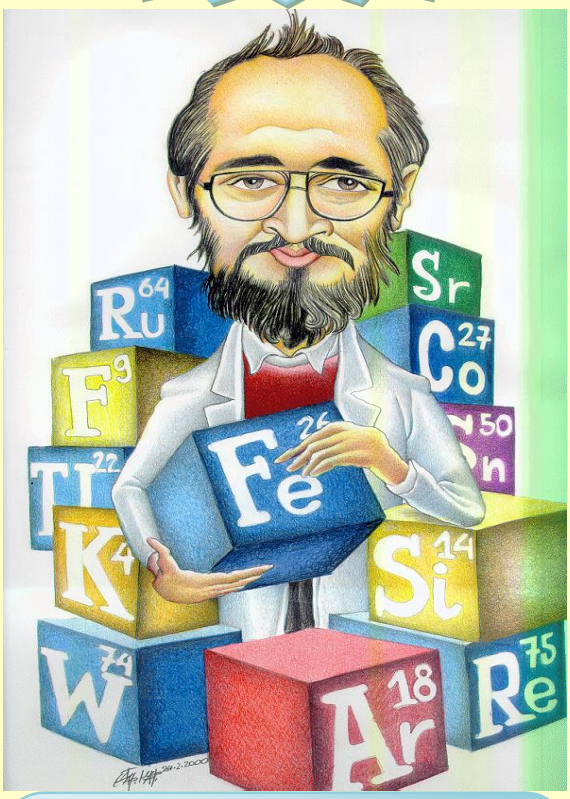
الحسام فى الكيمياء

مراجعة الباب الثانى

التحليل الكيميائى



الثانوية العامة

Mr. Hossam Sewify

مراجعة الباب الثانى التحليل الكيميائى

المفاهيم العلمية

العبارة	المصطلح
كمية المادة التى تحتوى على عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو حدات صيغة أو إلكترونات)	المول
مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة فى تركيب الجزئ أو وحدة الصيغة مقدرة بالجرام.	الكتلة المولية
عدد مولات المادة المذابة فى لتر من المحلول.	المولارية (التركيز المولارى)
من فروع علم الكيمياء وساهم فى تقدم علم الكيمياء وتطور المجالات العلمية المختلفة مثل الطب والزراعة والصناعات الغذائية والبيئية.	التحليل الكيميائى
يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية أو مخلوط من عدة مواد.	التحليل الوصفى (الكيفى)
عبارة عن سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجرى للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة فى هذه التفاعلات.	التحيل الوصفى (الكيفى)
تحليل يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة.	التحليل الكمى
تحليل يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب.	تحليل المركبات العضوية
تحليل يتم فيه التعرف على الأيونات (الكشف عن الكاتيونات والأنيونات) التى يتكون منها المركب غير العضوى.	تحليل المركبات غير العضوية
الأحماض سهلة التطاير والإنحلال.	الأحماض الغير مستقرة
الأحماض صعبة الإنحلال.	الأحماض المستقرة
يمكن ترسيب كاتيوناتها على هيئة كلوريدات.	المجموعة التحليلية الأولى
يمكن ترسيب كاتيوناتها على هيئة كبريتيدات فى الوسط الحامضى.	المجموعة التحليلية الثانية
يمكن ترسيب كاتيوناتها على هيئة هيدروكسيدات.	المجموعة التحليلية الثالثة
يمكن ترسيب كاتيوناتها على هيئة كربونات.	المجموعة التحليلية الخامسة
تحليل يعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها.	التحليل الكمى الحجمى
عملية يتم فيها إضافة حجم معلوم من محلول مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة مجهولة التركيز.	التحليل الكمى الحجمى
هو محلول معلوم التركيز يستخدم فى المعايرة.	المحلول القياسى
عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعادل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز.	المعايرة
تفاعلات تستخدم فى تقدير الأحماض والقواعد.	تفاعلات التعادل
التفاعلات تستخدم فى تقدير المواد التى يمكن أن تعطى نواتج شحيحة الذوبان فى الماء	تفاعلات الترسيب

العبارة	المصطلح
تفاعلات تستخدم فى تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.	تفاعلات الأكسدة والإختزال
النقطة التى يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة.	نقطة التعادل
مواد كيميائية يتغير لونها بتغيير وسط التفاعل.	الأدلة
تستخدم للتعرف على نقطة تمام التفاعل.	
دليل عديم اللون فى الوسط الحمضى والمتعادل.	الفينولفثالين
دليل فى الوسط القاعدى يعطى لون أحمر	
الدليل الذى يعطى فى الوسط الحامضى لون أصفر وفى الوسط القاعدى لون أزرق.	أزرق البروموثيمول
تحليل يعتمد على فصل المكون المراد تقديره ثم تعيين كتلته. وباستخدام الحساب الكيميائى يمكن حساب كميته.	التحليل الكمى الكتلى
طريقة للتحليل الكتلى تعتمد على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره.	طريقة التطاير
طريقة للتحليل الكتلى تعتمد على فصل العنصر أو المكون فى صورة مركب نقى شحيح الذوبان فى الماء.	طريقة الترسيب
نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك أى رماد	ورق ترشيح عديم الرماد

بعض الأدلة المستخدمة فى المعايرة

الدليل	فى وسط حمضى	فى وسط قلوى	فى الوسط المتعادل	يستخدم فى معايرة
الميثيل البرتقالى	أحمر	أصفر	برتقالى	قاعدة ضعيفة – حمض قوى
الفينولفثالين	عديم اللون	أحمر	عديم اللون	قاعدة قوية – حمض ضعيف
عباد الشمس	أحمر	أزرق	أرجوانى	قاعدة قوية – حمض قوى
أزرق بروموثيمول	أصفر	أزرق	أخضر فاتح	قاعدة قوية – حمض قوى

طرق التحليل الكمى الكتلى:

طريقة التطاير	طريقة الترسيب
تبنى هذه الطريقة على أساس تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره، وتجرى عملية التقدير بجمع المادة المتطايرة وتعيين كتلتها أو بتعيين مقدار النقص فى كتلة المادة الأصلية.	تعتمد هذه الطريقة على ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقى غير قابل للذوبان وذو تركيب كيميائى معروف وثابت

أهمية التحليل الكيميائى فى المجالات المختلفة:

مجال الطب	• يعتمد تشخيص الأمراض على التحليل الكيميائى مثل تقدير نسب السكر والزلال والبولينا والكوليسترول وغيرها تسهل مهمة الطبيب فى التشخيص والعلاج. • تقدير كمية المكونات الفعالة فى الدواء.
مجال الزراعة	• تفيد التحاليل الكيميائية التى تجرى على التربة لمعرفة: ☜ خواصها من حيث الحموضة والقاعدية. ☜ نوع ونسب العناصر الموجودة بها. ☜ طريقة معالجتها بإضافة الأسمدة المناسبة.
مجال الصناعة	• يفيد التحليل الكيميائى للخامات والمنتجات لتحديد مدى مطابقتها للمواصفات القياسية.
مجال خدمة البيئة	• يفيد التحليل الكيميائى فى. ☜ معرفة وقياس محتوى المياه والأغذية من الملوثات البيئية الضارة. ☜ تحديد نسب غازات أول أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين فى الجو.

أهم التعليلات

(١) قبل إجراء عمليات التحليل الكمى يجب إجراء عمليات التحيل الكيفى (الوصفى).

- للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن اختيار أنسب الطرق لتحليلها كمياً.

(٢) يستخدم حمض الهيدروكلوريك فى الكشف عن أنيونات (الكربونات – البيكربونات – الكبريتيت – الكبريتيد – الثيوكبريتات – النيتريت)

- لأن حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من الأحماض التى اشتقت منها أملاح هذه الأنيونات (الحمض الأكثر ثباتاً يطرد الأحماض الأقل ثباتاً)

(٣) يفضل التسخين الهين عند استخدام حمض الهيدروكلوريك فى الكشف عن أنيونات (الكربونات – البيكربونات – الكبريتيت – الكبريتيد – الثيوكبريتات – النيتريت).

- لأن التسخين الهين يساعد على طرد الغازات والتى يمكن الكشف عنها بالكاشف المناسب.

(٤) يمرر غاز ثانى أكسيد الكربون فى ماء الجير لمدة قصيرة.

- حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم التى لا تذوب فى الماء إلى بيكربونات الكالسيوم التى تذوب فى الماء فيختفى الراسب.

$$Ca(OH)_{2(aq)} + CO_{2(g)} \xrightarrow{\text{مدة قصيرة}} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$$
$$CaCO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Ca(HCO_3)_{2(aq)}$$

(٥) لا يصلح حمض الهيدروكلوريك المخفف للتمييز بين ملح كربونات وبيكربونات الصوديوم.

- لأنه فى الحالتين يحدث فوران ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير.

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

(٦) يتكون راسب أبيض على البارد عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول كربونات الصوديوم.

- لتكون كربونات الماغنسيوم التى لا تذوب فى الماء.

$$Na_2CO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + MgCO_{3(s)}$$

(٧) يتكون راسب أبيض بعد التسخين عند إضافة محلول ملح البيكربونات إلى محلول كبريتات الماغنسيوم.

- لتكون بيكربونات الماغنسيوم التى تذوب فى الماء وبعد التسخين يتكون كربونات الماغنسيوم التى لا تذوب فى الماء.

$$2NaHCO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Mg(HCO_3)_{2(aq)}$$
$$Mg(HCO_3)_{2(aq)} \xrightarrow{\Delta} MgCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

(٨) يتكون راسب أبيض عند إضافة محلول كربونات الصوديوم إلى محلول كبريتات الماغنسيوم ثم يزول الراسب عند استخدام حمض الهيدروكلوريك.

- لأن كربونات الماغنسيوم تتفاعل مع حمض الكربونيك ويتكون كلوريد ماغنسيوم الذى يذوب فى الماء وتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون وماء.

$$MgCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

(٩) يتكون راسب أبيض عند إضافة محلول كبريتيت الصوديوم إلى محلول نيترات الفضة.

- لتكوُّن كبريتيت الفضة الذى لا يذوب فى الماء.

$$Na_2SO_{3(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Ag_2SO_{3(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$$

(١٠) تخضر ورقة مبللة بثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض كبريتيك مركز عند تقريبها لفوهة أنبوبة بعد إضافة حمض هيدروكلوريك إلى كبريتيت الصوديوم.

- لتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى يحول ثانى كرومات البوتاسيوم البرتقالى اللون إلى كبريتات كروم (III) لونه أخضر.

$$Na_2SO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)}$$
$$K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

(١١) عند إضافة حمض هيدروكلوريك إلى كبريتيد صوديوم وتقريب ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II) لفوهة الأنبوبة فإنها تسوّد.

- لتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين والذى يؤدى إلى تكوين كبريتيد رصاص (II) الأسود.

$$Na_2S_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$$
$$(CH_3COO)_2Pb_{(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2CH_3COOH_{(aq)} + PbS_{(s)}$$

(١٢) يتحول لون محلول ثيوكبريتات الصوديوم إلى اللون الأصفر بعد إضافة حمض الهيدروكلوريك إليه.

- نتيجة لتعلق الكبريت فى المحلول.

$$Na_2S_2O_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + S_{(s)}$$

(١٣) يتحول لون الغاز الناتج من إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى نيتريت الصوديوم عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البنى المحمر.

- لتصاعد غاز أكسيد النيتريك عديم اللون.

$$NaNO_{2(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + 2NO_{(g)}$$

- غاز أكسيد النيتريك يتحد مع أكسجين الهواء ويتكون ثانى أكسيد النيتروجين ذو اللون البنى المحمر.

$$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$$

(١٤) يزول لون محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة (بنفسجى اللون) عند إضافتها إلى محلول نيتريت صوديوم.

- لاختزال برمنجنات البوتاسيوم وتتحول إلى كبريتات المنجنيز (II) عديمة اللون.

$$5NaNO_{(aq)} + 2KMnO_{4(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 5NaNO_{3(aq)} + K_2SO_{4(aq)} + 2MnSO_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

(١٥) يستخدم حمض الكبريتيك المركز فى الكشف عن أنيونات (الكلوريد – البروميد – اليوديد – النترات)

- لأن حمض الكبريتيك أكثر ثباتاً من الأحماض التى اشتقت منها أملاح هذه الأنيونات (الحمض الأكثر ثباتاً يطرد الأحماض الأقل ثباتاً من أملاحها)

(١٦) لا تتأثر أملاح الكبريتات بحمض الهيدروكلوريك المخفف.

- لأن حمض الهيدروكلوريك أقل ثباتاً من حمض الكبريتيك التى اشتقت منه أملاح الكبريتات.

(١٧) عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى ملح الطعام وتقريب ساق مبللة بمحلول النشادر تتكون سحب بيضاء.

- لتكون غاز كلوريد الهيدروجين الذى يتحد مع غاز النشادر ويكون كلوريد الأمونيوم.

$$2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc./heat} Na_2SO_{4(aq)} + 2HCl_{(g)}$$
$$HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$$

(١٨) يتكون راسب أبيض عند إضافة محاول نترات الفضة إلى محلول كلوريد الصوديوم.

- لتكون كلوريد الفضة الذى لا يذوب فى الماء.

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

(١٩) عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى بروميد صوديوم تتصاعد أبخرة برتقالية حمراء.

- لتصاعد بروميد الهيدروجين عديم اللون الذى يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك المركز وتنفصل أبخرة البروم والتى تظهر برتقالية حمراء.

$$2NaBr_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc./heat} Na_2SO_{4(aq)} + 2HBr_{(g)}$$
$$2HBr_{(g)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc./heat} 2H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + Br_{2(v)}$$

(٢٠) عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى يوديد البوتاسيوم تتصاعد أبخرة بنفسجية.

- لتصاعد يوديد الهيدروجين عديم اللون الذى يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة اليود والتى تظهر بلونها البنفسجى.

$2KI_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc. / heat} K_2SO_{4(aq)} + 2HI_{(g)}$

$2HI_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc. / heat} 2H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + I_{2(v)}$

(٢١) تزداد كثافة أبخرة ثانى أكسيد النيتروجين البنية المحمرة الناتجة من تسخين حمض الكبريتيك المركز مع محلول النيترات إذا أضيف إلى التفاعل خراطة نحاس.

- لتكون حمض النيتريك الذى يتحلل بفعل الحرارة ولتفاعل حمض النيتريك الناتج مع خراطة النحاس وتكون المزيد من غاز ثانى أكسيد النيتروجين NO_2

$2NaNO_{3(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc. / heat} NaSO_{4(aq)} + 2HNO_{3(l)}$

$4HNO_{3(l)} \xrightarrow{Heat} 2H_2O_{(l)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$

$4HNO_{3(l)} + Cu_{(s)} \xrightarrow{conc./heat} Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)} + 2NO_{2(g)}$

(٢٢) يستخدم محلول كلوريد الباريوم فى الكشف عن أنيونات الفوسفات والكبريتات.

- لأن محاليل أملاح هذه الأنيونات تعطى راسباً مع كلوريد الباريوم.

(٢٣) يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف فى التمييز بين راسب فوسفات الباريوم الأبيض وراسب كبريتات الباريوم الأبيض.

- لأن فوسفات الباريوم يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف بينما كبريتات الباريوم لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف.

(٢٤) يعتبر الكشف عن الشق القاعدى أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق الحامضى.

- لكثرة عدد الشقوق القاعدية وللتداخل فيما بينها، كما أن الشق الواحد يوجد فى أكثر من حالة تأكسد.

(٢٥) يتكون راسب أبيض عند إضافة هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كبريتات الألومنيوم ويختفى الراسب بإضافة المزيد من هيدروكسيد الصوديوم.

- لأن الراسب يذوب فى وفرة من هيدروكسيد الصوديوم وتتكون ميتا ألومينات الصوديوم التى تذوب فى الماء.

$Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$

$Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaAlO_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

(٢٦) تكون راسب أبيض مخضر عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد (II).

- لتكون هيدروكسيد حديد (II) الذى لا يذوب فى الماء.

$FeSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$

(٢٧) يتكون راسب جيلاتينى بنى محمر عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديد (III).

- لتكون راسب جيلاتينى من هيدروكسيد حديد (III)

$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3NH_4Cl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$

(٢٨) يتكون راسب أبيض عند إضافة محلول كربونات الأمونيوم إلى محلول ملح الكالسيوم.

- لتكون كربونات الكالسيوم الذى لا يذوب فى الماء.

$CaCl_{2(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \longrightarrow 2NH_4Cl_{(aq)} + CaCO_{3(s)}$

(٢٩) يذوب كربونات الكالسيوم فى الماء المحتوى على CO_2.

- لتكون بيكربونات الكالسيوم التى تذوب فى الماء.

$CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} \longrightarrow Ca(HCO_3)_{2(aq)}$

(٣٠) يتكون راسب أبيض عند إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول كلوريد الكالسيوم

- لتكون كبريتات الكالسيوم التى لا تذوب فى الماء

$CaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2HCl_{(aq)} + CaSO_{4(s)}$

(٣١) استخدام لهب بنزن فى الكشف الجاف على كاتيون الكالسيوم.

- لأن كاتيونات الكالسيوم المتطايرة تكسب لهب بنزن لون أحمر طوبى.

(٣٢) تستخدم الأدلة فى التعرف على نقطة تمام التفاعل.

- لأن لونها يتغير بتغير وسط التفاعل.

(٣٣) لا يستخدم محلول قاعدى فى التمييز بين دليل عباد الشمس ودليل أزرق بروموثيمول.

- لأن كلاهما فى الوسط القاعدى لونه أزرق.

(٣٤) لا يستخدم محلول حامضى فى التمييز بين دليل الميثيل البرتقالى وعباد الشمس.

- لأن كلاهما فى الوسط الحامضى لونه أحمر.

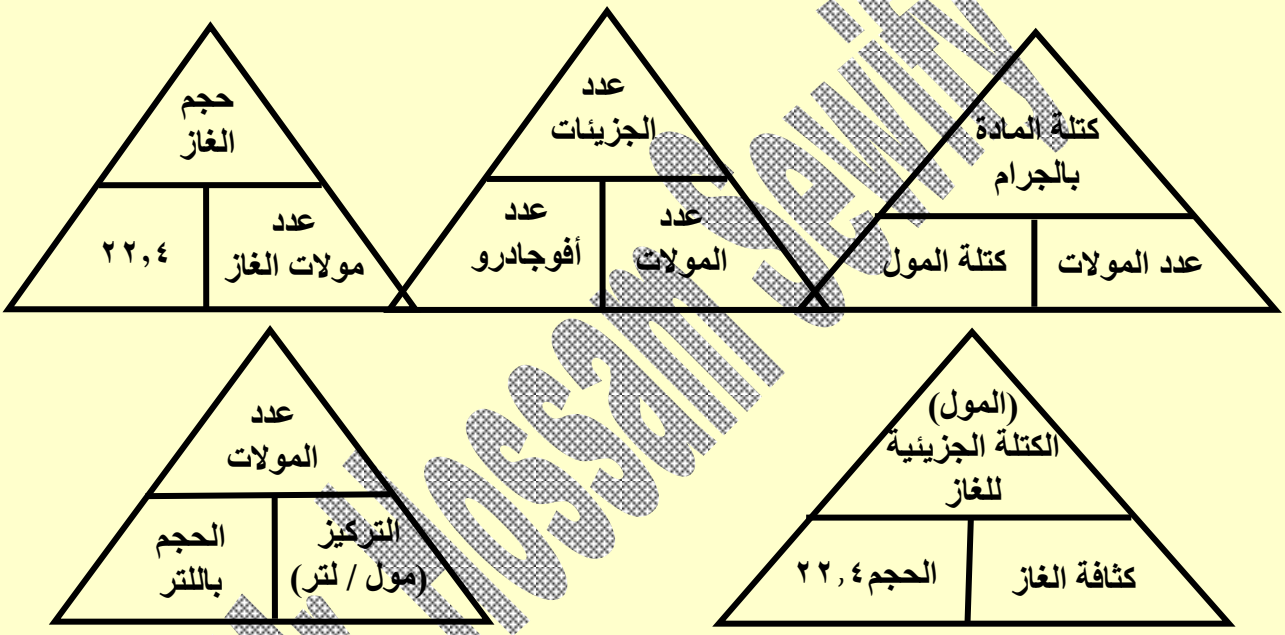
(٣٥) لا يستخدم دليل الفينولفثالين فى الكشف عن الأحماض.

- لأنه عديم اللون فى الوسط الحامضى وفى الوسط المتعادل.

(٣٦) يستخدم ورق الترشيح عديم الرماد عند إجراء التحليل الكيميائى بطريقة الترسيب.

- لأنه يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك أى رماد.

بعض العلاقات المستخدمة فى الحساب الكيميائى



Mr. Hossam Sewify

حساب عدد المولات بمعلومية حجم المحلول:

عدد المولات = حجم المحلول باللتر × التركيز

كتلة المادة المذابة بالجرام = الحجم باللتر × التركيز × الكتلة الجزيئية

المعايرة:

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

حيث:-

M_a	تركيز الحمض المستخدم (mol/L)	M_b	تركيز القلوى المستخدم
V_a	حجم الحمض المستخدم (mL)	V_b	حجم القلوى المستخدم
n_a	عدد مولات الحمض فى معادلة التفاعل	n_b	عدد مولات القلوى فى معادلة التفاعل

أمثلة محلولة

(١) أجريت معايرة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم 25 mL مع حمض الكبريتيك 0.1 mol/L فكان حجم الحمض المستهلك عند نقطة التكافؤ هو 8 mL احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم:

الحل

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

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times 8}{1} = \frac{M_b \times 25}{2} \qquad M_b = \frac{0.1 \times 8 \times 2}{25} = 0.064 \text{ mol/L}$$

==========

(٢) احسب حجم حمض الهيدروكلوريك 0.1mol/L اللازم لمعايرة 20mL من محلول كربونات الصوديوم 0.5mol/L حتى تمام التفاعل

الحل

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

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times V_a}{2} = \frac{0.5 \times 20}{1} \qquad V_a = \frac{0.5 \times 20 \times 2}{0.1} = 200 \text{ mL}$$

==========

(٣) أجريت معايرة 20mL من محلول هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ باستخدام حمض HCl 0.5mol/L وعند تمام التفاعل استهلك 25mL من الحمض احسب تركيز $Ca(OH)_2$

الحل

$$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.5 \times 25}{2} = \frac{M_b \times 20}{1} \qquad M_b = \frac{0.5 \times 25 \times 1}{2 \times 20} = 0.3125 \text{ mol/L}$$

==========

(٤) أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة فى 25 mL والتى تستهلك عند معايرة 15mL من حمض الهيدروكلوريك 0.1 mol/L علماً بأن [Na = 23, O = 16, H = 1]

الحل

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

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times 15}{1} = \frac{M_b \times 25}{1} \qquad M_b = \frac{0.1 \times 15 \times 1}{1 \times 25} = 0.06 \text{ mol/L}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{التركيز} \times \text{الحجم}}{١٠٠٠}$$

Mr. Hossam Sewify

$$\text{عدد المولات} = \frac{0.06 \times 25}{1000} = 0.0015 \text{ mol}$$

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

كتلة المادة بالجرام = عدد المولات × كتلة المول

= 0.0015 × 40 = 0.06 g

==========

(٥) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم. لزم لمعايرة 0.1 g منه حتى تمام التفاعل 10 mL من 0.1 mol/L حمض هيدروكلوريك. احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى المخلوط.

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

الحل

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

من معادلة التفاعل: عدد مولات الحمض = عدد مولات القلوى

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{التركيز} \times \text{الحجم}}{١٠٠٠}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{0.1 \times 10}{1000} = 0.001 \text{ mol}$$

عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم = 0.001 mol

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

كتلة المادة بالجرام = عدد المولات × كتلة المول

كتلة المادة بالجرام = 0.001 × 40 = 0.04 g

$$\text{نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى المخلوط} = \frac{0.04 \times 100}{0.1} = 40\%$$

==========

(٦) احسب حجم الماء اللازم إضافته إلى 200 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.3 mol/L لتحويله إلى محلول تركيزه 0.1 mol/L

الحل

الحجم × التركيز (قبل التخفيف) = الحجم × التركيز (بعد التخفيف)

0.1 × الحجم = 200 × 0.3

$$\text{الحجم} = \frac{200 \times 0.3}{0.1} = 600 \text{ mL}$$

حجم الماء المضاف = 600 – 200 = 400 mL

==========

التطاير:

(٧) إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت ($BaCl_2.xH_2O$) هى 2.6903 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 2.2923 g

احسب النسبة المئوية لماء التبلر من الكلوريد المتهدرت ثم أوجد الصيغة الجزيئية لكلوريد الباريوم المتهدرت

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

الحل

كتلة ماء التبلر = الكتلة الأصلية – الكتلة المتبقية

كتلة ماء التبلر = 2.6903 – 2.2923 = 0.398 g

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

الكتلة المولية ($BaCl_2$) = 137 + (2 × 35.5) = 208 g/mol

$BaCl_2$	H_2O
2.2923 g	0.398 g
208 g	X

$$X = \frac{208 \times 0.398}{2.2923} = 36.114 \text{ g}$$

الكتلة المولية للماء $(H_2O) = (2 \times 1) + 2 = 18$ g/mol

عدد مولات الماء $= \frac{36.114}{18} = 2.006$ mol

الصيغة الجزيئية لكلوريد الباريوم المتهدريت هى $(BaCl_2.2H_2O)$

==========

(٨) سخنت عينة من كلوريد الكوبلت (II) المتهدرت $CoCl_2.xH_2O$ كتلتها 9.56 g سخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها عند 5.24 g احسب عدد جزيئات ماء التبلر فى جزئ كلوريد الكوبلت المتهدرت.

[Co = 60, Cl = 35.5, H = 1, O 16]

الحل

كتلة ماء التبلر = الكتلة الأصلية – الكتلة المتبقية

كتلة ماء التبلر = 9.56 – 5.24 = 4.32 g

الكتلة المولية $CoCl_2 = 60 + (2 \times 35.5) = 131$ g

$CoCl_2$	H_2O
5.24	4.32
131	18

$$X = \frac{131 \times 4.32}{5.24} = 108 \text{ g}$$

الكتلة المولية للماء $(H_2O) = (2 \times 1) + 2 = 18$ g/mol

عدد جزيئات الماء $= \frac{108}{18} = 6$ جزئ

الصيغة الجزيئية لكلوريد الكوبلت المتهدريت هى $(CoCl_2.6H_2O)$

==========

(٩) إذا كانت نسبة الماء فى كبريتات النحاس المائية يساوى 36 % فما كتلة كبريتات النحاس البيضاء $CuSO_4$ فى عينة مقدارها 200 g من كبريتات النحاس المائية $CuSO_4.5H_2O$

الحل

$CuSO_4.5H_2O$	$5H_2O$
100 g	36 g
200 g	X

كتلة الماء فى العينة $= \frac{200 \times 36}{100} = 72$ g

كتلة كبريتات النحاس البيضاء = 200 – 72 = 128 g

الترسيب:

(١٠) أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته = ٢ جم احسب كتلة كلوريد الباريوم فى المحلول.

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

الحل

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2NaCl$$

٢٠٨ جم ⟶ ٢٣٣ جم

(س) ⟶ ٢

Mr. Hossam Sewify

∴ س (كتلة كلوريد الباريوم) = $\frac{٢ \times ٢٠٨}{٢٣٣}$ = ١,٧٨٥ جم

==========

(١١) أذيب ٢ جرام من كلوريد الصوديوم غير النقى فى الماء وأضيف إليه وفرة من نترات الفضة فترسب ٤,٦٢٨ جرام من كلوريد الفضة احسب نسبة الكلور فى العينة. [Ag = 108, Cl = 35.5, Na = 23]

الحل

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgCl$$

كتلة المول من (AgCl) = ٣٥,٥ + ١٠٨ = ١٤٣,٥جم

٣٥,٥ جم Cl ⟵ ١٤٣,٥ جم AgCl

س جم Cl ⟵ ٤,٦٢٨ جم AgCl

كتلة Cl = $\frac{٤,٦٢٨ \times ٣٥,٥}{١٤٣,٥}$ = ١,١٤٤٩ جم

نسبة الكلور فى العينة = $\frac{١,١٤٤٩ \times ١٠٠}{٢}$ = ٥٧,٢٤ %

==========

مسائل

(١) احسب كتلة هيدروكسيد الكالسيوم اللازمة للتعادل مع محلول HCl حجمه ٣٢٥ مل وتركيزه ٠,٤١ مولارى

$$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

[Ca = 40. O = 16. H = 1]

==========

(٢) احسب تركيز حمض الأسيتيك الموجود فى الخل إذا علمت أن ١٠ مل من الخل تتعادل مع ١٩,٣٢ مل هيدروكسيد الصوديوم تركيز ٠,٥ مولارى.

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

==========

(٣) احسب حجم هيدروكسيد الباريوم تركيز ٠,٠١٠٢ مولارى اللازم للتعادل مع ١٠ مل من حمض نيتريك تركيز ٠,٠٥٢٦ مولارى.

$$2HNO_3 + Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba(NO_3)_2 + 2H_2O$$

==========

(٤) عند تسخين ٢,٨٦ جم كربونات صوديوم متهدرته تكون ١,٠٦ جم من الملح اللامائى أوجد الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت.

[Na = 23, C = 12, O = 16, H = 1]

==========

(٥) احسب النسبة المئوية لماء التبلر ثم عدد جزيئات ماء التبلر فى كلوريد حديد III وأكتب الصيغة الجزيئية للبلورات إذا كانت كتلة زجاجة الوزن فارغة ٩,٣٥٧ وكتلتها وبها كلوريد الحديد III ١٠,٧٢٧٥ جم وكتلتها بعد التسخين ١٠,١٨٧٥ جم

[Fe = 56, Cl = 35.5, H = 1, O = 16]

الكشف عن الشق الحامضى

مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف

الأساس العلمى للتجربة:
حمض الهيدروكلوريك أثبت من الأحماض التى اشتقت منها هذه الأنيونات وعند تفاعل الحمض مع أملاح هذه الأنيونات فإن الحمض أكثر ثبات فيطرد هذه الأحماض الأقل ثباتاً والسهلة التطاير أو الإنحلال على هيئة غازات يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب (ويفضل التسخين الهين الذى يساعد على طرد الغازات.)

الكربونات CO_3^{2-}

الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

يحدث فوران ويتصاعد *غاز ثانى أكسيد الكربون* الذى يعكر ماء الجير

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

$$CO_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{\text{مدة قصيرة}} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$$

محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم
يتكون راسب أبيض على البارد يذوب فى حمض الهيدروكلوريك

$$Na_2CO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + MgCO_{3(s)}$$

$$MgCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

ملحوظة:
جميع كربونات الفلزات لا تذوب فى الماء عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم.
جميع كربونات الفلزات تذوب فى الأحماض.

البيكربونات HCO_3^-

الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

يحدث فوران ويتصاعد *غاز ثانى أكسيد الكربون* الذى يعكر ماء الجير

$$NaHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

$$CO_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{\text{مدة قصيرة}} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$$

محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم
يتكون راسب أبيض بعد التسخين.

$$2NaHCO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Mg(HCO_3)_{2(aq)}$$

$$Mg(HCO_3)_{2(aq)} \longrightarrow MgCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

ملحوظة: جميع البيكربونات قابلة للذوبان فى الماء

التمييز بين الكربونات والبيكربونات

محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم
فإذا تكون راسب أبيض

على البارد: يكون ملح كربونات	**بعد التسخين:** يكون ملح بيكربونات

تكتب المعادلات كما سبق

الكبريتيت SO_3^{2-}

الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

Mr.Hossam Sewify

يتصاعد غاز له رائحة نفاذة (SO_2) يخضر ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز

$$Na_2SO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)}$$
$$K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

محلول الملح + محلول نيترات الفضة:
يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين

$$Na_2SO_{3(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Ag_2SO_{3(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$$

الكبريتيد S^{2-}

الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين كريه الرائحة والذى يسوِّد ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II)

$$Na_2S_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$$
$$(CH_3COO)_2Pb_{(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2CH_3COOH_{(aq)} + PbS_{(s)}$$

محلول الملح + محلول نيترات الفضة:
يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة

$$Na_2S_{(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 2NaNO_{3(aq)} + Ag_2S_{(s)}$$

الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$

الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

يتصاعد غاز له رائحة نفاذه (SO_2) ويظهر راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت فى المحلول

$$Na_2S_2O_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + S_{(s)}$$

محلول الملح + محلول اليود
يزول لون اليود البنى

$$2Na_2S_2O_{3(aq)} + I_{2(aq)} \longrightarrow Na_2S_4O_{6(s)} + 2NaI_{(aq)}$$

رباعى ثيونات الصوديوم

النيتريت NO_2^-

الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

يتصاعد غاز أكسيد نيتريك عديم اللون الذى يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البنى المحمر

$$NaNO_{2(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + HNO_{2(aq)}$$
$$3HNO_{2(aq)} \longrightarrow HNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} + 2NO_{(g)}$$
$$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$$

محلول الملح + محلول برمنجانات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز
يزول اللون النفسجى للبرمنجانات

$$5NaNO_{2(aq)} + 2KMnO_{4(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 5NaNO_{3(aq)} + K_2SO_{4(aq)} + 2MnSO_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

مجموعة حمض الكبريتيك المركز

الأساس العلمى للتجربة:
حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتاً من الأحماض التى تشتق منها هذه الأنيونات. فعند إضافة حمض الكبريتيك المركز لأملاح هذه الأنيونات ثم التسخين تنفصل هذه الأحماض فى صورة غازية يمكن الكشف عنها بالكواشف المناسبة

Mr Hossam Sewify

الكلوريد Cl^-

الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز الساخن

يتصاعد غاز عديم اللون (كلوريد الهيدروجين) يكون سحب بيضاء عند تقريب ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر

$$2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{conc./\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HCl_{(g)}$$
$$HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$$

محلول الملح + محلول نيترات الفضة:

يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يتحول إلى اللون البنفسجى فى الضوء ويذوب فى محلول النشادر المركز.

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

البروميد Br^-

الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز الساخن

يتصاعد غاز عديم اللون (بروميد الهيدروجين) الذى يتأكسد جزئيا بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء من البروم وتسبب إصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا.

$$2NaBr_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc./\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HBr_{(g)}$$
$$2HBr_{(g)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc./\Delta} 2H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + Br_{2(v)}$$

محلول الملح + محلول نيترات الفضة:

يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يصبح داكن اللون عند تعرضه للضوء ويذوب ببطء فى محلول النشادر المركز

$$NaBr_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgBr_{(s)}$$

اليوديد I^-

الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز الساخن

يتصاعد غاز عديم اللون (يوديد الهيدروجين) الذى يتأكسد جزئيا بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة بنفسجيه من اليود وتزرق ورقة مبللة بمحلول النشا.

$$2KI_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc./\Delta} K_2SO_{4(aq)} + 2HI_{(g)}$$
$$2HI_{(g)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc./\Delta} 2H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + I_{2(v)}$$

محلول الملح + محلول نيترات الفضة:

يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب فى محلول النشادر.

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

النيترات NO_3^-

الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز الساخن

تتصاعد أبخرة بنية محمرة (غاز ثانى أكسيد النيتروجين) نتيجة لتحلل حمض النيتريك المتكون وتزداد كثافة الأبخرة عند إضافة خراطة النحاس.

$$2NaNO_{3(s)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc./\Delta} Na_2SO_{4(aq)} + 2HNO_{3(aq)}$$
$$4HNO_{3(aq)} \xrightarrow{\Delta} 2H_2O_{(l)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$$
$$4HNO_{3(aq)} + Cu_{(s)} \xrightarrow{conc./\Delta} Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)} + 2NO_{2(g)}$$

اختبار الحلقة البنية:

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

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

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

مركب الحلقة البنية (نيتروزيل كبريتيات حديد (II))

مجموعة محلول كلوريد الباريوم

أساس التجربة:

أنيونات هذه المجموعة لا تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك المركز ولكن تعطى محاليل أملاحها راسب مع محلول كلوريد الباريوم.

الفوسفات PO_4^{3-} محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم

يتكون راسب أبيض (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 كل من محلول النشادر وحمض النيتريك

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

الكبريتات SO_4^{2-} محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم

يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف

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

محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص

يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص

$$Na_2SO_{4(aq)} + (CH_3COO)_2Pb_{(aq)} \longrightarrow 2CH_3COONa_{(aq)} + PbSO_{4(s)}$$

فى سؤال التمييز بين أى أنيونيين

مثلاً: كيف تمييز بين ملح كبريتيت صوديوم وملح كبريتيد صوديوم

[١] إذا لم يحدد التجربة أساسية أو تأكيدية اختر التجربة الأسهل بالنسبة لك (الأقل فى عدد المعادلات)

[٢] تكون الإجابة كالتالى مثلا:

إضافة محلول حمض الهيدروكلوريك إلى الملح الصلب فى الأنبوبتين

[أ] إذا تصاعد غاز يخضر ورق مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز (غاز ثانى أكسيد الكبريت) يكون الملح كبريتيت صوديوم.

[ب] إذا تصاعد غاز كريه الرائحة يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (غاز كبريتيد الهيروجين) يكون الملح كبريتيد صوديوم. **وتكتب المعادلات كما سبق**

أو قد تكون كالتالى:

إضافة محلول نيترات الفضة إلى محلول كل ملح فى أنبوبة

[أ] إذا تكون راسب أبيض يسود بالتسخين يكون الملح كبريتيت الصوديوم.

[ب] إذا تكون راسب أسود يكون الملح كبريتيد الصوديوم.

وتكتب المعادلات كما سبق

www.HossamSewify

الكشف عن الغازات

الغاز	الصيغة الكيميائية	الكشف عنه
ثانى أكسيد الكربون	CO_2	يعكر ماء الجير عند إمراره فيه لمدة قصيرة
ثانى أكسيد الكبريت	SO_2	يخضر ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز
كبريتيد الهيدروجين	H_2S	كريه الرائحة ويسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص.
أكسيد النيتريك	NO	عديم اللون يتحول إلى البنى المحمر عند فوهة الأنبوبة
كلوريد الهيدروجين	HCl	يكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بمحلول النشادر
بروميد الهيدروجين	HBr	عديم اللون يكون أبخرة برتقالية حمراء من البروم مع حمض الكبريتيك المركز والتى تسبب إصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا
يوديد الهيدروجين	HI	عديم اللون يكون أبخرة بنفسجيه من اليود مع حمض الكبريتيك المركز والتى تزرق ورقة مبللة بمحلول النشا.
ثانى أكسيد النيتروجين	NO_2	لونه بنى محمر

استخدام محلول نيترات الفضة فى الكشف عن الأنيونات

محلول ملح نيترات الفضة + محلول الملح

محلول	الراسب
ملح الكبريتيت	راسب أبيض يسود بالتسخين
ملح الكبريتيد	راسب أسود
ملح الكلوريد	راسب أبيض يتحول فى الضوء إلى اللون البنفسجى ويذوب فى محلول النشادر المركز
ملح البروميد	راسب أبيض مصفر يصبح داكناً عند تعرضه للضوء ويذوب ببطء فى محلول النشادر المركز
ملح اليوديد	راسب أصفر لا يذوب فى محلول النشادر
ملح الفوسفات	راسب أصفر يذوب فى كل من محلول النشادر وحمض النيتريك

استخدام محلول أسيتات الرصاص فى الكشف عن الأنيونات

محلول أسيتات الرصاص +

غاز/محلول	الراسب
كبريتيتد الهيدروجين	راسب أسود من كبريتيد الرصاص (II)
كبريتات صوديوم	راسب أبيض من كبريتات الرصاص (II)

الكشف عن الشق القاعدى

المجموعة التحليلية الأولى

وتشمل كاتيونات:

كاتيون الفضة (I)	كاتيون الزئبق (I)	كاتيون الرصاص (II)
$(Ag)^+$	$(Hg)^+$	$(Pb)^{2+}$

محلول الملح + حمض الهيدروكلوريك المخفف

حيث ترسب هذه الفلزات على هيئة كلوريدات الفضة (I) والزئبق (I) والرصاص (II)

المجموعة التحليلية الثانية

أحد كاتيونات هذه المجموعة: Cu^{2+}

ويتم ذلك بإذابة الملح فى الماء + ($HCl + H_2S$)

حيث ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة كبريتيدات فى الوسط الحامضى

أيون النحاس (II)

محلول ملح النحاس (II) + كاشف المجموعة ($HCl + H_2S$)

يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب فى حمض النيتريك الساخن.

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

المجموعة التحليلية الثالثة

كاتيونات هذه المجموعة:

كاتيون الألومنيوم (III)	كاتيون الحديد (II)	كاتيون الحديد (III)
$(Al)^{3+}$	$(Fe)^{2+}$	$(Fe)^{3+}$

محلول الملح +محلول هيدروكسيد الأمونيوم

حيث ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة هيدروكسيدات ملونة مميزة لنوع الكاتيون

أيون الألومنيوم (III)

محلول الملح +محلول هيدروكسيد الأمونيوم

يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب فى الأحماض المخففة وفى محلول الصودا الكاوية.

$$Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3(NH_4)_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$$

محلول الملح +محلول هيدروكسيد الصوديوم

يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب فى فى وفرة من هيدروكسيد الصوديوم ويكون ميتا ألومينات الصوديوم.

$$Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$$

$$Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaAlO_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

أيون الحديد (II)

محلول الملح +محلول هيدروكسيد الأمونيوم

يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر بالتعرض للهواء ويذوب فى الأحماض.

$$FeSO_{4(aq)} + 2NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow (NH_4)_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$$

محلول الملح +محلول هيدروكسيد الصوديوم

يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد (II)

$$FeSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$$

أيون الحديد (III)

محلول الملح +محلول هيدروكسيد الأمونيوم

يتكون راسب جيلاتينى لونه بنى محمر من هيدروكسيد حديد (III) يذوب فى الأحماض.

$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3NH_4Cl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$

محلول الملح +محلول هيدروكسيد الصوديوم

يتكون راسب جيلاتينى لونه بنى محمر من هيدروكسيد حديد (III) يذوب فى الأحماض.

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

المجموعة التحليلية الخامسة

أحد كاتيونات هذه المجموعة: Ca^{2+}

محلول الملح +محلول كربونات الأمونيوم

حيث ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة كربونات.

أيون الكالسيوم (II)

محلول الملح +محلول كربونات الأمونيوم:

يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب فى حمض HCl المخفف ويذوب أيضاً فى الماء المحتوى على CO_2.

$CaCl_{2(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \longrightarrow 2NH_4Cl_{(aq)} + CaCO_{3(s)}$

$CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} \longrightarrow Ca(HCO_3)_{2(aq)}$

محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف:

يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم

$CaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2HCl_{(aq)} + CaSO_{4(s)}$

الكشف الجاف: كاتيونات الكالسيوم المتطايرة تكسب اللهب لون أحمر طوبى

أسئلة متنوعة

[١] وضح بالمعادلات الرمزية المتزنة كيف تميز عمليا بين كل زوج من الأملاح الآتية:

- كبريتيت الصوديوم – كبريتات الصوديوم.
- كلوريد حديد (II) – كلوريد حديد (III).
- نيتريت صوديوم – نيترات الصوديوم.
- كلوريد الصوديوم – كلوريد الألومنيوم.
- حمض الهيدروكلوريك – حمض الكبريتيك.
- محلول كلوريد صوديوم – محلول بروميد صوديوم.
- محلول كبريتيت صوديوم – محلول كلوريد صويوم.

التمييز بين كبريتيت صوديوم وكبريتات صوديوم

	كبريتيت الصوديوم	كبريتات الصوديوم
عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب	يحدث تفاعل ويتصاعد غاز SO_2 الذى يخضر ورقة مبللة بثانى كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز.	لا يحدث تفاعل

تكتب المعادلات

$Na_2SO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)}$

$K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$

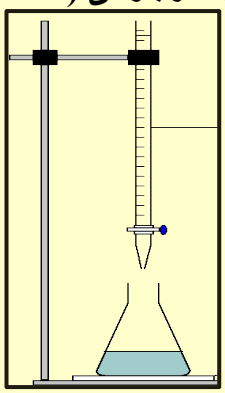
وبالمثل يتم الحل بالنسبة لباقى التمييز. (باستخدم المعادلات المكتوبة سابقاً)

[٢] وضح بالمعادلات الرمزية ناتج:

- إضافة محلول نيترات الفضة إلى أنبوبتى اختبار، الأولى بها محلول كبريتيت الصوديوم والأخرى بها محلول بروميد الصوديوم.
- إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فى محلول كبريتات نحاس مضاف إليه حمض هيدروكلوريك.

[٣] وضح خطوات حساب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم بمعادلته بمحلول قياسى من حمض الهيدروكلوريك:

- ✓ ننقل حجم معلوم من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى دورق مخروطى بواسطة ماصة.
- ✓ نضيف قطرات من دليل مناسب (دوار الشمس) فيتلون المحلول باللون الأزرق.
- ✓ نملء السحاحة بمحلول معلوم التركيز من حمض الهيدروكلوريك (محلول قياسى)
- ✓ ننقط الحمض بالتتدريج على محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يظهر المحلول باللون الأرجوانى (نقطة التعادل)



- ✓ نعين حجم الحمض المستهلك عند نقطة التعادل

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

- ✓ نحسب تركيز هيدروكسيد الصوديوم باستخدم العلاقة:

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

ملاحظات:

- **جميع أملاح كربونات الفلزات لا تذوب فى الماء ماعد كربونات الصوديوم والبوتاسيوم بالإضافة لكربونات الأمونيوم.**
- **جميع الكربونات تذوب فى الأحماض.**
- **جميع البيكربونات تذوب فى الماء.**

نموذج امتحان

السؤال الاول:

أولاً: تخير الإجابة الصحيحة من بين الأقواس

١) **جميع كربونات الفلزات الآتية لا تذوب فى الماء ماعدا كربونات.....**

[أ] الماغنسيوم [ب] الأمونيوم. [ج] الكالسيوم [د] جميع ما سبق.

٢) **يتكون راسب اصفر لايذوب فى محلول هيدروكسيد الامونيوم عند اضافة محلول نترات الفضة الى محلول ملح .....**

[أ] اليوديد [ب] البروميد. [ج] الكلوريد [د] الفوسفات.

٣) **الملح الصلب+حمض الهيدروكلوريك يتصاعد غاز ذو رائحة نفاذه وتتعلق مادة صفراء....**

[أ] كبريتيد [ب] كربونات [ج] ثيوكبريتات [د] كبريتيت

٤) **يستخدم عند معايرة قاعدة قوية بحمض قوى دليل ..... أو .....**

[أ] دوار الشمس / أزرق بروموثيمول. [ب] ميثيل برتقالى / فينولفثالين.

[ج] دوار الشمس / فينولفثالين. [د] ميثيل برتقالى / أزرق بروموثيمول.

٥) **إذا تلون اللهب باللون الأحمر الطوبى فيكون الملح من أملاح .....**

[أ] الصوديوم. [ب] البوتاسيوم. [ج] الكالسيوم. [د] النحاس.

ثانيا: على ضوء معلوماتك الكيميائية [تكتب المعادلات]

وضح كيف تستخدم محلولاً رائقاً من كبريتات الألومنيوم فى التمييز بين هيدروكسيد أمونيوم وهيدروكسيد صوديوم.

ثالثاً: قارن بين المجموعة التحليلية الثالثة والخامسة للكشف عن الشقوق القاعدية من حيث :

[أ] الأساس العلمى [ب] كاشف المجموعة.

السؤال الثانى:

أولاً: وضح بالمعادلات الرمزية المتزنة كيف تميز عمليا بين:

[١] كبريتيت الصوديوم وكبريتات الصوديوم.

[٢] ثانى أكسيد كربون وكبريتيد هيدروجين.

ثانياً: صوب ما تحته خط فى كل عبارة من العبارات التالية:

(١)يتفاعل محلول ملح كبريتيد الصوديوم مع محلول نيترات الفضة ويتكون راسب أبيض.
(٢)يتكون راسب أصفر عند إضافة محلول نيترات الفضة إلى محلول نيترات الصوديوم.
(٣)يتصاعد بخار برتقالى يلون ورقة مبللة بالنشا باللون الأصفر عند إضافة H_2SO_4 المركز الساخن إلى كلوريد الصوديوم.
(٤)عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى كبريتيد الصوديوم يتكون راسب أصفر.
(٥)الفينولفثالين لونه أحمر فى الوسط الحامضى.
(٦)تفاعلات الترسيب تستخدم فى تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.

ثالثاً: ١,٠١٣ جم من عينة من $ZnSO_4 . XH_2O$ تم إذابتها فى الماء وعند إضافة محلول $BaCl_2$ فإذا كانت كتلة كبريتات الباريوم المترسب تساوى ٠,٨٢٢٣ جم فما هى صيغة كبريتات الزنك المتهدرته
(Zn = 65.4, Ba = 137.3, S = 32, O = 16)

السؤال الثالث

أولاً: اكتب المصطلح العلمى:

١) النقطة التى يتم عندها تمام التعادل بين الحمض والقاعدة
٢) تفاعلات تستخدم فى تقدير المواد التى تعطى نواتج شحيحة الذوبان فى الماء.
٣) عملية تعيين تركيز حمض بمعلومية الحجم اللازم منه للتعادل مع قاعدة معلومة الحجم والتركيز.
٤) كمية المادة التى تحتوى على عدد أفوجادرو من الجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو وحدات الصيغة.
٥) يتم فيها الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب.

ثانياً: محلول أحد الأملاح قسم إلى ثلاثة أقسام:

القسم الأول أضيف إليه محلول كلوريد باريوم فتكون راسب أبيض لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف.
القسم الثانى أضيف إليه محلول هيدوكسيد صوديوم فتكون راسب أبيض مخضر.
[أ] اكتب اسم الملح. مبيناً أثر الحرارة عليه. [ب] اكتب المعادلات الدالة على كل التفاعلات السابقة.

ثالثاً: أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة فى محلول حجمه (25 ml) والتى تستهلك عند معايرة (15ml) من حمض الهيدروكلوريك (0.1mol/L) علماً بأن: (O = 16, H = 1, Na = 23)

السؤال الرابع

أولاً: سخنت عينة من كربونات الصوديوم المتهدرته كتلتها 28.6 g فثبت وزنها عند 10.6 g أحسب
١- نسبة ماء التبلر فى العينة.
٢- استنتج الصيغة الجزيئية للعينة.

ثانياً: علل لما يأتى

١) الكشف عن الشقوق القاعدية اكثر تعقيداً من الشقوق الحامضية.
٢) لا يمكن التميز بين الميثيل البرتقالى وعباد الشمس عن طريق الوسط الحامضى.
٣) يفضل التسخين الهين عند استخدام حمض الكبريتيك المركز فى الكشف عن أنيون الكلوريد.
٤) لا يمكن التمييز بين أنيون الكربونات والبيكربونات باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف.

Find us on: facebook
www.facebook.com/HossamSew