

## 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

$$M_a = \quad M_b =$$

$$V_a = \quad V_b =$$

$$n_a = \quad n_b =$$

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 :

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

### 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

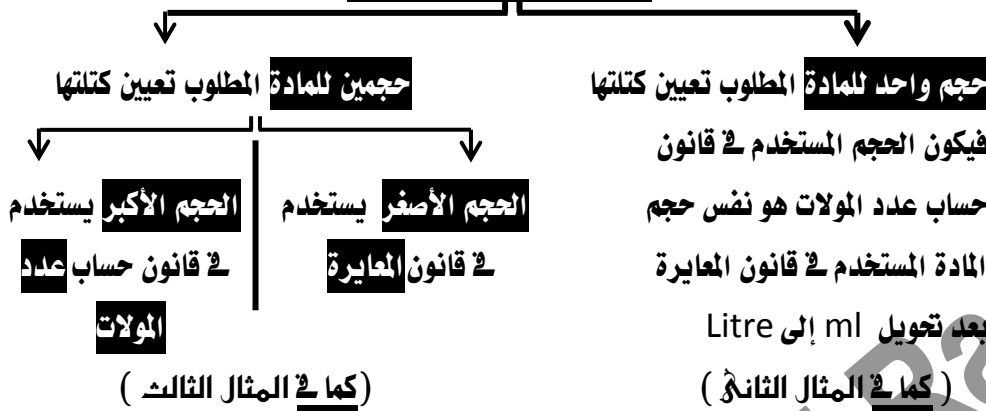
أحياناً تنتهي المسألة بحساب قيمة المجهول الرابع : ( كما في المثال الأول )

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 .



$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{NaOH}$
$M_a = 0,1$	$M_b = ?$
$V_a = 20$	$V_b = 25$
$n_a = 1$	$n_b = 2$

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

### المثال الثاني :

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



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

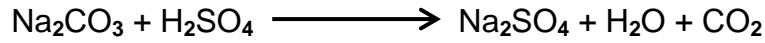
$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \quad \frac{0,1 \times 15}{1} = \frac{M_b \times 25}{1} \quad M_b = 0,06 \text{ M}$$

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

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

### 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 .



$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
$M_a = 0,1$	$M_b = ?$
$V_a = 10$	$V_b = 40$
$n_a = 1$	$n_b = 1$

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

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

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

### 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 .



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

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

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

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

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

## خطوات حل مسائل التطاير في كتاب المدرسة

أولاً : نستخرج المعطيات كما يلي

1- كتلة العينة قبل التسخين "ك<sub>1</sub>"

2- كتلة العينة بعد التسخين "ك<sub>2</sub>"

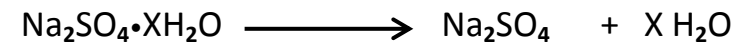
3- كتلة ماء التبلي ك<sub>3</sub> = كتلة العينة قبل التسخين ك<sub>1</sub> - كتلة العينة بعد التسخين ك<sub>2</sub>

### طريقة حساب النسبة المئوية لماء التبلي

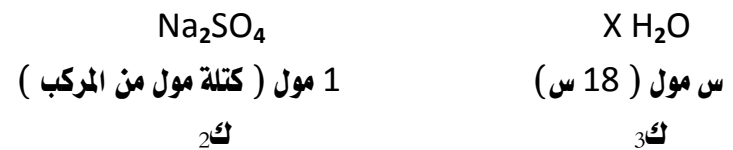
$$\text{النسبة المئوية} = 100 \times \frac{\text{كتلة ماء التبلي ك}_3}{\text{كتلة العينة قبل التسخين ك}_1}$$

### طريقة حساب عدد جزيئات ماء التبلي "X"

1- نكتب معادلة توضح 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 .

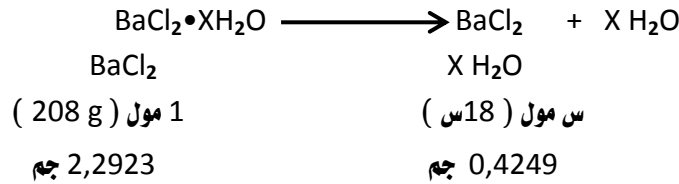
2- عدد جزيئات ماء التبلي .

1- كتلة العينة قبل التسخين "ك<sub>1</sub>" = 2,7172 جم

2- كتلة العينة بعد التسخين "ك<sub>2</sub>" = 2,2923 جم

3- كتلة ماء التبلي ك<sub>3</sub> = ك<sub>1</sub> - ك<sub>2</sub> = 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 "ك<sub>1</sub>" = كتلة العينة و الوعاء قبل التسخين - كتلة الوعاء فارغ

2- كتلة العينة بعد التسخين "ك<sub>2</sub>" = 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 "ك<sub>1</sub>" = 27,041 - 24,3238 = 2,7172 جم

2- كتلة العينة بعد التسخين "ك<sub>2</sub>" = 26,6161 - 24,3238 = 2,2923 جم

3- كتلة ماء التبلي ك<sub>3</sub> = ك<sub>1</sub> - ك<sub>2</sub> = 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

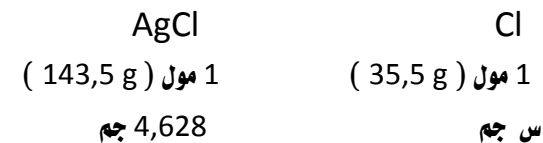
**المثال الأول :**

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



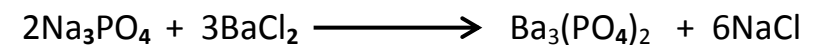
$$1,055 = \frac{4,628 \times 35,5}{143,5} = \text{س}$$

← **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 كالتالي : **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 كالتالي : **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 )

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

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

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

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

**قانون خاص :** العلاقة بين كمية الكهرباء بالكولوم وشدة التيار

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

**المثال الأول :**

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

**الحل :**

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

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

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

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

**المثال الثاني :**

أحسب شدة التيار المار لمدة 32 min فى محلول نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$  ليترسب 21,5 g من الفضة .

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

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

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

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

**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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

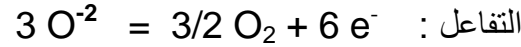
$$\text{كمية الكهربية بالضارداى } F = 0,1 \times 2 = 0,2 F$$

↩ العناصر الغازية دائماً نستخدم العلاقة :

$$\frac{\text{كمية الكهربية بالضارداى } F}{\text{عدد المولات}} = \text{عدد التأكسد} \times \text{عدد ذرات الجزئ}$$

**ملحوظة :** معظم الغازات العنصرية الطبيعية عدد ذرات الجزئ منها = 2

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



$$\frac{\text{كمية الكهربية بالضارداى } F}{\text{عدد المولات}} = \text{عدد التأكسد} \times \text{عدد ذرات الجزئ}$$

$$\text{كمية الكهربية بالضارداى } F = \text{عدد الشحنات} \times \text{عدد ذرات الجزئ} \times \text{عدد المولات}$$

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

### 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 .

$$\frac{\text{كمية الكهربية بالضارداى } F}{\text{عدد المولات}} = \text{عدد التأكسد} \times \text{عدد ذرات الجزئ}$$

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

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

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

**المثال الثانى :**

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

الحل :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### المثال الثالث :

أحسب سمك طبقة الذهب المستخدم في طلاء إبريق معدني مساحته  $100 \text{ cm}^2$  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 .

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

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

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

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

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

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

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

### أمثلة متنوعة

#### المثال الأول :

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

الحل :

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

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

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

#### المثال الثاني :

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

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



## 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 :

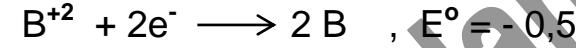
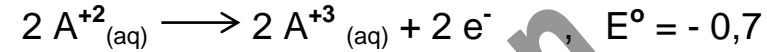
1- المطلوب أفضل عامل مؤكسد . ∴ نحول الجهود كلها إلى جهود اختزال و منها يكون أفضل

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 :



الحل :

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 :

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

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

### مسائل التفاعل التلقائي أم غير تلقائي

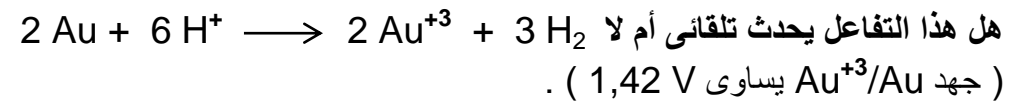
الذي يحدد الأنود و الكاثود هو معادلة التفاعل وليس الجهود المعطاة في المسألة .

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 :



الحل :

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

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

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

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

### قانون فاراداي الثاني

الصيغة الرياضية  
لقانون فاراداي الثاني

$$\frac{\text{كتلة العنصر الأول}}{\text{كتلة العنصر الثاني}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الأول}}{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الثاني}}$$

### المثال الأول :

عند إمرار نفس التيار الكهربى فى محلولى كبريتات النحاس و نيترات 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 .

الحل :

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

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

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

### المثال الثانى :

عند إمرار نفس التيار الكهربى فى محلولى كبريتات النحاس و نيترات 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 ) .

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

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

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