

خطوات حل مسائل المعايرة في كتاب المدرسة

أولاً : نكتب معادلة تفاعل الحمض مع القاعدة موزونة لتحديد قيمة كلاً من عدد مولات الحمض n_a ، عدد مولات القاعدة n_b .

ثانياً : نضع المعطيات كما يلي

الصيغة الكيميائية للقاعدة الصيغة الكيميائية للحمض

$$M_a =$$

$$M_b =$$

$$V_a =$$

$$V_b =$$

$$n_a =$$

$$n_b =$$

كل مسائل المعايرة لها طريقتين فقط للحل

الطريقة الأولى

يعطى في المثال 3 مقادير فقط (من : V_b , M_b , V_a , M_a)

طريقة الحل :

$$\text{نعوض في القانون } \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \text{ ونحسب قيمة المجهول الرابع}$$

الطريقة الثانية

يعطى في المثال مقدارين فقط (V_b , M_b أو V_a , M_a)

طريقة الحل :

نعوض في القانون

$$\frac{\text{عدد مولات الحمض}}{n_a} = \frac{M_b V_b \text{ Litre}}{n_b} \quad \left(V_a , M_a \text{ أعطى} \right)$$

$$\frac{M_a V_a \text{ Litre}}{n_a} = \frac{\text{عدد مولات القاعدة}}{n_b} \quad \left(V_b , M_b \text{ أعطى} \right)$$

ثم نحسب عدد المولات وكتلة المادة المجهولة كما في الطريقة الأولى

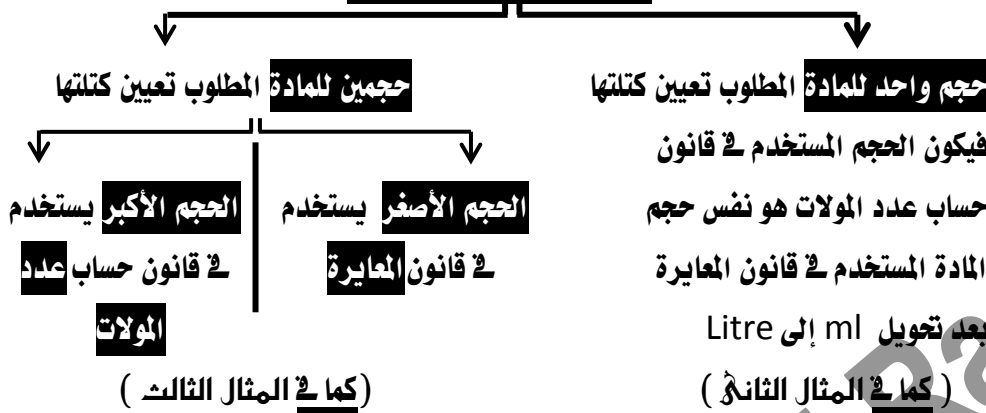
أحياناً تنتهي المسألة بحساب قيمة المجهول الرابع : (كما في المثال الأول)

أحياناً لا تنتهي المسألة بحساب قيمة المجهول الرابع بل يطلب تعيين الكتلة فنتبع الخطوات الآتية :

1- نحسب عدد المولات من القانون : عدد المولات = التركيز $\times$ الحجم بالتر

2- نحسب كتلة المادة من القانون : كتلة المادة = عدد المولات $\times$ كتلة المول

في بعض المسائل يعطى



في بعض المسائل يعطى كتلة الخليط و يطلب النسبة المئوية

فنحسب عدد المولات وكتلة المادة المجهولة كما في الطريقة الأولى ثم نحسب النسبة المئوية من القانون :

$$100 \times \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة الخليط}} = \text{النسبة المئوية}$$

(كما في المثال الرابع)

المثال الأول :

إحسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم ليزم 25 ml منه لمعايرة 20 ml من حمض كبريتيك 0,1 M .

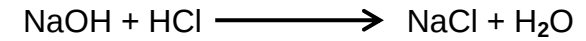


H_2SO_4	NaOH
$M_a = 0,1$	$M_b = ?$
$V_a = 20$	$V_b = 25$
$n_a = 1$	$n_b = 2$

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \quad \frac{0,1 \times 20}{1} = \frac{M_b \times 25}{2} \quad M_b = 0,16 \text{ M}$$

المثال الثاني :

أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في 25 ml و التي تستهلك عند معايرة 15 ml من حمض هيدروكلوريك 0,1 M .



HCl	NaOH
$M_a = 0,1$	$M_b = ?$
$V_a = 15$	$V_b = 25$
$n_a = 1$	$n_b = 1$

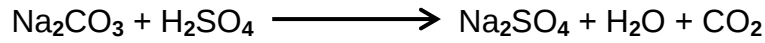
$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \quad \frac{0,1 \times 15}{1} = \frac{M_b \times 25}{1} \quad M_b = 0,06 \text{ M}$$

$$\rightarrow \text{الحجم باللتر} \times \text{التركيز} = \text{عدد المولات} = 0,06 \times (25 \times 10^{-3}) = 0,0015$$

$$\rightarrow \text{كتلة المول} \times \text{عدد المولات} = \text{كتلة المادة} = 0,0015 \times 40 = 0,06 \text{ g}$$

المثال الثالث :

محلول حجمه 0,1 L من كربونات صوديوم أخذ منه 40 ml فتعادل مع 10 ml من حمض كبريتيك 0,1 M ما كتلة كربونات الصوديوم الذائبة في المحلول .



H_2SO_4	Na_2CO_3
$M_a = 0,1$	$M_b = ?$
$V_a = 10$	$V_b = 40$
$n_a = 1$	$n_b = 1$

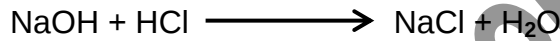
$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \quad \frac{0,1 \times 10}{1} = \frac{M_b \times 40}{1} \quad M_b = 0,025 \text{ M}$$

$$\rightarrow \text{عدد المولات} = \text{التركيز} \times \text{الحجم باللتر} = 0,025 \times 0,1 = 0,025$$

$$\rightarrow \text{كتلة المول} \times \text{عدد المولات} = \text{كتلة المادة} = 0,025 \times 106 = 2,65 \text{ g}$$

المثال الرابع :

مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد الصوديوم و كلوريد الصوديوم لزم لمعايرة 0,5 gm منه حتى تمام التفاعل 10 ml من حمض هيدروكلوريك 0,2 M . إحسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في العينة .



HCl	NaOH
$M_a = 0,2$	$M_b = ?$
$V_a = 10$	$V_b = ?$
$n_a = 1$	$n_b = 1$

$$\frac{M_a V_a \text{ Litre}}{n_a} = \frac{\text{عدد مولات القاعدة}}{n_b} \quad \frac{0,2 \times (10 \times 10^{-3})}{1} = \frac{\text{عدد مولات القاعدة}}{1}$$

$$\text{عدد مولات القاعدة} = 2 \times 10^{-3}$$

$$\text{كتلة المادة} = \text{عدد المولات} \times \text{كتلة المول} = 40 \times 2 \times 10^{-3} = 0,08 \text{ جم}$$

$$\% 16 = 100 \times \frac{0,08}{0,5} = 100 \times \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة الخليط}} = \text{النسبة المئوية لهيدروكسيد الصوديوم}$$

خطوات حل مسائل التطاير في كتاب المدرسة

أولاً : نستخرج المعطيات كما يلي

1- كتلة العينة قبل التسخين "ك₁"

2- كتلة العينة بعد التسخين "ك₂"

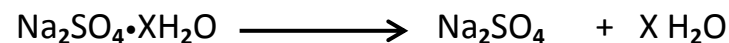
3- كتلة ماء التبلي ك₃ = كتلة العينة قبل التسخين ك₁ - كتلة العينة بعد التسخين ك₂

طريقة حساب النسبة المئوية لماء التبلي

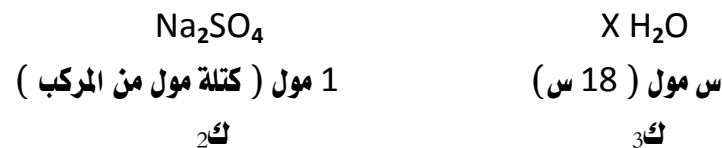
$$\text{النسبة المئوية} = 100 \times \frac{\text{كتلة ماء التبلي ك}_3}{\text{كتلة العينة قبل التسخين ك}_1}$$

طريقة حساب عدد جزيئات ماء التبلي "X"

1- نكتب معادلة توضيح تفكك المركب المتهدرت و ليكن $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{XH}_2\text{O}$ عن الماء كما يلي :



2- نكتب علاقة الماء و المركب غير المتهدرت كما يلي :



و بضرب طرفين في وسطين يمكن تعيين قيمة س "X" : عدد جزيئات ماء التبلي "

المثال الأول :

عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $\text{BaCl}_2 \cdot \text{XH}_2\text{O}$ كتلتها 2,7172 g و كتلتها بعد التسخين و ثبوت الكتلة 2,2923 g .

احسب ما يلي : 1- نسبة ماء التبلي في كلوريد الباريوم المتهدرت .

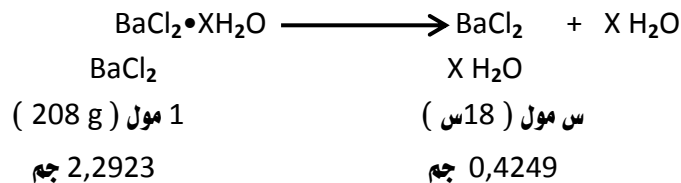
2- عدد جزيئات ماء التبلي .

1- كتلة العينة قبل التسخين "ك₁" = 2,7172 جم

2- كتلة العينة بعد التسخين "ك₂" = 2,2923 جم

3- كتلة ماء التبلي ك₃ = ك₁ - ك₂ = 2,7172 - 2,2923 = 0,4249 جم

$$\text{النسبة المئوية لماء التبلي} = 100 \times \frac{\text{كتلة ماء التبلي}}{\text{كتلة العينة قبل التسخين}} = 100 \times \frac{0,4249}{2,7172} = 15,64\%$$



$$2 = \frac{0,4249 \times 208}{18 \times 2,2923} = \text{س}$$

أحياناً يعطى في المسألة كتلة الوعاء الذي يتم فيه التجفيف (جفنة - بوتقة - زجاجة ساعة)

فيتم الحساب كالآتي :

1- كتلة العينة قبل التسخين "ك₁" = كتلة العينة و الوعاء قبل التسخين - كتلة الوعاء فارغ

2- كتلة العينة بعد التسخين "ك₂" = كتلة العينة و الوعاء بعد التسخين - كتلة الوعاء فارغ

المثال الثاني :

زجاجة ساعة كتلتها و هي فارغة 24,3238 g و كتلتها و بها عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $\text{BaCl}_2 \cdot \text{XH}_2\text{O}$ هي 27,041 g و كتلتها بعد التسخين و ثبوت الكتلة تساوي 26,6161 g .

احسب ما يلي :

- نسبة ماء التبلي في كلوريد الباريوم المتهدرت .

- عدد جزيئات ماء التبلي .

1- كتلة العينة قبل التسخين "ك₁" = 24,3238 - 27,041 = 2,7172 جم

2- كتلة العينة بعد التسخين "ك₂" = 24,3238 - 26,6161 = 2,2923 جم

3- كتلة ماء التبلي ك₃ = ك₁ - ك₂ = 2,7172 - 2,2923 = 0,4249 جم

ثم تكمل الخطوات كما في حل المثال الأول

خطوات حل مسائل الترسيب في كتاب المدرسة

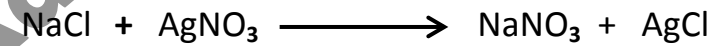
مسائل الترسيب فكرة واحدة للحل دائماً علاقة بين المادة المترسبة ومادة أخرى :

أولاً : علاقة بين المادة المترسبة و أحد العناصر الداخلة في تركيب المادة المترسبة

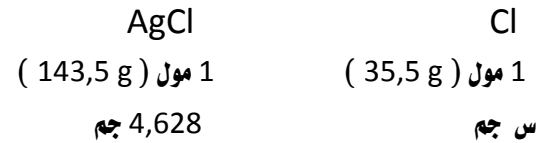
المثال الأول :

أضيف محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة فترسب 4,628 gm من كلوريد الفضة احسب كتلة الكلور في المحلول .

طريقة الحل



العلاقة بين : المادة المترسبة (كلوريد فضة) ، عنصر الكلور



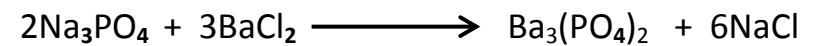
$$1,055 = \frac{4,628 \times 35,5}{143,5} = \text{س}$$

ثانياً : علاقة بين المادة المترسبة و أحد المركبات الموجودة معها في معادلة التفاعل

المثال الثاني :

أضيف محلول فوسفات الصوديوم إلى محلول كلوريد الباريوم فتم فصل راسب 8 g من فوسفات الباريوم احسب كتلة كلوريد الباريوم المستخدمة .

طريقة الحل



العلاقة بين : المادة المترسبة (فوسفات الباريوم) ، مركب كلوريد الباريوم



$$\text{س} = \frac{3 \times 8 \times 208}{601} = 8,306 \text{ جم}$$

أحياناً يعطى في المسألة كتلة عينة غير نقية و يطلب النسبة المئوية للعنصر فيتم الحساب كالاتي : **مثال :**

أذيب 2 gm من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء و أضيف إليه نترات الفضة فترسب 4,628 gm من كلوريد الفضة احسب نسبة الكلور في العينة .

طريقة الحل

(نفس خطوات حل المثال الأول و يضاف إليها الخطوة التالية)

$$\text{النسبة المئوية للكلور} = 100 \times \frac{\text{كتلة الكلور}}{\text{كتلة العينة غير النقية}} = 100 \times \frac{1,055}{2} = 52,75 \%$$

أحياناً يعطى في المسألة كتلة عينة غير نقية و يطلب النسبة المئوية لمركب فيتم الحساب كالاتي : **مثال :**

أذيب 10 gm من كلوريد الباريوم غير النقي في الماء و أضيف إليه وفرة من محلول فوسفات الصوديوم فترسب 8 gm من فوسفات الباريوم احسب النسبة المئوية لكلوريد الباريوم في العينة .

طريقة الحل

(نفس خطوات حل المثال الثاني و يضاف إليها الخطوة التالية)

$$\text{النسبة المئوية لكلوريد الباريوم} = 100 \times \frac{\text{كتلة كلوريد الباريوم}}{\text{كتلة العينة غير النقية}} = 100 \times \frac{8,306}{10} = 83,06 \%$$

أولاً : حساب الكتلة المكافئة للعنصر

$$\frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}} = \text{ذرة جرامية} = \text{جم} / \text{ذرة}$$

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}} = \text{عدد التأكسد} = \text{عدد الشحنات} = \text{التكافؤ}$$

المثال الأول :

أحسب الكتلة المكافئة لفلز X^{+3} كتلته الذرية 27

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة}}{\text{عدد التأكسد}} = 9 \text{ g} = \frac{27}{3}$$

المثال الثانى :

أحسب الكتلة المكافئة لعنصر الألومنيوم فى أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 ($Al = 27$)

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة}}{\text{عدد التأكسد}} = 9 = \frac{27}{3}$$

المثال الثالث :

أحسب الكتلة المكافئة لعنصر الحديد فى كلوريد الحديد III ($Fe = 56$)

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة}}{\text{عدد التأكسد}} = 18,66 \text{ g} = \frac{56}{3}$$

ثانياً : صور قانون فاراداي الأول

① كتلة العنصر " g " المتكونة = كمية الكهربية بالفاراداي " F " × الكتلة المكافئة

ملحوظة : الكتلة المتكونة / الكتلة المترسبة / الكتلة المتصاعدة / الكتلة المستهلكة / الكتلة الذائبة

المثال الأول :

أحسب كتلة الأكسجين المتصاعد من التحليل الكهربى لمصهور البوكسيت Al_2O_3 عند إمرار كمية كهربية مقدارها 0,5 F . ($O = 16$)

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة}}{\text{عدد التأكسد}} = 8 \text{ g} = \frac{16}{2}$$

$$\text{كتلة الأكسجين " g " المتصاعدة} = \text{كمية الكهربية بالفاراداي " F "} \times \text{الكتلة المكافئة}$$

$$4 \text{ g} = 8 \times 0,5 =$$

المثال الثانى :

أحسب عدد تأكسد فلز كتلته الذرية 40 يترسب منه 5 g عند إمرار كمية كهربية مقدارها 0,25 F فى محاليل أحد أملاحه .

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{40}{Z}$$

كتلة الفلز " g " المترسبة = كمية الكهربية بالفاراداي " F " × الكتلة المكافئة

$$\frac{40}{Z} \times 0,25 = 5$$

$$2 = \frac{40 \times 0,25}{5} = Z$$

المثال الثالث :

أحسب الكتلة الذرية لفلز ثلاثى التكافؤ يترسب 5,6 g منه عند إمرار كمية كهربية مقدارها 0,3 F فى محاليل أحد أملاحه .

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{m}{3}$$

كتلة الفلز " g " المترسبة = كمية الكهربية بالفاراداي " F " × الكتلة المكافئة

$$\frac{m}{3} \times 0,3 = 5,6$$

$$56 = \frac{3 \times 5,6}{0,3} = m$$

$$\text{② كتلة العنصر بالجرام "g"} = \frac{\text{كمية الكهرباء بالكولوم "c"} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500}$$

المثال الأول :

أحسب كمية الكهرباء بوحدة الكولوم اللازمة لترسيب 5,6 g من الحديد من محلول كلوريد الحديد III . (Fe = 56)

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{\text{الوزن الذري}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{56}{3} = 18,67 \text{ g}$$

$$\text{كتلة الحديد بالجرام "g"} = \frac{\text{كمية الكهرباء بالكولوم "c"} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500}$$

$$5,6 = \frac{18,67 \times \text{"c"}}{96500}$$

$$\text{كمية الكهرباء بالكولوم "c"} = 30022,2 \text{ c}$$

قانون خاص : العلاقة بين كمية الكهرباء بالكولوم وشدة التيار

$$\text{كمية الكهرباء بالكولوم "c"} = \text{شدة التيار بالأمبير "A"} \times \text{الزمن بالثواني "s"}$$

المثال الأول :

كم دقيقة تلزم لينتج كمية كهربائية مقدارها 10500 c من تيار شدته 25 A .

الحل :

$$\text{كمية الكهرباء بالكولوم "c"} = \text{شدة التيار بالأمبير "A"} \times \text{الزمن بالثواني "s"}$$

$$10500 = 25 \times \text{الزمن بالثواني "s"}$$

$$\text{الزمن بالثواني "s"} = \frac{10500}{25} = 420 \text{ s} = 7 \text{ min}$$

$$\text{③ كتلة العنصر بالجرام "g"} = \frac{\text{شدة التيار "A"} \times \text{الزمن "s"} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500}$$

المثال الثاني :

أحسب شدة التيار المار لمدة 32 min فى محلول نترات الفضة AgNO_3 ليترسب 21,5 g من الفضة .

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{\text{الوزن الذري}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{108}{1} = 108 \text{ g}$$

$$\text{كتلة العنصر بالجرام "g"} = \frac{\text{شدة التيار "A"} \times \text{الزمن "s"} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500}$$

$$21,5 = \frac{108 \times 60 \times 32 \times \text{"A"}}{96500}$$

$$\text{شدة التيار} = \frac{96500 \times 21,5}{108 \times 32 \times 60} = 10 \text{ A}$$

الضارداى و الكتلة المكافئة

← يلزم لـ " تصاعد / ترسيب / ذوبان " كتلة مكافئة من عنصر كمية كهربائية = $1 F$

مثال : لترسيب كتلة مكافئة من فلز ثلاثى التكافؤ يلزم $1 F$.

الضارداى و الذرة الجرامية

← يلزم لـ " تصاعد / ترسيب / ذوبان " جم / ذرة من عنصر كمية كهربائية = عدد التأكسد F

مثال : لترسيب جم / ذرة من الألومنيوم حسب التفاعل : $2 \text{Al}^{+3} + 6 \text{e}^- = 2 \text{Al}$.
يلزم كمية كهربائية = $3 F$.

الضارداى و المول

↩ العناصر الصلبة دائماً نستخدم العلاقة :

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كمية الكهربية بالفرادى } F}{\text{عدد التأكسد}}$$

مثال : احسب كمية الكهربية اللازمة لترسيب مول واحد من الحديد من محلول كلوريد الحديد III بالتحليل الكهربى .

$$\text{الحل : عدد المولات} = \frac{\text{كمية الكهربية بالفرادى } F}{\text{عدد التأكسد}}$$

$$\text{كمية الكهربية بالفرادى } F = \text{عدد الشحنات} \times \text{عدد المولات}$$

$$\text{كمية الكهربية بالفرادى } F = 1 \times 3 = 3 F$$

مثال : احسب كمية الكهربية اللازمة لترسيب 0,1 mole من أيونات Cu^{++}

$$\text{الحل : عدد المولات} = \frac{\text{كمية الكهربية بالفرادى } F}{\text{عدد التأكسد}}$$

$$\text{كمية الكهربية بالفرادى } F = \text{عدد الشحنات} \times \text{عدد المولات}$$

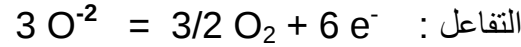
$$\text{كمية الكهربية بالفرادى } F = 0,1 \times 2 = 0,2 F$$

↩ العناصر الغازية دائماً نستخدم العلاقة :

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كمية الكهربية بالفرادى } F}{\text{عدد التأكسد} \times \text{عدد ذرات الجزيء}}$$

ملحوظة : معظم الغازات العنصرية الطبيعية عدد ذرات الجزيء منها = 2

مثال : احسب كمية الكهربية اللازمة لتصاعد 1 mole من غاز الأكسجين حسب



$$\text{الحل : عدد المولات} = \frac{\text{كمية الكهربية بالفرادى } F}{\text{عدد التأكسد} \times \text{عدد ذرات الجزيء}}$$

$$\text{كمية الكهربية بالفرادى } F = \text{عدد الشحنات} \times \text{عدد ذرات الجزيء} \times \text{عدد المولات}$$

$$\text{كمية الكهربية بالفرادى } F = 1 \times 2 \times 2 = 4 F$$

المول و حجم الغاز

نستخدم العلاقة : حجم الغاز = عدد المولات $\times 22,4$

المثال الأول :

احسب حجم غاز الهيدروجين المتصاعد من إمرار كمية كهربية قدرها 0,2 F فى محلول مائى لحمض هيدروكلوريك .

$$\text{الحل : عدد المولات} = \frac{\text{كمية الكهربية بالفرادى } F}{\text{عدد التأكسد} \times \text{عدد ذرات الجزيء}}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{0,2}{2 \times 1} = 0,1 \text{ mole}$$

$$\text{حجم الغاز} = \text{عدد المولات} \times 22,4$$

$$2,24 \text{ litre} = 22,4 \times 0,1 =$$

المثال الثانى :

احسب كمية الكهربية بالكولوم اللازمة لتصاعد 11,2 Litre من غاز الأكسجين بالتحليل الكهربى لمصهور البوكسيت .

الحل :

$$\frac{\text{كمية الكهربية بالفاراداي } F}{\text{عدد التأكسد}} = \text{عدد المولات}$$

$$\text{حجم الغاز} = \text{عدد المولات} \times 22,4$$

$$\text{كمية الكهربية بالفاراداي } F = \text{عدد الشحنات} \times \text{عدد المولات}$$

$$0,5 \text{ mole} = \frac{11,2}{22,4} = \frac{\text{حجم الغاز}}{22,4}$$

$$\text{كمية الكهربية بالفاراداي } F = 1,5 \times 3 = 4,5$$

$$\frac{\text{كمية الكهربية بالفاراداي } F}{\text{عدد المولات}} = \frac{\text{عدد التأكسد} \times \text{عدد ذرات الجزيء}}{\text{عدد المولات}}$$

$$\text{كمية الكهربية بالكولوم } C = \text{كمية الكهربية بالفاراداي } F \times 96500$$

$$\text{كمية الكهربية بالكولوم } C = 4,5 \times 96500 = 434250$$

$$\text{كمية الكهربية بالفاراداي } F = \text{عدد الشحنات} \times \text{عدد ذرات الجزيء} \times \text{عدد المولات}$$

$$\text{كمية الكهربية بالفاراداي } F = 0,5 \times 2 \times 2 = 2$$

$$\text{كمية الكهربية بالكولوم } C = \text{كمية الكهربية بالفاراداي } F \times 96500$$

$$\text{كمية الكهربية بالكولوم } C = 2 \times 96500 = 19300$$

المثال الثالث :

أحسب سمك طبقة الذهب المستخدم في طلاء إبريق معدني مساحته 100 cm^2 عند إمرار كمية كهربية قدرها $0,5 F$ في محلول كلوريد الذهب III إذا علمت أن كثافة الذهب $13,2 \text{ g/cm}^3$ و الكتلة الذرية للذهب 197 .

$$\frac{\text{الوزن الذري}}{\text{عدد التأكسد}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة}}{\text{الكتلة المكافئة}} \quad 65,66 \text{ g} = \frac{197}{3}$$

$$\text{كتلة الفلز "g" المترسبة} = \text{كمية الكهربية بالفاراداي "F"} \times \text{الكتلة المكافئة}$$

$$32,833 \text{ g} = 65,66 \times 0,5$$

$$\frac{\text{الكتلة المترسبة}}{\text{الحجم}} = \frac{\text{الكتلة المترسبة}}{\text{الحجم}} \quad \frac{\text{الكتلة المترسبة}}{\text{الكثافة}} = \text{الحجم}$$

$$\text{الحجم} = \frac{32,833}{13,2} = 2,4873 \text{ cm}^3$$

$$\frac{\text{الكثافة}}{\text{المساحة}} = \frac{\text{السمك}}{\text{المساحة}} \quad \frac{\text{الكثافة}}{\text{المساحة}} = \text{السمك}$$

$$\text{السمك} = \frac{13,2}{2,4873} = 5,30 \text{ cm}$$

أمثلة متنوعة

المثال الأول :

كم دقيقة تلزم لينتج كمية كهربية مقدارها $0,25 F$ من تيار شدته 25 A .

الحل :

$$\text{كمية الكهربية بالكولوم "C"} = \text{شدة التيار بالأمبير "A"} \times \text{الزمن بالثواني "s"}$$

$$0,25 \times 96500 = 25 \times \text{الزمن بالثواني "s"}$$

$$\text{الزمن بالثواني "s"} = \frac{0,25 \times 96500}{25} = 965 \text{ s} = 16,083 \text{ min}$$

المثال الثاني :

أحسب كمية الكهربية بالكولوم اللازمة لترسيب $9,03 \times 10^{23}$ lone من الألومنيوم

$$\text{عدد المولات} = \frac{9,03 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} = 1,5 \text{ mole}$$

مسائل القوة الدافعة الكهربائية emf

لحساب القوة الدافعة الكهربائية " $E_{cell} = emf$ " لخلية بمعلومية جهوى العنصرين المكونين لها يجب :

- 1- توحيد جهدى العنصرين لتحديد الأنود والكاثود .
- 2- استخدام واحد من القوانين الثلاثة التالية :

القوانين :

① القوة الدافعة الكهربائية " emf " = فرق جهدى الأكسدة لنصفى الخلية .

(جهد أكسدة الأنود - جهد أكسدة الكاثود)

② القوة الدافعة الكهربائية " emf " = فرق جهدى الاختزال لنصفى الخلية .

(جهد اختزال الكاثود - جهد اختزال الأنود)

③ القوة الدافعة الكهربائية " emf " = مجموع جهدى الأكسدة و الاختزال لنصفى الخلية .

(جهد أكسدة الأنود + جهد اختزال الكاثود)

المثال الأول :

عنصران A , B جهدى تأكسدهما $0,4 V$ ، $0,6 V$ - على الترتيب و كل منهما ثنائى التكافؤ ما هو الرمز الإصطلاحي للخلية التى يمكن أن تتكون منهما ؟ ثم احسب القوة الدافعة الكهربائية لهذه الخلية وهل يصدر عنها تيار كهربى أم لا ؟ لماذا ؟

الحل :

الرمز الإصطلاحي : $A / A^{+2} // B^{+2} / B$

$emf =$ جهد تأكسد الأنود (A) - جهد تأكسد الكاثود (B)

$$\Rightarrow E_{cell} \text{ or } emf = 0,4 - (-0,6) = 1 V$$

و يصدر عن هذه الخلية تيار كهربى لأن قيمة (emf) موجبة فيكون التفاعل تلقائى .

المثال الثانى :

إذا علمت أن الكاديوم يسبق النيكل فى متسلسلة النشاط الكهربى و أن emf للخلية المكونة منهما $0,15 V$ و أن جهد أكسدة الكاديوم $0,4 V$ احسب جهد أكسدة النيكل .

الحل :

$emf =$ جهد تأكسد الأنود (Cd) - جهد تأكسد الكاثود (Ni)

جهد تأكسد الكاثود (Ni) = جهد تأكسد الأنود (Cd) - emf

$$0,25 V = 0,4 - 0,15 =$$

المثال الثالث :

رتب الأصناف التالية ترتيباً تصاعدياً كعوامل مختزلة :

$Mg / Mg^{+2} (2,37 V)$ ، $Zn^{+2} / Zn (- 0,76 V)$

$K^{+} / K (- 2,92 V)$ ، $2Cl^{-} / Cl_2 (- 1,36 V)$

الحل :

المطلوب ترتيبها تصاعدياً كعوامل مختزلة . ∴ نحول الجهود كلها إلى جهود أكسدة

$Zn^{+2} / Zn (- 0,76 V)$ جهد اختزال $\Leftrightarrow$ جهد الأكسدة $(0,762 V)$

$Mg / Mg^{+2} (2,37 V)$ جهد أكسدة

$2Cl^{-} / Cl_2 (- 1,36 V)$ جهد أكسدة

$K^{+} / K (- 2,92 V)$ جهد اختزال $\Leftrightarrow$ جهد الأكسدة $(2,924 V)$

الترتيب : $2Cl^{-} / Cl_2 \Leftrightarrow Zn^{+2} / Zn \Leftrightarrow Mg / Mg^{+2} \Leftrightarrow K^{+} / K$

المثال الثالث :

إذا علمت أن الجهود القياسية لكل من Zn / Zn^{+2} هو $(0,76 V)$ و جهد

Ni / Ni^{+2} هو $(0,23 V)$ و Cu / Cu^{+2} هو $(- 0,34 V)$

1- أيهم : أفضل عامل مؤكسد . 2- أيهم يحل محل الآخر أسرع - و لماذا ؟

الحل :

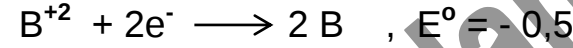
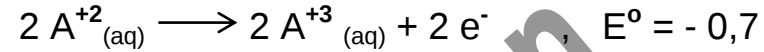
1- المطلوب أفضل عامل مؤكسد . ∴ نحول الجهود كلها إلى جهود اختزال و منها يكون أفضل

عامل مؤكسد هو Cu / Cu^{+2}

2- العنصر Zn يحل محل العنصر Cu أسرع - لأن الفرق في الجهد بينهما أكبر .

المثال الثالث :

أحسب ق.د.ك للخلية للخلية الجلفانية المكونة من عنصري A و B علماً بأن :



الـحل :

من معادلة التفاعل الأولى : حدثت عملية أكسدة $E^{\circ} = - 0,7$ تمثل جهد أكسدة

من معادلة التفاعل الثانية : حدثت عملية اختزال $E^{\circ} = - 0,5$ تمثل جهد اختزال

بتوحيد الجهود بتغيير إشارة جهد أحدهما ومنها :

$$emf = \text{جهد تأكسد الأنود (B)} - \text{جهد تأكسد الكاثود (A)}$$

$$\Rightarrow E_{\text{cell or emf}} = 0,5 - (- 0,7) = 1,2 \text{ V}$$

مسائل التفاعل التلقائي أم غير تلقائي

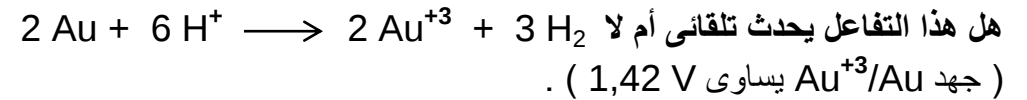
الذي يحدد الأنود و الكاثود هو معادلة التفاعل وليس الجهود المعطاة في المسألة .

إذا كانت قيمة emf للخلية :

أولاً : سالبة التفاعل غير تلقائي و الخلية تحليلية ولا يصدر عنها تيار كهربى .

ثانياً : موجبة التفاعل تلقائي و الخلية جلفانية و يصدر عنها تيار كهربى .

مثال :



الـحل :

من معادلة التفاعل الذهب Au حدثت له عملية أكسدة $\therefore$ الذهب هو الأنود

$$emf = \text{جهد تأكسد الأنود (Au)} - \text{جهد تأكسد الكاثود (H)}$$

$$\Rightarrow E_{\text{cell or emf}} = - 1,42 - 0 = - 1,42 \text{ V}$$

قيمة emf للخلية سالبة $\therefore$ التفاعل غير تلقائي .

قانون فاراداي الثاني

الصيغة الرياضية

لقانون فاراداي الثاني

المثال الأول :

عند إمرار نفس التيار الكهربى فى محلولى كبريتات النحاس و نترات الفضة كان وزن النحاس المترسب 0,53 g أحسب وزن الفضة المترسبة علماً بأن الكتلة الذرية لكلاً من النحاس و الفضة على الترتيب 63,5 , 108 .

الـحل :

$$31,75 \text{ g} = \frac{63,5}{3} = \text{الكتلة المكافئة للنحاس} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}}$$

$$108 \text{ g} = \frac{108}{1} = \text{الكتلة المكافئة للفضة} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}}$$

$$1,8 \text{ g} = x \therefore \frac{108}{31,7} = \frac{x}{0,53} = \frac{\text{كتلة الفضة}}{\text{كتلة النحاس}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة للفضة}}{\text{الكتلة المكافئة للنحاس}}$$

المثال الثاني :

عند إمرار نفس التيار الكهربى فى محلولى كبريتات النحاس و نترات الفضة كان وزن الفضة و النحاس المترسب على الترتيب 0,53 g , 1,183 g ما عدد تأكسد النحاس (الكتلة الذرية للنحاس و الفضة على الترتيب 63,5 , 108) .

$$108 \text{ g} = \frac{108}{1} = \text{الكتلة المكافئة للفضة} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}}$$

$$31,8 \text{ g} = x \therefore \frac{108}{x} = \frac{1,8}{0,53} = \frac{\text{كتلة الفضة}}{\text{كتلة النحاس}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة للفضة}}{\text{الكتلة المكافئة للنحاس}}$$

$$1,99 \text{ g} = \frac{63,5}{31,8} = \text{عدد التأكسد} = \frac{\text{الوزن الذرى}}{\text{عدد التأكسد}}$$