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 يلى

الصيغة الكيميائية للقاعدة	الصيغة الكيميائية للحمض
M_b =	M_a =
V_b =	V_a =
n_b =	n_a =

⇦ كل مسائل المعايرة لها طريقتين فقط للحل

الطريقة الأولى

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

⇦ طريقة الحل :

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

الطريقة الثانية

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

⇦ طريقة الحل : نعوض في القانون

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

ثم نحسب عدد المولات و كتلة المادة المجهولة كما في الطريقة الأولى

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

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

1- نحسب عدد المولات من القانون : عدد المولات = التركيز × الحجم باللتر

2- نحسب كتلة المادة من القانون : كتلة المادة = عدد المولات × كتلة المول

في بعض المسائل يعطى

حجم واحد للمادة المطلوب تعيين كتلتها

فيكون الحجم المستخدم في قانون حساب عدد المولات هو نفس حجم المادة المستخدم في قانون المعايرة بعد تحويل ml إلى Litre

(كما في المثال الثاني)

حجمين للمادة المطلوب تعيين كتلتها

الحجم الأصغر يستخدم في قانون **المعايرة**

الحجم الأكبر يستخدم في قانون حساب **عدد المولات**

(كما في المثال الثالث)

في بعض المسائل يعطى كتلة الخليط و يطلب النسبة المئوية

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

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

(كما في المثال الرابع)

Mr.Mahmoud Ragab Ramadan

المثال الأول :

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

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

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

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

المثال الثاني :

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

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

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

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

→ **عدد المولات** = **التركيز** × **الحجم باللتر** = $0,06 \times (25 \times \underline{10^{-3}}) = 0,0015$

→ **كتلة المادة** = **عدد المولات** × **كتلة المول** = $0,0015 \times 40 = 0,06\ g$

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 فى المحلول .

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$

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

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

→ **عدد المولات** = **التركيز** × **الحجم باللتر** = $0,025 \times 0,1 = 0,025$

→ **كتلة المادة** = **عدد المولات** × **كتلة المول** = $0,025 \times 106 = 2,65\ g$

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 فى العينة .

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

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

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

عدد مولات القاعدة = 2×10^{-3}

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

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

Mr. Mahmoud Ragab Ramadan

خطوات حل مسائل التطاير في كتاب المدرسة

⇦ **أولاً : نستخرج المعطيات كما يلى**

1- **كتلة العينة قبل التسخين " ك$_1$ "**

2- **كتلة العينة بعد التسخين " ك$_2$ "**

3- **كتلة ماء التبلر ك$_3$ = كتلة العينة قبل التسخين ك$_3$ – كتلة العينة بعد التسخين ك$_1$**

طريقة حساب النسبة المئوية لماء التبلر

نستخدم العلاقة **النسبة المئوية = $\frac{\text{كتلة ماء التبلر ك}_3}{\text{كتلة العينة قبل التسخين ك}_1} \times 100$**

طريقة حساب عدد جزيئات ماء التبلر " X "

1- نكتب معادلة توضح تفكك المركب المتهدرت و ليكن $Na_2SO_4 \cdot XH_2O$ عن الماء كما يلى :

$$Na_2SO_4 \cdot XH_2O \longrightarrow Na_2SO_4 + X\,H_2O$$

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

$X\,H_2O$	Na_2SO_4
س مول (18 س)	**1 مول (كتلة مول من المركب)**
ك$_3$	**ك$_2$**

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

المثال الأول :

عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2 \cdot xH_2O$ كتلتها 2,7172 g و كتلتها بعد التسخين و ثبوت الكتلة 2,2923 g .

احسب ما يلى : 1- نسبة ماء التبلر فى كلوريد الباريوم المتهدرت .

2- عدد جزيئات ماء التبلر .

1- **كتلة العينة قبل التسخين " ك$_1$ " = 2,7172 جم**

2- **كتلة العينة بعد التسخين " ك$_2$ " = 2,2923 جم**

3- **كتلة ماء التبلر ك$_3$ = ك$_3$ — ك$_1$ = 2,7172 − 2,2923 = 0,4249 جم**

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

$$BaCl_2 \cdot XH_2O \longrightarrow BaCl_2 + X\,H_2O$$

$BaCl_2$	$X\,H_2O$
1 مول (208 g)	**س مول (18س)**
2,2923 جم	**0,4249 جم**

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

أحياناً يعطى في المسألة كتلة الوعاء الذى يتم فيه التجفيف (جفنة – بوتقة – زجاجة ساعة) فيتم الحساب كالآتى :

1- **كتلة العينة قبل التسخين " ك$_1$ " = كتلة العينة و الوعاء قبل التسخين — كتلة الوعاء فارغ**

2- **كتلة العينة بعد التسخين " ك$_2$ " = كتلة العينة و الوعاء بعد التسخين — كتلة الوعاء فارغ**

المثال الثانى :

زجاجة ساعة كتلتها و هى فارغة 24,3238 g و كتلتها و بها عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2 \cdot xH_2O$ هى 27,041 g و كتلتها بعد التسخين و ثبوت الكتلة تساوى 26,6161 g .

احسب ما يلى :

- نسبة ماء التبلر فى كلوريد الباريوم المتهدرت .
- عدد جزيئات ماء التبلر .

1- **كتلة العينة قبل التسخين " ك$_1$ " = 27,041 − 24,3238 = 2,7172 جم**

2- **كتلة العينة بعد التسخين " ك$_2$ " = 26,6161 − 24,3238 = 2,2923 جم**

3- **كتلة ماء التبلر ك$_3$ = ك$_3$ — ك$_1$ = 2,7172 − 2,2923 = 0,4249 جم**

ثم نكمل الخطوات كما في حل المثال الأول

Mr Mahmoud Ragab Ramadan

خطوات حل مسائل الترسيب في كتاب المدرسة

مسائل الترسيب فكرة واحدة للحل دائماً علاقة بين المادة المترسبة و مادة 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

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

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

Cl	AgCl
1 مول (35,5 g)	1 مول (143,5 g)
س جم	4,628 جم

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

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 **إحسب كتلة كلوريد الباريوم** المستخدمة .

طريقة الحل

$$2Na_3PO_4 + 3BaCl_2 \longrightarrow Ba_3(PO_4)_2 + 6NaCl$$

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

$3BaCl_2$	$Ba_3(PO_4)_2$
3 مول (208 g)	1 مول (601 g)
س جم	8 جم

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

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

مثال :

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

طريقة الحل

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

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

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

مثال :

أذيب 10 gm من كلوريد الباريوم **غير النقى** فى الماء و أضيف إليه وفرة من محلول فوسفات الصوديوم فترسب 8 gm من فوسفات الباريوم **إحسب النسبة المئوية** لكلوريد الباريوم فى العينة .

طريقة الحل

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

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

M. Mahmoud Ragab Ramadan

خطوات حل مسائل الكهربية في كتاب المدرسة

⇦ أولاً : حساب الكتلة المكافئة للعنصر

الكتلة المكافئة = الوزن الذرى / عدد التأكسد — **الوزن الذرى = ذرة جرامية = جم / ذرة** — **عدد التأكسد = عدد الشحنات = التكافؤ**

المثال الأول :

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

الكتلة المكافئة = الوزن الذرى / عدد التأكسد

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{27}{3} = 9\ g$$

المثال الثانى :

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

الكتلة المكافئة = الوزن الذرى / عدد التأكسد

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{27}{3} = 9$$

المثال الثالث :

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

الكتلة المكافئة = الوزن الذرى / عدد التأكسد

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{56}{3} = 18,66\ g$$

⇦ ثانياً : صور قانون فاراداى الأول

❶ **كتلة العنصر " g " المتكونة = كمية الكهربية بالفاراداى " 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)

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

كتلة الأكسجين " g " المتصاعدة = كمية الكهربية بالفاراداى " F " × الكتلة المكافئة

$$= 0,5 \times 8 = 4\ g$$

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 .

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

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

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

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

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 .

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

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

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

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

Mr.Mahmoud Ragab Rafaat

❷ **كتلة العنصر بالجرام " g " =** $\frac{\text{كمية الكهربية بالكولوم " c " × الكتلة المكافئة}}{96500}$

المثال الأول :

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

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

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

$5,6 = \frac{\text{كمية الكهربية بالكولوم " c " x 18}}{96500}$

كمية الكهربية بالكولوم " c " = 30022,2 c

قانون خاص : العلاقة بين كمية الكهربية بالكولوم و شدة التيار

كمية الكهربية بالكولوم " c " = شدة التيار بالأمبير " A " × الزمن بالثوانى " s "

المثال الأول :

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

الحل :

كمية الكهربية بالكولوم " c " = شدة التيار بالأمبير " A " × الزمن بالثوانى " s "

الزمن بالثوانى " s " = 10500 = 25 × **الزمن بالثوانى " s "**

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

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

المثال الثانى :

احسب شدة التيار المار لمدة 32 min فى محلول نيترات الفضة $AgNO_3$ ليترسب 21,5 g من الفضة .

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

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

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

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

الفاراداى و الكتلة المكافئة

⇦ **يلزم لـ " تصاعد / ترسيب / ذوبان " كتلة مكافئة من عنصر كمية كهربية =** 1 F

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

الفاراداى و الذرة الجرامية

⇦ **يلزم لـ " تصاعد / ترسيب / ذوبان " جم / ذرة من عنصر كمية كهربية = عدد التأكسد** F

مثال : لترسيب **جم / ذرة** من الألومنيوم حسب التفاعل : $2\ Al^{+3} + 6\ e^- = 2\ Al$

يلزم كمية كهربية = 3 F .

Mr.Mahmoud Ragah Ramadan

الفاراداى و المول

⇦ **العناصر الصلبة دائماً نستخدم العلاقة :**

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

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

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

كمية الكهربية بالفاراداى F = عدد الشحنات × عدد المولات

كمية الكهربية بالفاراداى $F = 3 \times 1 = 3\ F$

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

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

كمية الكهربية بالفاراداى F = عدد الشحنات × عدد المولات

كمية الكهربية بالفاراداى $F = 2 \times 0,1 = 0,2\ F$

⇦ **العناصر الغازية دائماً نستخدم العلاقة :**

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

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

مثال : احسب كمية الكهربية اللازمة لتصاعد 1 mole من غاز الأكسجين حسب التفاعل : $3\ O^{-2} = 3/2\ O_2 + 6\ e^-$

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

كمية الكهربية بالفاراداى F = عدد الشحنات × عدد ذرات الجزئ × عدد المولات

كمية الكهربية بالفاراداى $F = 2 \times 2 \times 1 = 4\ F$

المول و حجم الغاز

نستخدم العلاقة : حجم الغاز = عدد المولات × 22,4

المثال الأول :

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

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

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

حجم الغاز = عدد المولات × 22,4

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

المثال الثانى :

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

Mr.Mahmoud Ragab Ramadan

الحل :

حجم الغاز = **عدد المولات** × 22,4

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

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

كمية الكهربية بالفاراداى F = **عدد الشحنات** × **عدد ذرات الجزئ** × **عدد المولات**

كمية الكهربية بالفاراداى F = 2 × 2 × 0,5 = 2 F

كمية الكهربية بالكولوم C = **كمية الكهربية بالفاراداى F** × 96500

كمية الكهربية بالكولوم C = 2 × 96500 = 19300 C

أمثلة متنوعة

المثال الأول :

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

الحل :

كمية الكهربية بالكولوم " c " = **شدة التيار بالأمبير " A "** × **الزمن بالثوانى " s "**

الزمن بالثوانى " s " × 25 = 96500 × 0,25

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

المثال الثانى :

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

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

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

كمية الكهربية بالفاراداى F = **عدد الشحنات** × **عدد المولات**

كمية الكهربية بالفاراداى F = 3 × 1,5 = 4,5 F

كمية الكهربية بالكولوم C = **كمية الكهربية بالفاراداى F** × 96500

كمية الكهربية بالكولوم C = 4,5 × 96500 = 434250 C

المثال الثالث :

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

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

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

= 0,5 x 65,66 = 32,833 g

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

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

⇦ **الكثافة** = **السمك** × **المساحة** **السمك** = $\frac{\text{الكثافة}}{\text{المساحة}}$

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

M. Mahmoud Ragab Ramadan

مسائل القوة الدافعة الكهربية emf

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

1- **توحيد جهدى العنصرين لتحديد الآنود و الكاثود .**

2- **إستخدام واحد من القوانين الثلاثة التالية :**

العنصر الأعلى جهد الأكسدة : الآنود

العنصر الأعلى فجهد الإختزال : الكاثود

القوانين :

❶ **القوة الدافعة الكهربية " emf " = فرق جهدى الأكسدة لنصفى الخلية .**

(جهد أكسدة الآنود – جهد أكسدة الكاثود)

❷ **القوة الدافعة الكهربية " emf " = فرق جهدى الإختزال لنصفى الخلية .**

(جهد إختزال الكاثود – جهد إختزال الآنود)

❸ **القوة الدافعة الكهربية " emf " = مجموع جهدى الأكسدة و الإختزال لنصفى الخلية .**

(جهد أكسدة الآنود + جهد إختزال الكاثود)

المثال الأول :

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

الحل :

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

emf = **جهد تأكسد الآنود** (A) – **جهد تأكسد الكاثود** (B)

⇨ E_{cell} 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 الكادميوم يسبق النيكل فى متسلسلة النشاط الكهربى و أن emf للخلية المكونة منهما 0,15 V و أن جهد أكسدة الكادميوم 0,4 V إحسب جهد أكسدة النيكل .

الحل :

emf = **جهد تأكسد الآنود** (Cd) – **جهد تأكسد الكاثود** (Ni)

جهد تأكسد الكاثود (Ni) = **جهد تأكسد الآنود** (Cd) – emf

= 0,4 – 0,15 = 0,25 V

المثال الثالث :

رتب الأصناف التالية ترتيباً تصاعدياً **كعوامل مختزلة** :

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

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

الحل :

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

Zn^{+2} / Zn (- 0,76 V) جهد إختزال ⇦ 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 إختزال ⇦ جهد الأكسدة (2,924 V)

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

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** ـ **و لماذا** ؟

الحل :

1- **المطلوب أفضل عامل مؤكسد ∴ نحول الجهود كلها إلى جهود إختزال و منها يكون أفضل عامل مؤكسد هو** Cu / Cu^{+2}

2- **العنصر** Zn **يحل محل العنصر** Cu **أسرع** ـ **لأن الفرق فى الجهد بينهما أكبر .**

Mr.Mahmoud Ragab Ramadan

المثال الثالث :

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

$2\ A^{+2}_{(aq)} \longrightarrow 2\ A^{+3}_{(aq)} + 2\ e^-$, $E^o = -0,7$

$B^{+2} + 2e^- \longrightarrow 2\ B$, $E^o = -0,5$

الحل :

من معادلة التفاعل الأولى : حدثت عملية أكسدة ∴ $E^o = -0,7$ تمثل جهد أكسدة

من معادلة التفاعل الثانية : حدثت عملية إختزال ∴ $E^o = -0,5$ تمثل جهد إختزال

بتوحيد الجهود بتغيير إشارة جهد أحدهما و منها :

emf = جهد تأكسد الأنود (B) – جهد تأكسد الكاثود (A)

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

مسائل التفاعل التلقائى أم غير تلقائى

الذى يحدد الأنود و الكاثود هو معادلة التفاعل و ليس الجهود المعطاة فى المسألة .

إذا كانت قيمة emf للخلية :

أولاً : سالبة التفاعل غير تلقائى و الخلية تحليلية و لا يصدر عنها تيار كهربى .

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

مثال :

هل هذا التفاعل يحدث تلقائى أم لا $2\ Au + 6\ H^+ \longrightarrow 2\ Au^{+3} + 3\ H_2$

(جهد Au^{+3}/Au يساوى 1,42 V) .

الحل :

من معادلة التفاعل الذهب Au حدثت له عملية أكسدة ∴ الذهب هو الأنود

emf = جهد تأكسد الأنود (Au) – جهد تأكسد الكاثود (H)

⇨ E_{cell} or emf $= -1,42 - 0 = -1,42$ V

قيمة emf للخلية سالبة ∴ التفاعل غير تلقائى .

قانون فاراداى الثانى

الصيغة الرياضية لقانون فاراداى الثانى

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

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 :

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

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

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

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) .

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

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

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

Mahmoud Ragab Ramadan