مؤسسة حياة كريمة
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
الكيمياء للثانوية العامة
مبادرة
تقدر في ١٠ ايام
www.hayakarima.com

الباب الثاني

التحليل الكيميائي

أحد فروع علم الكيمياء الهامة الذي ساهم بدرو كبير في تقدم هذا العلم ولعب أيضا دوراً كبيراً في تطور المجالات المختلفة

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

دور التحليل الكيميائي في تطوير المجالات العلمية المختلفة

الطب

- تقدير نسب السكر والزلال والبولينا والكوليسترول
- \تقدير كمية المكونات الفعالة في الدواء

الزراعة

معرفة خواص التربة من حيث الحموضة والقاعدية ونوع ونسب العناصر الموجودة بها . ومن ثم معالجتها بإضافة الأسمدة المناسبة لتحسين خواصها

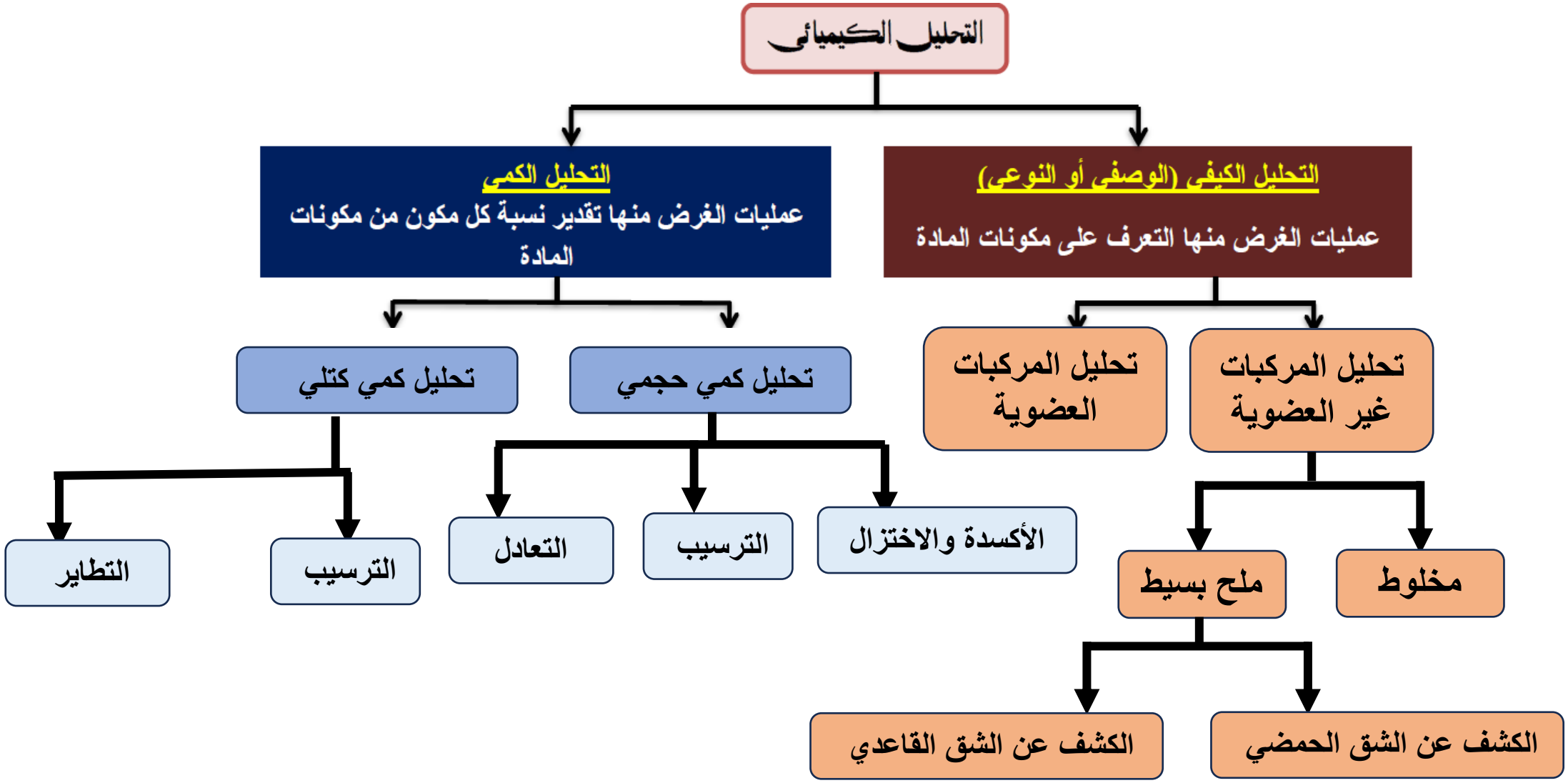
الصناعة

يستخدم في تحديد مدى مطابقة الخامات والمنتجات للمواصفات القياسية

الخدمات البيئية

- معرفة وقياس محتوى المياه والأغذية من الملوثات البيئية الضارة
- معرفة نسب غازات أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت واكاسيد النيتروجين في الجو

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة



ملحوظة مهمة : لابد من عمل التحليل الوصفي أولا قبل التحليل الكمي

أولا: التحليل الكيفي (النوعي او الوصفي)

التطيل الكيفي

- عبارة عن سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجري للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات .
- عمليات الغرض منها التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملحاً بسيطاً) أو مخلوطاً من عدة مواد.

التحليل الكيفي (الوصفي)

تحليل المركبات العضوية

تحليل يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب

تحليل المركبات غير العضوية

تحليل يتم فيه التعرف على الأيونات التي يتكون منها المركب غير العضوي ويشمل الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي +) والأنيونات (الشق الحامضي – (

تحليل المركبات غير العضوية

الهدف منه

التعرف على مكونات المخلوط

يجرى أولا فصل المواد النقية كل على حدة ثم نكشف عنها بالطرق الكيميائية باستخدام الكواشف المناسبة

التعرف على الملح البسيط (مادة نقية)

يمكن التعرف عليها من خلال الثوابت الفيزيائية
مثل : درجة الانصهار – درجة الغليان – الكتلة المولية - .....

كيف يتكون الملح

(١) الأحماض غير الثابتة

الحمض وصيغته الكيميائية		الأنيون الناتج من الحمض		الملح الصوديومي للحمض	
حمض الكربونيك	H_2CO_3	كربونات	CO_3^{2-}	كربونات الصوديوم	Na_2CO_3
		بيكربونات	HCO_3^-	بيكربونات الصوديوم	$NaHCO_3$
حمض الكبريتوز	H_2SO_3	كبريتيت	SO_3^{2-}	كبريتيت الصوديوم	Na_2SO_3
حمض الهيدروكبريتيك	H_2S	كبريتيد	S^{2-}	كبريتيد الصوديوم	Na_2S
حمض الثيوكبريتيك	$H_2S_2O_3$	ثيوكبريتات	$S_2O_3^{2-}$	ثيوكبريتات الصوديوم	$Na_2S_2O_3$
حمض النيتروز	HNO_2	نيتريت	NO_2^-	نيتريت الصوديوم	$NaNO_2$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

(2) الأحماض متوسطة الثبات

الحمض وصيغته الكيميائية		الأنيون الناتج من الحمض		الملح الصوديومي للحمض	
حمض الهيدروكلوريك	HCl	كلوريد	Cl^-	كلوريد الصوديوم	$NaCl$
حمض الهيدروبروميك	HBr	بروميد	Br^-	بروميد الصوديوم	$NaBr$
حمض الهيدرويوديك	HI	يوديد	I^-	يوديد الصوديوم	NaI
حمض النيتريك	HNO_3	نيترات	NO_3^-	نترات الصوديوم	$NaNO_3$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

(3) الأحماض الثابتة

الحمض وصيغته الكيميائية		الأنيون الناتج من الحمض		الملح الصوديومي للحمض	
حمض الكبريتيك	H_2SO_4	كبريتات	SO_4^{2-}	كبريتات الصوديوم	Na_2SO_4
حمض الفوسفوريك	H_3PO_4	فوسفات	PO_4^{3-}	فوسفات الصوديوم	Na_3PO_4

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

ملاحظات

1- يمكن لحمض من أحماض المجموعة الثانية أن يطرد حمضاً من المجموعة الأولى من أملاحه.

$$Na_2S_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$$

2- كما أنه يمكن لحمض من المجموعة الثالثة أن يطرد حمضاً من المجموعة الأولى أو الثانية من أملاحه.

$$2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Na_2SO_{4(aq)} + 2HCl_{(g)}$$

خلي بالك جداً ياصديقي : يوجد فرق واااضح بين الحمض القوى والحمض الثابت

الحمض القوي	الحمض الثابت
هو حمض تام التأين في الماء وجيد التوصيل الكهربي ..	هو الحمض الأعلى في درجة الغليان والأقل تطايراً ..

الأحماض غير الثابتة

الأحماض سهلة التطاير أو الانحلال مثل :

$$H_2S_{(\ell)} \xrightarrow{\triangle} H_2S_{(g)}$$

$$H_2CO_{3(\ell)} \xrightarrow{\triangle} H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$$

$$H_2SO_{3(\ell)} \xrightarrow{\triangle} H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)}$$

$$H_2S_2O_{3(\ell)} \xrightarrow{\triangle} H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + S_{(s)}$$

$$3HNO_{2(\ell)} \xrightarrow{\triangle} HNO_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)} + 2NO_{(g)}$$

(1) الكشف عن الأنيونات (الشق الحامضي)

نتيجة اختلاف الأحماض في درجات غليانها فإنها تختلف في درجة ثباتها (تطايرها)
فكلما ارتفعت درجة غليان بالنسبة للآخر كلما ارتفعت درجة ثباته ويكون أقل تطايراً والعكس صحيح.

الأساس العلمي للكشف عن الشق الحامضي لملح

الأحماض الأكثر ثباتاً (**الأقل تطايراً او انحلالاً**) تطرد الاحماض الأقل ثباتا (**الأكثر تطايرا أو انحلالا**) من املاحها في صورة غازات يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب ويفضل التسخين الهين الذي يساعد على طرد الغازات

حمض أكثر ثباتا + ملح لحمض أقل ثباتاً ⟵ ملح الحمض الأكثر ثباتا + الحمض الأقل ثباتا

أولاً : مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف dil HCl

والجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف والحمض المشتق منها الأنيون

الأنيون	الكربونات CO_3^{2-}	البيكربونات HCO_3^-	الكبريتيت SO_3^{2-}	الكبريتيد S^{2-}	الثيوكبريتات $S_2O_3^{-2}$	النيتريت NO_2^-
الحمض المشتق منه	الكربونيك H_2CO_3		الكبريتوز H_2SO_3	الهيدروكبريتيك H_2S	الثيوكبريتيك $H_2S_2O_3$	النيتروز HNO_2

الأساس العلمي لهذا الكشف

حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من الأحماض التي أشتقت منها هذه الأيونات ، لذلك عند تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع أملاح هذه الأنيونات يطرد هذه الأحماض الأقل ثباتاً (سهلة التطاير أو الانحلال) على هيئة غازات يسهل الكشف عنها.

علل ... ؟

يفضل التسخين الهين عند استخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف في الكشف عن مجموعة أنيوناته.

ليساعد على طرد الأحماض الأقل ثباتاً فى صورة غازات يمكن الكشف عنها بسهولة.

أولاً : الكشف عن الأنيونات (الشق الحمضى)

١- مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف :

التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

الأنيون	رمزه	الغاز الناتج والكشف عنه	تجارب تأكيدية للأنيون
(١) الكربونات	CO_3^{2-}	$Na_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$ يحدث فوران ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق. $CO_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{S.T} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(\ell)}$ يمرر الغاز لفترة قصيرة short time حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات الكالسيوم فيختفى الراسب.	* محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم يتكون راسب أبيض على البارد يذوب فى حمض الهيدروكلوريك. $Na_2CO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + MgCO_{3(s)}$ $MgCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$ ملحوظة : جميع كربونات الفلزات لا تذوب فى الماء، عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم، وتذوب جميعها فى الأحماض.

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

(٢) البيكربونات	HCO_3^-	$NaHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$ يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق. ملحوظة جميع البيكربونات قابلة للذوبان فى الماء.	* محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم يتكوّن راسب أبيض بعد التسخين. $2NaHCO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Mg(HCO_3)_{2(aq)}$ $Mg(HCO_3)_{2(aq)} \xrightarrow{\Delta} MgCO_{3(s)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$

٨) يمكن التمييز بين محاليل الملحين $(NH_4)_2SO_4$ ، $MgSO_4$ بواسطة محلول .....

أ) $NaNO_3$

ب) KCl

ج) Na_2CO_3

د) $Ca(HCO_3)_2$

(٣) الكبريتيت	SO_3^{2-}	$Na_2SO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)}$ يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت ذى الرائحة النفاذة والذى يخضر ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز. $K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكوّن راسب أبيض يسود بالتسخين $Na_2SO_{3(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Ag_2SO_{3(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$
(٤) الكبريتيد	S^{2-}	$Na_2S_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$ يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين ذى الرائحة الكريهة والذى يسوّد ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II). $(CH_3COO)_2Pb_{(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2CH_3COOH_{(aq)} + PbS_{(s)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكوّن راسب أسود من كبريتيد الفضة $Na_2S_{(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 2NaNO_{3(aq)} + Ag_2S_{(s)}$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني
MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

(٥) الثيوكبريتات	$S_2O_3^{2-}$	$Na_2S_2O_{3\,(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + S_{(s)}$ يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت ويظهر راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت فى المحلول.	* محلول الملح + محلول اليود ⟵ يزول لون اليود البنى. $2Na_2S_2O_{3(aq)} + I_{2(aq)} \longrightarrow Na_2S_4O_{6(aq)} + 2NaI_{(aq)}$ (رباعى ثيونات الصوديوم)
(٦) النيتريت	NO_2^-	$NaNO_{2(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + HNO_{2(aq)}$ $3HNO_{2(aq)} \longrightarrow HNO_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)} + 2NO_{(g)}$ يتصاعد غاز أكسيد النيتريك عديم اللون الذى يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البنى المحمر $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$	* محلول الملح + محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز يزول اللون البنفسجى للبرمنجنات. $5NaNO_{2(aq)} + 2KMnO_{4(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 5NaNO_{3(aq)} + K_2SO_{4(aq)} + 2MnSO_{4(aq)} + 3H_2O_{(\ell)}$

مؤسسة حياة كريمة
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي

تطبيق

عند إضافة حمض إلى المادة الخاضعة للتحليل ويتصاعد غاز فإن التحليل الكيميائى يكون .....

أ) كمى لأنيون

ب) وصفى لأنيون

ج) كمى لكاتيون

د) وصفى لكاتيون

تطبيق

يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف كاشف لأنيونات المجموعة الأولى لأنه .....

أ) أكثر قوة من أحماضها

ب) أقل قوة من أحماضها

ج) أكثر ثباتاً من أحماضها

د) أقل ثباتاً من أحماضها

2- مجموعة حمض الكبريتيك المركز

* التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز ثم التسخين إذا لزم الأمر :

(١) الكلوريد	Cl^-	يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون والذى يكون سحبًا بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر. $2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HCl_{(g)}$ $HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يصير بنفسجيًا عند تعرضه للضوء — يذوب فى محلول النشادر المركز. $NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

(٢) البروميد	Br^-	يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئيًا بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب إصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا. $2NaBr_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HBr_{(g)}$ $2HBr_{(g)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc} 2H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + Br_{2(V)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يصير داكنًا عند تعرضه للضوء، ويذوب ببطء فى محلول النشادر المركز. $NaBr_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgBr_{(s)}$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

(٣) اليوديد	I^-	يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزء منه بسرعة بواسطة حمض الكبريتيك وتنفصل منه أبخرة اليود تظهر بلونها البنفسجي عند التسخين وتسبب زُرقة ورقة مبللة بمحلول النشا. $2KI_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} K_2SO_{4(aq)} + 2HI_{(g)}$ $2HI_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc} 2H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + I_{2(V)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة، لايذوب فى محلول النشادر. $NaI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

(٤) النيترات	NO_3^-	تتصاعد أبخرة من ثانى أكسيد النيتروجين نتيجة لتحلل حمض النيتريك المتفصل وتزداد كثافة الأبخرة عند إضافة قليل من خراطة النحاس. $2NaNO_{3(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HNO_{3(\ell)}$ $4HNO_{3(\ell)} \xrightarrow{\Delta} 2H_2O_{(\ell)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ $4HNO_{3(\ell)} + Cu_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)} + 2NO_{2(g)}$	* اختبار الحلقة البنية محلول ملح النيترات + محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد II + قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلى لأنبوبة الاختبار فتتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل، تزول بالرج أو التسخين. $2NaNO_{3(aq)} + 6FeSO_{4(aq)} + 4H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc} 3Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} + 4H_2O_{(\ell)} + 2NO_{(g)}$ $FeSO_{4(aq)} + NO_{(g)} \longrightarrow FeSO_4.NO_{(s)}$ مركب الحلقة البنية

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
تعليمي

يخرج من فوهة الأنبوبة غاز ..... عند الكشف عن ملحى أنيونى النيتريت والنترات

أ) عديم اللون

ب) بنفسجى

ج) نفاذ وكريه الرائحة

د) بنى محمر

3- مجموعة محلول كلوريد الباريوم

(١) الفوسفات	PO_4^{3-}	* محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف. $2Na_3PO_{4(aq)} + 3BaCl_{2(aq)} \longrightarrow Ba_3(PO_4)_{2(s)} + 6NaCl_{(aq)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النيتريك $Na_3PO_{4(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 3NaNO_{3(aq)} + Ag_3PO_{4(s)}$
(٢) الكبريتات	SO_4^{2-}	* محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف. $Na_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$	* محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص (II) يتكوّن راسب أبيض من كبريتات الرصاص (II) $Na_2SO_{4(aq)} + (CH_3COO)_2Pb_{(aq)} \longrightarrow 2CH_3COONa_{(aq)} + PbSO_{4(s)}$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

تطبيق

أضيف HCl مخفف لملح صلب صيغته الكيميائية A_2X فتصاعد غاز يكون مع ورقة مبللة بمحلول Y_2B راسب أسود فإن الأنيونات Y يكون .....

أ) CH_3COO^-

ب) S^{2-}

ج) SO_3^{2-}

د) HCO_3^-

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

تطبيق

أي مما يأتي يعتبر صحيحاً إذا كان لديك مخلوط من ($Ba_3(PO_4)_2$, $BaSO_4$)

أ) يمكن فصلهما بإضافة الماء والترشيح

ب) $BaSO_4$ راسب ولكن يذوب في $HCl_{(dil)}$

ج) $Ba_3(PO_4)_2$ يذوب في الماء وفي $HCl_{(dil)}$

د) يمكن فصلهما بإضافة $HCl_{(dil)}$ والترشيح

تطبيق

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الملحين A , B تكون راسب X في حالة محلول الملح A يذوب بسرعة في محلول النشادر وتكون راسب Y في حالة محلول الملح B يذوب ببطء في محلول النشادر فإن الراسبين X , Y على الترتيب هما .....

أ) X : AgCl , Y : AgBr

ب) X : AgCl , Y : AgI

ج) X : AgBr , Y : AgI

د) X : AgI , Y : $BaSO_4$

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

تطبيق

يختفى لون برمنجانات البوتاسيوم المحمضة عند إضافتها إلى محلولى .....

أ) $NaNO_2 , Na_2SO_3$

ب) $NaNO_3 , FeSO_4$

ج) $KNO_2 , Fe_2(SO_4)_3$

د) $NaNO_3 , Fe_2(SO_4)_3$

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

تطبيق

بوضع ورقة عباد شمس مبللة بالماء لفوهة أنبوبة اختبار وضع فيها ملح كربونات مع حمض HCl فإن الورقة تعطى .....

أ) لون أصفر

ب) لون احمر

ج) لون أزرق

د) لون أخضر

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

تطبيق

بإضافة حمض كبريتيك مركز لخليط من ملحى كلوريد وكربونات الصوديوم يتصاعد .....

أ) O_2

ب) CO_2

ج) CO_2 , HCl

د) HCl

تطبيق

الأنيون الذى يكون معلقاً أصفر في تجربته الأساسية يمكنه أن ..... في تجربته التأكيدية

أ) يزيل لون ورقة مبللة بمحلول النشادر

ب) يزيل لون محلول اليود البنى

ج) يزيل لون برمنجنات البوتاسيوم المحمضة

د) كل ما سبق

(٥) الثيوكبريتات	$S_2O_3^{2-}$	$Na_2S_2O_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + S_{(s)}$ يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت ويظهر راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت فى المحلول.	* محلول الملح + محلول اليود ⟵ يزول لون اليود البنى. $2Na_2S_2O_{3(aq)} + I_{2(aq)} \longrightarrow Na_2S_4O_{6(aq)} + 2NaI_{(aq)}$ (رباعى ثيونات الصوديوم)

تطبيق

إحدى المواد التالية لا يؤكسدها حمض الكبريتيك المركز .....

أ) غاز SO_2

ب) غاز HBr

ج) غاز HI

د) غاز HCl

تطبيق

21. للتمييز بين يوديد الفضة وفوسفات الفضة يستخدم .....

أ) NH_4OH

ب) الماء

ج) $BaCl_2$

د) HCl

* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة، لايذوب فى محلول النشادر.

$$NaI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$$

* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب فى كلٍ من محلول النشادر وحمض النيتريك

$$Na_3PO_{4(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 3NaNO_{3(aq)} + Ag_3PO_{4(s)}$$

تطبيق

بإضافة حمض الكبريتيك المركز لملح بروميد الصوديوم يتصاعد .....

أ) غازى SO_2 , Br_2

ب) غاز Br_2 فقط

ج) غازات SO_2 , HBr , Br_2

د) غاز HBr

(٢) البروميد	Br^-	يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئيًا بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب إصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا.

$$2NaBr_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HBr_{(g)}$$

$$2HBr_{(g)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc} 2H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + Br_{2(v)}$$

ملخص
الكشف عن
الشق
الحمضي

ثانيا : الكشف عن الشق القاعدي في الأملاح البسيطة

(المجموعة التحليلية الأولى) وتشـــمل كاتيونات كل من Pb^{2+}, Hg^{+}, Ag^{+} وتترســـب في صورة كلوريدات باستخدام كاشف المجموعة وهو حمض الهيدروكلوريك المخفف.

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

(المجموعة التحليلية الثانية)

الكشف عن أيون النحاس (II) :

محلول ملح النحاس (II) + كاشف المجموعة ($HCl + H_2S$) يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب فى حمض النيتريك الساخن.

$$CuSO_{4(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(aq)} + CuS_{(s)}$$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

(المجموعة التحليلية الثالثة) التجربة الأساسية: محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم

الكاتيون	تفاعله مع كاشف المجموعة	تجارب تأكيدية
الألومنيوم Al^{3+}	$Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3(NH_4)_2SO_{4\,(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$ يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب فى الأحماض المخففة وفى محلول الصودا الكاوية.	* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب فى وفرة من هيدروكسيد الصوديوم مكونًا ميتا ألوميتات الصوديوم. $Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$ $Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaAlO_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$
الحديد (II) Fe^{2+}	$FeSO_{4(aq)} + 2NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow (NH_4)_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$ يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر بالتعرض للهواء ويذوب فى الأحماض.	* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد (II). $FeSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4\,(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$
الحديد (III) Fe^{3+}	$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3NH_4Cl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$ يتكون راسب جيلاتينى لونه بنى محمر يذوب فى الأحماض.	* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بنى محمر من هيدروكسيد الحديد (III). $FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

(المجموعة التحليلية الخامسة) التجربة الأساسية: محلول الملح + محلول كربونات الأمونيوم

الكاتيون	تفاعله مع كاشف المجموعة	تجارب تأكيدية
الكالسيوم Ca^{2+}	$CaCl_{2(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \longrightarrow 2NH_4Cl_{(aq)} + CaCO_{3(s)}$ يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب فى حمض HCl المخفف ويذوب أيضًا فى الماء المحتوى على CO_2 $CaCO_{3(s)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)} \longrightarrow Ca(HCO_3)_{2(aq)}$	(١) محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم. $CaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2HCl_{(aq)} + CaSO_{4(s)}$ (٢) الكشف الجاف : كاتيونات الكالسيوم المتطايرة تُكسب لهب بنزن لون أحمر طوبى.

ملخص
الكشف عن
الشق
القاعدي

تطبيق

المحلول الذى يعطى راسباً أبيض مع محلول كلوريد الباريوم لا يذوب في الأحماض المخففة وراسباً بنى محمر مع محلول هيدروكسيد الصوديوم , هو .....

أ) كلوريد الألومنيوم

ب) كبريتات الألومنيوم

ج) فوسفات الحديد III

د) كبريتات الحديد III

* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بنى محمر من هيدروكسيد الحديد (III).

$$FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$$

(١) الفوسفات	PO_4^{3-}	* محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف. $2Na_3PO_{4(aq)} + 3BaCl_{2(aq)} \longrightarrow Ba_3(PO_4)_{2(s)} + 6NaCl_{(aq)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب فى كلٍ من محلول النشادر وحمض النيتريك $Na_3PO_{4(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 3NaNO_{3(aq)} + Ag_3PO_{4(s)}$
(٢) الكبريتات	SO_4^{2-}	* محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف. $Na_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$	* محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص (II) يتكوّن راسب أبيض من كبريتات الرصاص (II) $Na_2SO_{4(aq)} + (CH_3COO)_2Pb_{(aq)} \longrightarrow 2CH_3COONa_{(aq)} + PbSO_{4(s)}$

* اختبار الحلقة البنية

محلول ملح النيترات + محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد II + قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلى لأنبوبة الاختبار فتتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل، تزول بالرج أو التسخين.

$$2NaNO_{3(aq)} + 6FeSO_{4(aq)} + 4H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc} 3Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} + 4H_2O_{(\ell)} + 2NO_{(g)}$$

$$FeSO_{4(aq)} + NO_{(g)} \longrightarrow FeSO_4.NO_{(s)}$$

مركب الحلقة البنية

تطبيق

يحتوي مركب الحلقة البنية على .....

أ) ملح ثلاثي للحديد

ب) ملح ثنائى للحديد

ج) ملح رباعي للحديد

د) كل ما سبق

تطبيق

لترسيب كاتيون النحاسيك من محلول يحتوي على كاتيونى (Cu^{+2}, Ca^{+2}) بتركيز متساو فإنه يضاف قليل من ..... قبل إمرار غاز ..... (على الترتيب)

أ) $(H_2S - HCl)$

ب) $(HCl - H_2S)$

ج) $(HCl - NH_4OH)$

د) $(FeCl_2 - H_2S)$

الكشف عن أيون النحاس (II) :

محلول ملح النحاس (II) + كاشف المجموعة $(HCl + H_2S)$ يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب فى حمض النيتريك الساخن.

$$CuSO_{4(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(aq)} + CuS_{(s)}$$

تطبيق

بالكشف عن أيون الحديد الأكثر استقراراً بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم يتكون راسب ..... جيلاتيني

أ) بني محمر

ب) أبيض

ج) أبيض مخضر

د) أزرق

الحديد (III) Fe^{3+}	$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3NH_4Cl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$ يتكون راسب جيلاتينى لونه بنى محمر يذوب فى الأحماض.	* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بنى محمر من هيدروكسيد الحديد (III). $FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$

تطبيق

إذا ظهر راسب بإضافة حمض مخفف لمحلول ملح ما دل على أن الحمض .....
والكاتيون .....

أ) هيدروكلوريك مخفف – فضة
ب) هيدروكلوريك مخفف – رصاص II
ج) كبريتيك مخفف – كالسيوم
د) جميع ما سبق

تطبيق

إضافة برمنجنات البوتاسيوم المحمضة ثم هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول خليط من كاتيوني Fe^{+2} , Fe^{+3} يتكون راسب .....

أ) أبيض

ب) أبيض مخضر

ج) بني محمر

د) خليط من البنى والأخضر

تطبيق

محلول ملح عند إضافة حمض الكبريتيك إليه تكون راسباً أبيض وعند إضافة محلول نترات الفضة إليه تكون راسباً أبيض فإن المحلول يكون .....

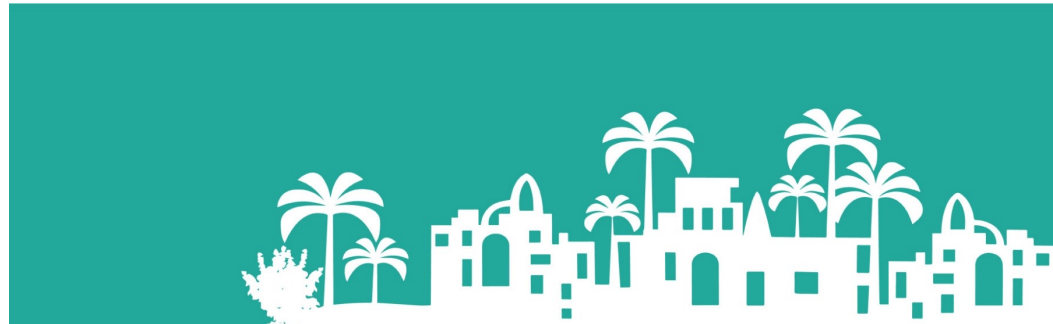
أ) $NaCl$

ب) $AlCl_3$

ج) $BaCl_2$

د) $FeCl_2$

(٢) الكبريتات	SO_4^{2-}	* محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف. $Na_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$



تطبيق

ملح أضيف إليه حمض كبريتيك مركز فتصاعد أبخرة بنية حمراء وعند إضافة هيدروكسيد صوديوم إلى محلول الملح تكون راسب أبيض مخضر, فإن الملح يكون .....

أ) كبريتات حديد III

ب) نترات حديد III

ج) نترات صوديوم

د) نيتريت حديد II

تطبيق

محلول ملح أضيف إليه كبريتات حديد II ثم حمض كبريتيك مركز فتكون حلقة سمراء ثم أضيف كربونات أمونيوم إلى محلول الملح فتكون راسباً أبيض فإن الملح هو .....

أ) نترات كالسيوم

ب) نترات حديد II

ج) نترات ألومنيوم

د) كبريتات حديد II

(المجموعة التحليلية الخامسة) التجربة الاساسية: محلول الملح + محلول كربونات الأمونيوم

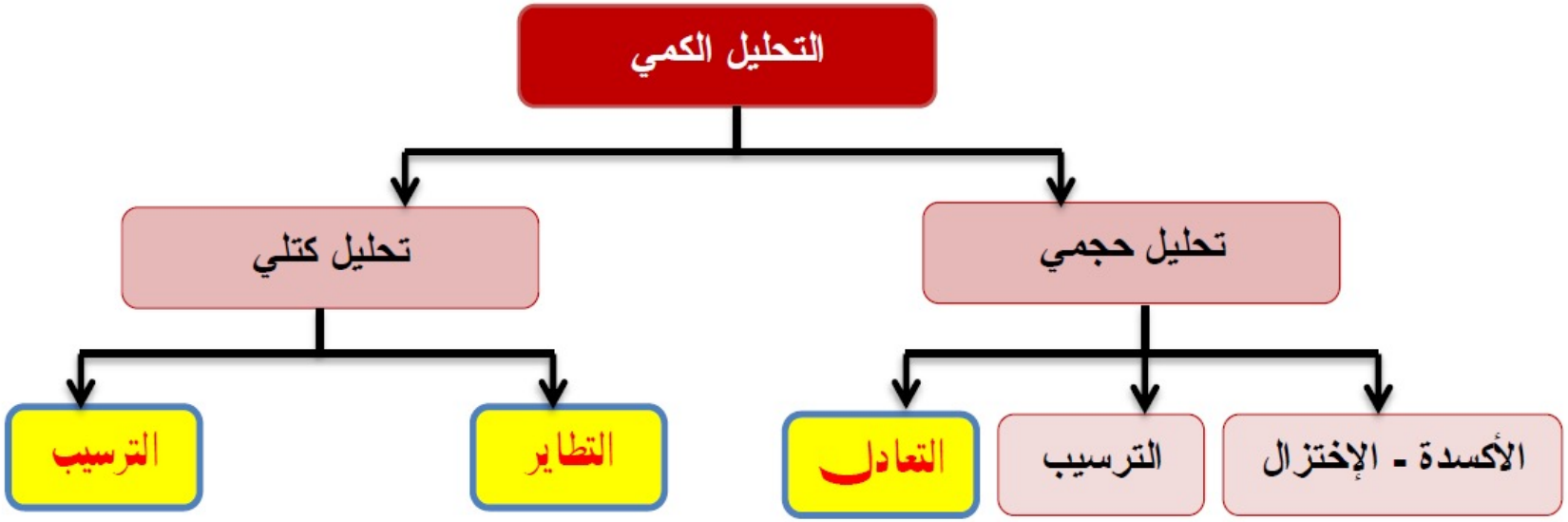
الكاتيون	تفاعله مع كاشف المجموعة	تجارب تأكيدية
الكالسيوم Ca^{2+}	$CaCl_{2(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \longrightarrow 2NH_4Cl_{(aq)} + CaCO_{3(s)}$ يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب فى حمض HCl المخفف ويذوب أيضًا فى الماء المحتوى على CO_2 $CaCO_{3(s)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)} \longrightarrow Ca(HCO_3)_{2(aq)}$	(١) محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم. $CaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2HCl_{(aq)} + CaSO_{4(s)}$ (٢) الكشف الجاف : كاتيونات الكالسيوم المتطايرة تُكسب لهب بنزن لون أحمر طوبى.

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

التحليل الكمي الحجمي

ثانياً : التطيل الكمي Quantitative Analysis

عمليات الغرض منها تقدير نسبة (تركيز) كل مكون من مكونات المادة الأساسية



مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

١ التحليل الكمي الحجمي

الأساس العلمي للتحليل الكمي الحجمي :

تعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها وذلك بإضافة محلول من مادة معلومة الحجم والتركيز (المحلول القياسي) إلى حجماً معلوماً من المادة المراد تحديد تركيزها حتى يتم التفاعل الكامل بين المادتين .

لأختيار المحلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب بين محلولي المادتين وهذه التفاعلات قد تتكون :

١- تفاعلات الأكسدة والاختزال ٢- تفاعلات الترسيب ٣- تفاعلات التعادل

١- تفاعلات الأكسدة والاختزال : تستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.

٢- تفاعلات الترسيب : تستخدم في تقدير المواد التي يمكن أن تعطي نواتج شحيحة الذوبان في الماء.

٣- تفاعلات التعادل : تستخدم في تقدير الأحماض والقلويات (القواعد).

مثال / إذا كانت المادة المراد تقديرها حامضاً يستخدم في المعايرة محلول قياسي من قلوي أو قاعدة مثل هيدروكسيد الصوديوم أو كربونات الصوديوم) وإذا كانت المادة المراد تقديرها ذات خصائص قاعدية يستخدم محلول قياسي معلوم التركيز من الحمض لمعايرتها ... وهكذا.

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

المعايرة

- عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعادل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز.
- إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى معلومة الحجم ومجهولة التركيز لتعيين تركيزها.

المحلول القياسي

محلول معلوم الحجم والتركيز يستخدم لتعيين تركيز محلول آخر مجهول التركيز بالتفاعل معه.

وللتعرف على نقطة نهاية التفاعل (End Point) تستخدم أدلة (Indicators) لتحديد نهاية التفاعل حيث يتغير لونها بتغيير وسط التفاعل.

نقطة التعادل (نهاية التفاعل)

النقطة التي يتم عندها انتهاء تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة ونستدل عليها بتغير لون الدليل.

الأدلة (الكواشف)

مواد يتغير لونها بتغير نوع وسط التفاعل وتستخدم للتعرف على نقطة التعادل .

الأدلة المستخدمة في تفاعلات التعادل

الدليل	اللون في الوسط الحامضي	اللون في الوسط المتعادل	اللون في الوسط القاعدى
الميثيل البرتقالي	أحمر	برتقالي	أصفر
عباد الشمس	أحمر	أرجواني	أزرق
أزرق بروموثيمول	أصفر	أخضر فاتح	أزرق
الفينولفيثالين	عديم اللون	عديم اللون	أحمر

مسألة 1

أجريت معايرة 25 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH باستخدام حمض الهيدروكلوريك 0.1 M وعند تمام التفاعل استهلك 21 mL من الحمض ، احسب التركيز المولاري لهيدروكسيد الصوديوم .

الإجابة

المعادلة الموزونة للتفاعل :

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

$M_a = 0.1\ M$ / $V_a = 21\ mL$ / $n_a = 1\ mol$ $\qquad$ $M_b = ?\ M$ / $V_b = 25\ mL$ / $n_b = 1\ mol$

$$\because \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \rightarrow \frac{0.1\times21}{1} = \frac{M_b\times25}{1} \rightarrow \therefore M_b = \frac{21\times0.1}{1\times25} = 0.084\ M$$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مسألة 2

أحسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في 10 mL ، التي تتعادل مع 20 mL من حمض الكبريتيك 0.22 M
[Na = 23 , O = 16 , H = 1]

الإجابة

$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$M_a = 0.22\ M$ / $V_a = 20\ mL$ / $n_a = 1\ mol$ $\qquad$ $M_b = ?\ M$ / $V_b = 10\ mL$ / $n_b = 2\ mol$

$$\because \frac{M_aV_a}{n_a} = \frac{M_bV_b}{n_b} \rightarrow \frac{0.22\times20}{1} = \frac{M_b\times10}{2} \rightarrow \therefore M_b = \frac{2\times0.22\times20}{10} = 0.88\ M$$

الكتلة = التركيز × الحجم(L) × الكتلة المولية(NaOH)

$= 40 \times 10^{-3} \times 10 \times 0.88$

$= 0.352\ g$

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
تعليمي

مسألة 3

تفاعل 150 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم يحتوي اللتر منه على 16 g مع 75 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك ، احسب تركيز الحمض

[Na = 23 , O = 16 , H = 1]

الإجابة

أولاً : إيجاد تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم :

كتلة المول من NaOH = 1 + 16 + 23 = 40 g

∵ عدد مولات NaOH = $\frac{16}{40}$ = 0.4 mol ∵ حجم المحلول = 1 L

∴ التركيز = $\frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$ = $\frac{0.4}{1}$ = 0.4 M

ثانياً : إيجاد تركيز الحمض :

المعادلة الموزونة للتفاعل :

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

M_a = ? M / V_a = 75 mL / n_a = 1 mol M_b = 0.4 M / V_b = 150 mL / n_b = 1 mol

$$\because \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \rightarrow \frac{M_a \times 75}{1} = \frac{0.4 \times 150}{1} \rightarrow \therefore M_a = \frac{0.4 \times 150}{75} = 0.8 \text{ M}$$

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

مسألة 4

مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم ، لزم لمعايرة 0.1 g منه حتى تمام التفاعل 10 mL من حمض الهيدروكلوريك 0.1 mol/L ، احسب النسبة المئوية لهيدروكسيد الصوديوم في المخلوط.

[Na = 23 , O = 16 , H = 1]

الإجابة

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$\because \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \Rightarrow \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{\text{كتلة المادة}}{n_b \, X \, \text{كتلة المول}} \Rightarrow \frac{0.1 \, X \, 10X10^{-3}}{1} = \frac{\text{كتلة المادة}}{1 \, X \, 40}$$

$$\text{كتلة المادة} = \frac{1 \, X \, 40 \, X \, 0.1 \, X \, 10X10^{-3}}{1} = 0.04 \text{ g}$$

$$\text{النسبة المئوية لمركب في العينة} = \frac{\text{كتلة المركب في العينة (g)}}{\text{كتلة العينة غير النقية (g)}} \times 100 = \frac{0.04}{0.1} \times 100 = 40 \%$$

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
تعليمي

مسألة 5

عينة من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد الصوديوم وكبريتات الصوديوم ، لزم لمعايرة 0.2 g منه حتى تمام التفاعل 12 mL من حمض الكبريتيك 0.1 mol/L ، احسب النسبة المئوية لكبريتات الصوديوم في العينة .

[Na = 23 , O = 16 , H = 1]

الإجابة

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow 2NaCl + 2H_2O$$

$$\because \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \Rightarrow \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{\text{كتلة المادة}}{n_b \times \text{كتلة المول}} \Rightarrow \frac{0.1 \times 12 \times 10^{-3}}{1} = \frac{\text{كتلة المادة}}{2 \times 40}$$

$$\text{كتلة المادة} = \frac{2 \times 40 \times 0.1 \times 12 \times 10^{-3}}{1} = 0.096\ g$$

$$\text{النسبة المئوية لهيدروكسيد الصوديوم في العينة} = \frac{\text{كتلة المركب في العينة (g)}}{\text{كتلة العينة غير النقية (g)}} \times 100 = \frac{0.069}{0.2} \times 100 = 48\ \%$$

$$\text{النسبة المئوية لكبريتات الصوديوم في العينة} = 100 - 48 = 52\ \%$$

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

مسألة 6

أضيف 30 mL من محلول كربونات الصوديوم 0.1 mol/L إلى 25 mL من حمض الهيدروكلوريك 0.2 mol/L
ما هي المادة الزائدة ؟ وماهو نوع المحلول ، وما عدد مولات المادة الزائدة ؟

الإجابة

من معادلة التفاعل :

$$Na_2CO_{3(aq)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$$

كمية الحمض المتفاعلة $= \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{0.2 \times 20 \times 10^{-3}}{2} = 2 \times 10^{-3}$ mol

كمية القاعدة المتفاعلة $= \frac{M_b V_b}{n_b} = \frac{0.1 \times 30 \times 10^{-3}}{1} = 3 \times 10^{-3}$ mol

∴ المادة الزائدة هي القاعدة – بالتالي نوع المحلول قاعدي

∴ عدد مولات المادة الزائدة $= (3\times10^{-3}) - (2\times10^{-3}) = 1 \times 10^{-3}$ mol

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

مسألة 7

أضيف 30 mL من محلول كربونات الصوديوم 0.1 mol/L إلى 25 mL من حمض الهيدروكلوريك 0.2 mol/L
ما هي المادة الزائدة ؟ وماهو نوع المحلول ، وما عدد مولات المادة الزائدة ؟

الإجابة

من معادلة التفاعل :

$$Na_2CO_{3(aq)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$$

كمية الحمض المتفاعلة $= \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{0.2 \times 20 \times 10^{-3}}{2} = 2 \times 10^{-3}$ mol

كمية القاعدة المتفاعلة $= \frac{M_b V_b}{n_b} = \frac{0.1 \times 30 \times 10^{-3}}{1} = 3 \times 10^{-3}$ mol

∴ المادة الزائدة هي القاعدة – بالتالي نوع المحلول قاعدي

∴ عدد مولات المادة الزائدة $= (3\times10^{-3}) - (2\times10^{-3}) = 1 \times 10^{-3}$ mol

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مسألة 8

استنتج لون خليط التفاعل الناتج عن خلط 50 mL من حمض الكبريتيك 0.2 M مع 100 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 M به قطرات من دليل عباد الشمس

الإجابة

من معادلة التفاعل :

$$2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$$

$$\text{كمية الحمض المتفاعلة} = 10 \times 10^{-3}\ mol = \frac{0.2 \times 50 \times 10^{-3}}{1} = \frac{M_a V_a}{n_a}$$

$$\text{كمية الحمض المتفاعلة} = 5 \times 10^{-3}\ mol = \frac{0.1 \times 100 \times 10^{-3}}{2} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

∴ المادة الزائدة هى الحمض ، فيتغير لون دليل عباد الشمس إلى اللون الأحمر.

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

مسألة 8

احسب حجم الماء اللازم إضافته إلى 150 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.4 mol/L لتخفيفه إلى محلول تركيزه 0.15 mol/L

الإجابة

عدد مولات المذاب في المحلول (قبل التخفيف) = عدد مولات المذاب في المحلول (بعد التخفيف)

التركيز M_1 × الحجم V_1 (قبل التخفيف) = التركيز M_2 × الحجم V_2 (بعد التخفيف[حجم الماء والمحلول])

$0.4 \times 150 = 0.15 \times V_2$

حجم المحلول (بعد التخفيف) $V_2 = \frac{150 \times 0.4}{0.15} = 400$ mL

حجم الماء المضاف = حجم المحلول (بعد التخفيف) – حجم المحلول (قبل التخفيف)

حجم الماء المضاف = ٤٠٠ – ١٥٠ = 250 mL

مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
تعليمي
مؤسسة حياة كريمة

التحليل الكمي الكتلي

٢ التحليل الكمي

الأساس العلمي للتحليل الكمي الكتلي :

يعتمد التحليل الكتلي على فصل المكون المراد تقديره ، ثم تعيين كتلته وباستخدام الحساب الكيميائي يمكن حساب كميته ، ويتم فصل هذا المكون بإحدى طريقتين :

١ـ طريقة التطاير (في حالة الغازات والأبخرة) .
٢ـ طريقة الترسيب (في حالة المواد شحيحة الذوبان في الماء) .

١ طريقة التطاير

تبنى فكرتها على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره وتجرى عملية التقدير إما بجمع المادة المتطايرة وتعيين كتلتها أو بتعيين مقدار النقص في كتلة المادة الأصلية.

مسألة 9

إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2.XH_2O$ هي 2.6903 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 2.2923 g ، احسب النسبة المئوية لماء التبلر من الملح المتهدرت ، ثم أوجد صيغته الجزيئية.

[O = 16 , H = 1 , Cl = 35.5 , Ba = 137]

الإجابة

كتلة كلوريد الباريوم المتهدرت $(BaCl_2.XH_2O)$ = 2.6903 g

كتلة كلوريد الباريوم $(BaCl_2)$ = 2.2923 g

كتلة ماء التبلر = ٢.٦٩٠٣ – ٢.٢٩٢٣ = 0.398 g

∴ النسبة المئوية لماء التبلر = $\frac{0.398}{2.6903} \times 100$ = 14.79 %

	H_2O	$BaCl_2$
كتلة المادة	0.398 g	2.2923 g
كتلة المول	2 + 16 = 18 g	137 + (2x35.5) = 208 g
عدد المولات	$\frac{0.398}{18}$ = 0.022 mol	$\frac{2.2923}{208}$ = 0.011 mol
نسبة المولات	$\frac{0.022}{0.011}$ = 2	$\frac{0.011}{0.011}$ = 1
الصيغة الجزيئية	$BaCl_2.2H_2O$	

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

مسألة 10

عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت $CaCl_2.XH_2O$ موضوعة في جفنة كتلتها 11.47 g، سخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فأصبحت 11.11 g ، فإذا علمت أن كتلة الجفنة فارغة 10 g أوجد الصيغة الجزيئية للعينة المتهدرتة.

[O = 16 , H = 1 , Cl = 35.5 , Ca = 40]

الإجابة

كتلة كلوريد الكالسيوم المتهدرت $(CaCl_2.XH_2O)$ = 11.47 – 10 = 1.47 g

كتلة كلوريد الكالسيوم $(CaCl_2)$ = 11.11 – 10 = 1.11 g

كتلة ماء التبلر = 1.47 – 1.11 = 0.36 g

	H_2O	$BaCl_2$
كتلة المادة	0.36 g	1.11 g
كتلة المول	2 + 16 = 18 g	40 + (2x35.5) = 111 g
عدد المولات	$\frac{0.36}{18} = 0.02$ mol	$\frac{1.11}{111} = 0.01$ mol
نسبة المولات	$\frac{0.02}{0.01} = 2$	$\frac{0.01}{0.01} = 1$
الصيغة الجزيئية	$CaCl_2.2H_2O$	

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

٢ طريقة الترسيب

الأساس العلمي لطريقة الترسيب ، تعتمد هذه الطريقة على عدة خطوات :

- ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان وذو تركيب كيميائي معروف وثابت.
- يفصل هذه المركب عن المحلول بالترشيح على ورقة ترشيح عديمة الرماد .
- تنقل ورقة الترشيح وعليها الراسب في بوتقة احتراق وتحرق تماماً حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح ويبقى الراسب
- من كتلة الراسب يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب .

مثال : ترسيب الباريوم على صورة كبريتات الباريوم .

ورق الترشيح عديم الرماد

ورق ترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك أي رماد.

علل ... ؟

يفضل استخدام ورق ترشيح عديم الرماد عند إجراء التحليل الكمي الكتلي بطريقة الترسيب.
لأنه يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك أي رماد يؤثر على كتلة الراسب المكون.

مثال 1

أضيف محلول كريتات الصوديوم إلى محلول من كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته 2 g ، احسب كتلة كلوريد الباريوم في المحلول

[O = 16 , S = 32 , Cl = 35.5 , Ba = 137]

الإجابة

من معادلة التفاعل :

$$BaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$$

$$1\ mol\ (BaCl_2) \longrightarrow 1\ mol\ (BaSO_4)$$

$$208\ g \longrightarrow 233\ g$$

$$X\ g \longrightarrow 2\ g$$

كتلة كلوريد الباريوم $(X) = \frac{2 \times 208}{233} = 1.785\ g$

مثال 2

تستخدم عينة غير نقية كتلتها 5.2 g من كلوريد الباريوم لترسيب 4.66 g من كبريتات الباريوم بالتفاعل مع وفرة من محلول كبريتات الصوديوم ، احسب النسبة المئوية لكلوريد الباريوم في العينة.

[O = 16 , S = 32 , Cl = 35.5 , Ba = 137]

الإجابة

من معادلة التفاعل :

$$BaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$$

1 mol ($BaCl_2$)		1 mol ($BaSO_4$)
208 g	⟶	233 g
X g	⟶	4.66 g

كتلة كلوريد الباريوم (X) $= \frac{4.66 \times 208}{233} = 4.16$ g ⟵ نسبة كلوريد الباريوم في العينة $= \frac{4.16}{5.2} \times ١٠٠ = 80$ %

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مثال 3

أذيب 2 g من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من نترات الفضة فترسب 4.628 g من كلوريد الفضة ، احسب نسبة الكلور في العينة.

[Ag = 108 , Cl = 35.5]

الإجابة

من معادلة التفاعل :

$$NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$$

1 mol (Cl) ⟶ 1 mol (AgCl)

35.5 g ⟶ 143.5 g

X g ⟶ 4.628 g

كتلة الكلور (X) = $\frac{4.628 \times 35.5}{143.5}$ = 1.145 g

نسبة الكلور في العينة = $\frac{1.145}{2}$ × ١٠٠ = 57.25 %

تعليمي
مؤسسة فودافون مصر لتنمية المجتمع
مؤسسة حياة كريمة

مثال 4

نترات الفضة تستخدم في التمييز بين الملح الصوديومي لأيوني اليوديد I^- والفوسفات PO_4^{3-} ، وفي إحدى التجارب أخذت عينة غير نقية منه كتلتها 2 g فنتج عن التفاعل 2.35 g من راسب أصفر لا يذوب في محلول النشادر ،

تعرف على الأنيون في الراسب المتكون ؟

احسب النسبة المئوية لنترات الفضة في العينة غير النقية.

[O = 16 , I = 127 , P = 31 , Ag = 108 , N = 14]

الإجابة

الأنيون : هو اليوديد I^-

من معادلة التفاعل :

$$NaI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$$

$$1\ mol\ (AgNO_3) \longrightarrow 1\ mol\ (AgI)$$

$$108 + 14 + 48 = 170\ g \longrightarrow 108 + 127 = 235\ g$$

$$X\ g \longrightarrow 2.35\ g$$

كتلة نترات الفضة النقية $(X) = \frac{2.35 \times 170}{235} = 1.7\ g$

نسبة نترات الفضة في العينة $= \frac{1.7}{2} \times 100 = 85\ \%$

شكراً

إعداد : أ. إيمان الدهشان

تواصل معنا

contact@hayakarima.com

(١) الكلوريد	Cl^-	يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون والذى يكون سحبًا بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر. $2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HCl_{(g)}$ $HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يصير بنفسجيًا عند تعرضه للضوء – يذوب فى محلول النشادر المركز. $NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$
(٢) البروميد	Br^-	يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئيًا بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب إصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا. $2NaBr_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HBr_{(g)}$ $2HBr_{(g)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc} 2H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + Br_{2(V)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يصير داكنًا عند تعرضه للضوء ، ويذوب ببطء فى محلول النشادر المركز. $NaBr_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + Ag\,Br_{(s)}$
(٣) اليوديد	I^-	يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزء منه بسرعة بواسطة حمض الكبريتيك وتنفصل منه أبخرة اليود تظهر بلونها البنفسجى عند التسخين وتسبب زُرقة ورقة مبللة بمحلول النشا. $2KI_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc/\Delta} K_2SO_{4(aq)} + 2HI_{(g)}$ $2HI_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc} 2H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + I_{2(V)}$	* محلول الملح + محلول نيترات الفضة يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة، لايذوب فى محلول النشادر. $NaI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + Ag\,I_{(s)}$