذة .	يعرض للغاز ساق مبللة بحامض الهيدروكلوريك فتتصاعد أبخرة بيضاء من كلوريد الأمونيوم . $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
كبريتيد الهيدروجين <b>H<sub>2</sub>S</b>	عديم اللون ، رائحته مثل رائحة البيض الفاسد .	تعرض للغاز ورقة مبللة بمحلول خلات الرصاص فيتحول لونها إلى الأسود نتيجة لترسب كبريتيد الرصاص الأسود على سطحها $\text{PbAc}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS} + 2\text{HAc}$
ثنائي أكسيد الكربون <b>CO<sub>2</sub></b>	عديم اللون والرائحة .	يمرر في ماء الجير بكمية محددة فيتعكر ماء الجير نتيجة لتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم . $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
ثاني أكسيد الكبريت <b>SO<sub>2</sub></b>	عديم اللون ، له رائحة نفاذة .	تعرض للغاز ورقة مبللة بثنائي كرومات البوتاسيم الصفراء المحمضة فتختزل إلى كبريتات الكروم الخضراء $3\text{SO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
أكسيد النتريك <b>NO</b>	عديم اللون والرائحة .	يتحد بسهولة مع الأكسجين مكوناً ثاني أكسيد النيتروجين <b>NO<sub>2</sub></b> ذا اللون البني الغامق .
الكلور <b>Cl<sub>2</sub></b>	اخضر مصفر له رائحة نفاذة .	تعرض للغاز ورقة عباد الشمس مبللة بالماء فيقصر لونها .
البروم <b>Br<sub>2</sub></b>	سائل أو غاز لونه أحمر داكن له رائحة نفاذة .	تعرض ورقة مبللة بالنشأ لبخار البروم فيتحول لونها إلى الأحمر البرتقالي .
اليود <b>I<sub>2</sub></b>	صلب ← أسود غاز ← بنفسجي	تعرض ورقة مبللة بالنشأ لبخار اليود فيتحول لونها إلى الأزرق القاتم عند التبريد - اليود الصلب يتسامى .

## الكشف عن بعض الشقوق القاعدية

الطريقة الفيزيائية	الطريقة الثانية (كيميائية)	الطريقة الأولى (كيميائية)	الأيون
أملاح النحاس تضفي ضوءاً أخضراً على لهب بنزن .	بإضافة هيدروكسيد الأمنيوم $2\text{Cu}^{++} + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ يتكون راسب أخضر مائل للزرقة من هيدروكسيد النحاس الذي يذوب بإضافة مزيد من هيدروكسيد الأمنيوم مكوناً محلولاً أزرقاً غامقاً	بإمرار غاز كبريتيد الأيدروجين $\text{Cu}^{++} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$ يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس الذي لا يذوب في الأحماض المخففة ماعدا حمض النتريك المسخن .	$\text{Cu}^{2+}$
	باستخدام هايدروكسيد الأمنيوم أو هيدروكسيد الصوديوم $\text{Al}^{+++} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ إضافة هيدروكسيد الأمنيوم في وجود مزيد من كلوريد الأمنيوم أو إضافة هيدروكسيد الصوديوم - يتكون راسب أبيض جلاتيني من هيدروكسيد الألمنيوم في كلتا الحالتين الذي يذوب في الأحماض والقلويات - أي يذوب في مزيد من هيدروكسيد الصوديوم .	لا يتكون راسب بإمرار غاز كبريتيد الهيدروجين .	$\text{Al}^{3+}$
أملاح الكالسيوم تضفي ضوءاً أحمرًا طويلاً على لهب بنزن	باستخدام كربونات أو اكسلات الأمنيوم $\text{Ca}^{2+} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ في كلتا الحالتين يتكون راسب أبيض من كربونات أو اكسلات الكالسيوم - يذوب في الأحماض المعدنية .		$\text{Ca}^{2+}$
أملاح الصوديوم تضفي لوناً أصفرًا ذهبياً .			$\text{Na}^+$

## الكشف عن بعض الشقوق الحمضية

### المجموعة الأولى :

تتفاعل مع حامض الهيدروكلوريك وتضم (الكربونات – البيكربونات – الكبريتيد –  
الكبريتيت – والنترت) وتتصاعد غازات .

المجموعة	كشف أول (الكاشف حامض الهيدروكلوريك المخفف)	طريقة الكشف
الكربونات $\text{CO}_3$ البيكربونات $\text{HCO}_3$	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ <p>في كلتا الحالتين – يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون – الذي يعكر ماء الجير .</p> <p>للتمييز بين الكربونات والبيكربونات : يضاف إلى محلول الملح كبريتات الماغنسيوم التي تكون مع الكربونات راسباً أبيضاً مباشرة – أما مع البيكربونات لا يتكون راسب إلا بعد التسخين .</p> $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $2\text{NaHCO}_3 + \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	طريقة الكشف
الكبريتيد $\text{S}$	$\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ <p>يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين ذو الرائحة الكريهة. الكشف عن غاز كبريتيد الهيدروجين : تعرض له ورقة مبللة بمحلول خلات الرصاص – فيتحول لونها إلى الأسود لتكون كبريتيد الرصاص .</p> $\text{PbAc}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS} \downarrow + 2\text{HAc}$ <p style="text-align: center;">راسب أسود</p>	بإضافة محلول خلات الرصاص $\text{Na}_2\text{S} + \text{PbAc}_2 \rightarrow \text{PbS} + 2\text{NaAc}$ يتكون راسب أسود من كبريتيد الرصاص .

تابع المجموعة الأولى :

المجموعة	كشف أول (الكاشف حامض الهيدروكلوريك المخفف)	طريقة الكشف
الكبريتيت $\text{SO}_3^{--}$	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ <p>يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ذي الرائحة النفاذة الكشف عن غاز <math>\text{SO}_2</math> : تعرض له ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيم ذات اللون ذات اللون الأصفر المحمضة بحمض الكبريتيك المخفف فتختزل إلى كبريتات الكروم ذات اللون الأخضر .</p> $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	<p>بإضافة محلول خلات الرصاص <math>\text{PbAc}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{PbSO}_3 + 2\text{NaAc}</math> يتكون راسب أبيض من كبريتيد الرصاص الذي يذوب في حمض النتريك المخفف .</p>
النتريت $\text{NO}_2^-$	$\text{KNO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{KCl}$ $3\text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$ $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$ <p>على حسب المعادلات أعلاه : من التفاعل يتصاعد غاز النتريك الذي يتحد مع الأكسجين الجو مكوناً أبخرة بنية اللون من ثاني أكسيد النتروجين .</p>	<p>باستخدام برمنجنات البوتاسيم المحمضة (البنفسجية) بحمض الكبريتيك المخفف : <math>2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{NaNO}_3 \rightarrow</math> <math>\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{NaNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}</math> المحلول يصير عديم اللون .</p>

## المجموعة الثانية :

الكاشف حامض الكبريتيك المركز الساخن وتضم المجموعة (الكلوريد ، البروميدي ، اليودي ، النترات) .

المجموعة	الكاشف الأول (حامض الكبريتيك المركز)	الكاشف الثاني (ثاني أكسيد المنجنيز المحمض)	الكاشف الثالث (نترات الفضة)
الكلوريد - Cl	يضاف الحامض إلى ملح الكلوريد الصلب $CuCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2HCl \uparrow$ يتصاعد غاز كلوريد الأيدروجين . الكشف عن غاز HCl : تعرض له ساق مبللة بأيدروكسيد الأمنيوم فتتكون سحب بيضاء من كلوريد الأمنيوم . $NH_4OH + HCl \rightarrow NH_4Cl \uparrow + H_2O$	يضاف الكاشف أعلاه إلى الكلوريد الصلب $2NaCl + MnO_2 + 2H_2SO_4 \Delta MnSO_4 + Na_2SO_4 + 2H_2O + Cl_2$ يتصاعد غاز الكلور ذي اللون الأخضر . الكشف عن غاز $Cl_2$ : يعرض له ورقة نباتية مبللة بالماء فيقصر لونها (أي إزالتها) .	أضف محلول نترات الفضة إلى ملح الكلوريد : $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl \downarrow + NaNO_3$ يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يقيم لونه عند تعرضه للضوء . يذوب هذا الراسب في هيدروكسيد الأمنيوم ولا يذوب في حمض النتريك .
البروميدي - Br	يضاف الحامض إلى قليل من ملح البروميدي الصلب بتسخين هين . $2NaBr + H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} Na_2SO_4 + 2HBr$ $2HBr + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$ يتصاعد أبخرة سمراء بنية وهي خليط من : غاز (بروميدي الأيدروجين وغاز البروم وثاني أكسيد الكبريت)	يضاف الكاشف أعلاه إلى البروميدي الصلب : $2NaBr + MnO_2 + 2H_2SO_4 \Delta Na_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Br_2$ تتصاعد أبخرة البروم ذات اللون الأحمر الداكن . الكشف عن البروم $Br_2$ : تعرض له ورقة مبللة بالنشأ فيتحول لونها إلى أحمر برتقالي .	أضف محلول نترات الفضة إلى محلول البروميدي : $NaBr + AgNO_3 \rightarrow AgBr \downarrow + NaNO_3$ يتكون راسب أصفر فاتح (كريم) يتحول إلى اللون الأخضر المصفر عند تعرضه للشمس . يذوب هذا الراسب في هيدروكسيد الأمنيوم المركز ولا يذوب في حمض النتريك .

<p>أضف محلول نترات الفضة إلى محلول اليوديد :</p> $\text{NaI} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgI} \downarrow + \text{NaNO}_3$ <p>يتكون راسب أصفر لا يتأثر بضوء الشمس ولا يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم المركز ولا يذوب في حمض النتريك .</p>	<p>يضاف الكاشف أعلاه إلى اليوديد الصلب :</p> $2\text{NaI} + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \Delta$ $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$ <p>تتصاعد أبخرة اليود البنفسجية اللون .</p> <p>الكشف عن اليود <math>\text{I}_2</math> : تعرض له ورقة مبللة بالنشأ فيتحول لونها إلى أزرق قاتم .</p>	<p>يضاف الحامض إلى قليل من ملح اليوديد الصلب مع التسخين .</p> $2\text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \Delta \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ $2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>ينفصل اليود على هيئة راسب أسود وعند التسخين يتصاعد في صورة أبخرة بنفسجية .</p>	<p>اليوديد - I</p>
---	--	---	----------------------------



تابع المجموعة الثانية :

المجموعة	كشف أول (الكاشف حامض الكبريتيك المركز)	كشف الحلقة السمرء
النترات - NO <sub>3</sub>	نضع خليطاً من ملح النترات وحامض الكبريتيك المركز في أنبوبة اختبار ثم أضف قليلاً من خراطة النحاس . $2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_3$ $4\text{HNO}_3 + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ تتصاعد أبخرة بنية اللون أو برتقالية هي ثاني أكسيد النتروجين .	أضف كمية قليلة من محلول كبريتات الحديدوز المحضر جزئياً إلى محلول مخفف جداً حديثاً من ملح النترات في أنبوبة اختبار ثم اسكب قطرات من حامض الكبريتيك المركز إلى الخليط <b>التفاعل :</b> $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + 4\text{HNO}_3$ $+ 2\text{HNO}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \quad 6\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{NO}$ يتحد أكسيد النتريك مع المتبقي من كبريتات الحديدوز مكوناً المركب (FeSO <sub>4</sub> .NO) ذو اللون الأسمر الذي يكون الحلقة السمرء .

المجموعة الثالثة (مجموعة كلوريد الباريوم) :

هذه المجموعة لا تتأثر بالأحماض وهي مجموعتي الكبريتات والفوسفات : SO<sub>3</sub> , PO<sub>4</sub>  
١/ الكشف عن مجموعة الكبريتات :

إضافة محلول كلوريد الباريوم لا يذوب في جميع الأحماض  
$$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + \text{NaCl}$$
راسب أبيض

**تجربة تأكيدية :**

إضافة محلول خلات الرصاص إلى محلول ملح الكبريتات يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص لا يذوب في جميع الأحماض .

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{PbAc}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4\downarrow + \text{NaAc}$$
راسب أبيض

٢/ الكشف عن مجموعة الفوسفات :

إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الفوسفات يتكون راسب أبيض فوسفات الباريوم أحادية الهيدروجين .

$$2\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\downarrow + 2\text{NaCl}$$

**تجربة تأكيدية :**

إضافة محلول خلات الرصاص إلى محلول ملح الكبريتات يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص لا يذوب في جميع الأحماض .

$$2\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{NaNO}_3$$



## السلسلة الكهروكيميائية

### سلسلة الجهود القياسية

هي عملية ترتيب العناصر وفقاً لجهود أقطابها القياسية (الأساسية) ترتيباً تصاعدياً .  
جهد القطب : هو الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات بين نقطتين وينشأ عندما يغمر  
العنصر في محلوله أحد أملاحه .

جهد القطب القياس (الأساسي) للعنصر :

هو فرق الجهد الذي ينشأ عندما يغمر العنصر في محلول أحد أملاحه تركيزه ١ مول/ل  
(مولاري) عند درجة حرارة ٢٥ م° وضغط جوي واحد (الظروف القياسية) .

مثال : العناصر (Q ، S ، R ، Z ، Y ، X) جهود أقطابها القياسية على التوالي هي :  
( ٠,٣+ ، ٠,٧٤- ، ٠,٧٦- ، ٠,١٣- ، ٠,٨+ ، ٢,٩١ فولت ) رتبها وفقاً لجهود أقطابها  
القياسية ترتيباً تصاعدياً .

العنصر	جهد القطب	القياس بالفولت	الترتيب
X	٠,٣٤+		Q
Y	٠,٧٤-		Z
Z	٠,٧٦-		Y
R	٠,١٣-		R
S	٠,٨+		X
Q	٢,٩١		S

- ❖ العناصر الأعلى الهيدروجين جهود أقطابها القياسية بالسالب .
- ❖ الهيدروجين جهد قطبه القياسي (صفر) .
- ❖ العناصر الأدنى الأيدروجين جهود أقطابها القياسية بالموجب .