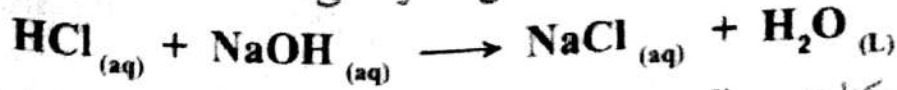


④ نضيف حمض الهيدروكلوريك بالتدريج إلى محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يتغير لون الدليل مشيراً إلى نهاية التفاعل (نقطة التعادل) والذي يمكن تمثيله على النحو التالي :



⑤ من خلال السحاحة يمكننا من معرفة حجم حمض الهيدروكلوريك المستخدم في هذا التفاعل والذي قدر بـ (21mL)

⑥ لمعرفة تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم نستخدم القانون التالي : $\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$

تركيز الحمض المستخدم (mol / L)	M_b	تركيز القلوي المستخدم (mol / L)	M_a
حجم الحمض المستخدم (mL)	V_b	حجم القلوي المستخدم (mL)	V_a
عدد مولات الحمض في المعادلة	n_b	عدد مولات القلوي في المعادلة	n_a

$$\frac{0,1 \times 21}{1} = \frac{M_b \times 25}{1}$$

$$\therefore M_b = \frac{0,1 \times 21}{25} = 0,084 \text{ mol / L}$$

① أجريت معايرة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم (25mL) مع حمض الكبريتيك (0.1Mol/L) فكان حجم الحمض المستهلك عند نقطة نهاية التفاعل (8mL) أحسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم



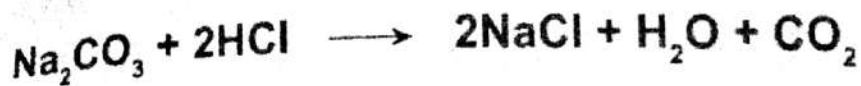
$M_a = 0.1$	$M_b = ?$
$V_a = 8$	$V_b = 25$
$n_a = 1$	$n_b = 2$

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

$$\frac{0.1 \times 8}{1} = \frac{M_b \times 25}{2}$$

$$\therefore M_b = \frac{2 \times 0.1 \times 8}{25} = 0.064 \text{ Mol/L}$$

② أحسب حجم حمض الهيدروكلوريك (0.1Mol/L) اللازم لمعايرة (20mL) من محلول كربونات الصوديوم (0.5Mol/L) حتى تمام التفاعل



$$M_a = 0.1$$

$$M_b = 0.5$$

$$V_a = ?$$

$$V_b = 20$$

$$n_a = 2$$

$$n_b = 1$$

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

$$\frac{0.1 \times V_a}{2} = \frac{0.5 \times 20}{1}$$

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



③ أجريت معايرة 20ML من محلول هيدروكسيد الكالسيوم باستخدام حمض الهيدروكلوريك 0.05M وعند تمام التفاعل استهلك 25ML من الحمض , أحسب تركيز هيدروكسيد الكالسيوم



$$M_a = 0.05$$

$$M_b = ?$$

$$V_a = 25$$

$$V_b = 20$$

$$n_a = 2$$

$$n_b = 1$$

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

$$\frac{0.05 \times 25}{2} = \frac{M_b \times 20}{1}$$

$$M_b = \frac{1 \times 0.05 \times 25}{2 \times 20} = 0.03125 \text{ M}$$

④ أذيب 4g من هيدروكسيد الصوديوم في 500mL من الماء فتعادل 20ML من هذا المحلول مع 10mL من محلول من حمض الهيدروكلوريك أحسب تركيز الحمض (Na = 23 , O = 16 , H = 1)



الكتلة المولية من NaOH = 23 + 16 + 1 = 40g/Mol

$$0.1 \text{ Mol} = \frac{4}{40} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \text{NaOH من عدد المولات}$$

∴ عدد المولات = التركيز المولاري × الحجم باللتر

$$0.2 \text{ M} = \frac{0.1}{10^{-3} \times 500} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \text{NaOH تركيز} ∴$$

$$M_a = ?$$

$$M_b = 0.2$$

$$V_a = 10$$

$$V_b = 20$$

$$n_a = 1$$

$$n_b = 1$$

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

$$\frac{M_a \times 10}{1} = \frac{0.2 \times 20}{1}$$

$$M_a = \frac{1 \times 0.2 \times 20}{1 \times 10} = 0.4 \text{ M}$$

⑤ أذيب 5.6g من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء لتكوين محلول حجمه 100mL , أحسب حجم حمض الكبريتيك 0.5M اللازم للتعاادل مع 30mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (K = 39 , O = 16 , H = 1)



الكتلة المولية من KOH = 39 + 16 + 1 = 56g/Mol

$$0.1\text{Mol} = \frac{5.6}{56} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}} = \text{عدد المولات من KOH}$$

∴ عدد المولات = التركيز المولاري × الحجم بالتر

$$1\text{M} = \frac{0.1}{10^{-3} \times 100} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم بالتر}} = \text{∴ تركيز KOH}$$

$$M_a = 0.5$$

$$V_a = ?$$

$$n_a = 1$$

$$M_b = 1$$

$$V_b = 30$$

$$n_b = 2$$

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

$$\frac{0.5 \times V_a}{1} = \frac{1 \times 30}{2}$$

$$V_a = \frac{1 \times 30}{2 \times 0.5} = 30 \text{ mL}$$

⑥ أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في 25mL والتي تستهلك عند معايرة 15mL من حمض الهيدروكلوريك 0.1M (Na = 23 , O = 16 , H = 1)



$$M_a = 0.1$$

$$M_b = ?$$

$$V_a = 15$$

$$V_b = 25$$

$$n_a = 1$$

$$n_b = 1$$

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

$$\frac{0.1 \times 15}{1} = \frac{M_b \times 25}{1}$$

$$M_b = \frac{1 \times 0.1 \times 15}{1 \times 25} = 0.06 \text{ M}$$

∴ عدد المولات = التركيز المولاري × الحجم بالتر

$$1.5 \times 10^{-3} \text{ Mol} = (25 \times 10^{-3}) \times 0.06 = \text{NaOH}$$

$$40 \text{g/Mol} = 23 + 16 + 1 = \text{NaOH}$$

∴ كتلة المادة = عدد المولات × الكتلة المولية

$$0.06 \text{g} = 40 \times 1.5 \times 10^{-3} = \text{كتلة هيدروكسيد الصوديوم}$$

٢) أحسب كتلة كربونات الصوديوم التي يجب إذابتها في 250mL من الماء المقطر لكي يتعادل 15mL منها

١٥ حمض الهيدروكلوريك 0.2M (Na = 23 , C = 12 , O = 16)



$$M_a = 0.2$$

$$M_b = ?$$

$$V_a = 15$$

$$V_b = 15$$

$$n_a = 2$$

$$n_b = 1$$

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

$$\frac{0.2 \times 15}{2} = \frac{M_b \times 15}{1}$$

$$M_b = \frac{1 \times 0.2 \times 15}{2 \times 15} = 0.1 \text{ M}$$

∴ عدد المولات = التركيز المولاري × الحجم بالتر

$$0.025 \text{ Mol} = (250 \times 10^{-3}) \times 0.1 = \text{عدد مولات كربونات الصوديوم}$$

$$106 \text{ g/Mol} = (2 \times 23) + 12 + (3 \times 16) = \text{الكتلة المولية من } \text{Na}_2\text{CO}_3$$

∴ كتلة المادة = عدد المولات × الكتلة المولية

$$2.65 \text{ g} = 106 \times 0.025 = \text{كتلة كربونات الصوديوم}$$

① مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد صوديوم وكلوريد صوديوم لزم لمعايرة 0.1g منه حتى تمام

التفاعل 10mL من 0.1M من حمض الهيدروكلوريك أحسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط

$$(Na = 23 , O = 16 , H = 1)$$



$$M_a = 0.1$$

$$M_b = ?$$

$$V_a = 10$$

$$V_b = ?$$

$$n_a = 1$$

$$n_b = 1$$

∴ عدد المولات = التركيز المولاري × الحجم بالتر

$$0.001Mol = (10 \times 10^{-3}) \times 0.1 = HCl \text{ حمض}$$

∴ عدد مولات NaOH = عدد مولات حمض HCl

$$0.001Mol = NaOH \text{ عدد مولات}$$

$$40g/Mol = 23 + 16 + 1 = NaOH \text{ الكتلة المولية من}$$

∴ كتلة المادة = عدد المولات × الكتلة المولية

$$0.04g = 40 \times 0.001 = NaOH \text{ كتلة في المخلوط}$$

$$100 \times \frac{\text{كتلة المركب في المخلوط}}{\text{كتلة المخلوط}} = \text{النسبة المئوية الكتلية لمركب في المخلوط}$$

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

⑨ مخلوط من هيدروكسيد الصوديوم وكبريتات الصوديوم كتلته 1g أذيب في الماء ثم تعادل مع 20mL من

حمض الكبريتيك 0.2M أحسب النسبة المئوية لهيدروكسيد الصوديوم (Na = 23 , O = 16 , H = 1)



$$M_a = 0.2$$

$$M_b = ?$$

$$V_a = 20$$

$$V_b = ?$$

$$n_a = 1$$

$$n_b = 2$$

∴ عدد المولات = التركيز المولاري × الحجم بالتر

$$4 \times 10^{-3} \text{ Mol} = (20 \times 10^{-3}) \times 0.2 = \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ حمض}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ حمض} \times 2 = \text{NaOH} \text{ عدد مولات}$$

$$8 \times 10^{-3} \text{ Mol} = 4 \times 10^{-3} \times 2 = \text{NaOH} \text{ عدد مولات}$$

$$40 \text{ g/Mol} = 23 + 16 + 1 = \text{NaOH} \text{ الكتلة المولية من}$$

∴ كتلة المادة = عدد المولات × الكتلة المولية

$$0.32 \text{ g} = 40 \times 10^{-3} \times 8 = \text{NaOH} \text{ كتلة في المخلوط}$$

$$100 \times \frac{\text{كتلة المركب في المخلوط}}{\text{كتلة المخلوط}} = \text{النسبة المئوية الكتلية لمركب في المخلوط}$$

$$32\% = 100 \times \frac{0.32}{1} = \text{نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط}$$

① طريقة التطاير

الأساس العلمي

تعتمد هذه الطريقة على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره .. وتجرى عملية التقدير كالتالي :

- ① جمع المادة المتطايرة وتعيين كتلتها
- ② تعيين مقدار النقص في كتلة المادة الأصلية

استخدامات طريقة التطاير

- ① تعيين النسبة المئوية لماء التبخر في العينة
- ② إيجاد عدد مولات ماء التبخر في الملح المتهدرت
- ③ تعيين الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت

عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2 \cdot xH_2O$ كتلتها 2.7g سخنت حتى ثبات الكتلة عند 2.3g

③ أكتب الصيغة الجزيئية للعينة

$$(Ba = 137 , Cl = 35.5 , H = 1 , O = 16)$$

كتلة ماء التبخر في العينة = كتلة العينة قبل التسخين - كتلة العينة بعد التسخين

$$0.4g = 2.3 - 2.7 =$$

النسبة المئوية لماء التبخر = $\frac{\text{كتلة ماء التبخر في العينة}}{\text{كتلة العينة المتهدرة}} \times 100$

$$14.8\% = 100 \times \frac{0.4}{2.7} =$$

- الكتلة المولية من $H_2O = (1 \times 2) + 16 = 18g$

- الكتلة المولية من $BaCl_2 = 137 + (35.5 \times 2) = 208g$

$BaCl_2$	H_2O	
2.3g	0.4g	كتلة المادة
208g	18g	الكتلة المولية
$\frac{2.3}{208} = 0.01 \text{ Mol}$	$\frac{0.4}{18} = 0.02 \text{ Mol}$	عدد المولات
$\frac{0.01}{0.01} = 1$	$\frac{0.02}{0.01} = 2$	النسبة بين عدد المولات

∴ قيمة x هي 2

∴ الصيغة الجزيئية للعينة هي $BaCl_2 \cdot 2H_2O$

② عينة من كبريتات النحاس الزرقاء كتلتها 2.495g سخنت حتى تحولت إلى كبريتات نحاس بيضاء كتلتها 1.595g

① أحسب النسبة المئوية لماء التبخر في العينة

② أكتب الصيغة الجزيئية لكبريتات النحاس الزرقاء

$$(Cu = 63.5, S = 32, H = 1, O = 16)$$

∴ كتلة ماء التبخر = كتلة كبريتات النحاس الزرقاء - كتلة كبريتات النحاس البيضاء

$$0.9g = 1.595 - 2.495 =$$

$$\therefore \text{النسبة المئوية لماء التبخر} = \frac{\text{كتلة ماء التبخر في العينة}}{\text{كتلة العينة المنهجرة}} \times 100 =$$

$$36\% = 100 \times \frac{0.9}{2.495} =$$

- الكتلة المولية من $H_2O = (2 \times 1) + 16 = 18g$

- الكتلة المولية من $CuSO_4 = 63.5 + 32 + (4 \times 16) = 159.5g$

$CuSO_4$	H_2O	
1.595g	0.9g	كتلة المادة
159.5g	18g	الكتلة المولية
$\frac{1.595}{159.5} = 0.01 \text{ Mol}$	$\frac{0.9}{18} = 0.05 \text{ Mol}$	عدد المولات
$\frac{0.01}{0.01} = 1$	$\frac{0.05}{0.01} = 5$	النسبة بين عدد المولات

∴ الصيغة الجزيئية لكبريتات النحاس الزرقاء هي $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

③ عينة من كلوريد الكوبلت II المنهدرت $CoCl_2 \cdot xH_2O$ سخنت تسخيناً شديداً حتى ثبتت كتلتها عند 5.24g علمت أن كتلة ماء التبخر في العينة 4.32g

① أحسب النسبة المئوية لماء التبخر في العينة

② أكتب الصيغة الجزيئية للعينة

$$(Co = 60, Cl = 35.5, H = 1, O = 16)$$

∴ كتلة كلوريد الكوبلت المنهدرت = كتلة العينة بعد التسخين + كتلة ماء التبخر

$$9.56g = 4.32 + 5.24 =$$

$$\therefore \text{النسبة المئوية لماء التبخر} = \frac{\text{كتلة ماء التبخر}}{\text{كتلة الملح المنهدرت}} \times 100 =$$

$$\% 45.18 = 100 \times \frac{4.32}{9.56} =$$

$$18g = (2 \times 1) + 16 = H_2O \text{ من الكتلة المولية}$$

$$131g = 60 + (2 \times 35.5) = CoCl_2 \text{ من الكتلة المولية}$$

CoCl ₂	H ₂ O	
5.24g	4.32g	كتلة المادة
131g	18g	الكتلة المولية
$\frac{5.24}{131} = 0.04 \text{ Mol}$	$\frac{4.32}{18} = 0.24 \text{ Mol}$	عدد المولات
$\frac{0.04}{0.04} = 1$	$\frac{0.24}{0.04} = 6$	النسبة بين عدد المولات

∴ الصيغة الجزيئية للعينة هي $CoCl_2 \cdot 6H_2O$

عينة من ملح كبريتات المغنسيوم المتهدرت تحتوي على 51.16% من كتلتها ماء متبلر ، أحسب عدد مولات ماء التبلر

$$(Mg = 24 , S = 32 , H = 1 , O = 16)$$

$$51.16\% = \text{كتلة ماء التبلر}$$

$$48.84\% = 51.16 - 100 = \text{كتلة الملح غير المتهدرت}$$

$$18g = (2 \times 1) + 16 = H_2O \text{ - الكتلة المولية}$$

$$120g = 24 + 32 + (4 \times 16) = MgSO_4 \text{ - الكتلة المولية}$$

MgSO ₄	H ₂ O	
48.84g	51.16g	كتلة المادة
120g	18g	الكتلة المولية
$\frac{48.84}{120} = 0.407 \text{ Mol}$	$\frac{51.16}{18} = 2.84 \text{ Mol}$	عدد المولات
$\frac{0.407}{0.407} = 1$	$\frac{2.84}{0.407} = 7$	النسبة بين عدد المولات

∴ عدد مولات ماء التبلر هي 7 مول

∴ الصيغة الجزيئية للعينة هي $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

⑥ أحسب كتلة المادة المتبقية وكتلة الماء المتطاير من تسخين 5g من ملح كبريتات الحديد II المتهدرت $7H_2O$

$$(Fe = 56 , S = 32 , H = 1 , O = 16)$$

$$278g = 56 + 32 + (4 \times 16) + 7(16 + 2 \times 1) = FeSO_4 \cdot 7H_2O \text{ الكتلة المولية من}$$

$$152g = 56 + 32 + (4 \times 16) = FeSO_4 \text{ الكتلة المولية من}$$



$$152 \longrightarrow 278$$

$$5 \longrightarrow \text{س}$$

$$2.73g = \frac{278 \times 5}{152} = \text{س}$$

$$\therefore 2.73g = (\text{كتلة المادة المتبقية } FeSO_4)$$

$$\therefore 2.27g = 2.73 - 5 = \text{كتلة الماء المتطاير}$$

⑥ سخنت عينة من بللورات الزجاج الأخضر $FeSO_4 \cdot xH_2O$ فكانت النتائج كالتالي :-

$$\text{- كتلة الجفنة فارغة} = 12.78g$$

$$\text{- كتلة الجفنة وبها عينة البللورات} = 14.169g$$

$$\text{- كتلة الجفنة بعد التسخين وثبوت الوزن} = 13.539g$$

① أحسب النسبة المئوية للماء في بللورات الزجاج الأخضر

② أوجد قيمة X

③ أكتب الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت

$$(Fe = 55.8 , S = 32 , H = 1 , O = 16)$$

\therefore كتلة الملح المتهدرت = كتلة الجفنة وبها عينة من البللورات - كتلة الجفنة فارغة

$$1.389g = 12.78 - 14.169 =$$

\therefore كتلة الملح الجاف = كتلة الجفنة بعد التسخين - كتلة الجفنة فارغة

$$0.759g = 12.78 - 13.539 =$$

\therefore كتلة ماء التبخر = كتلة الملح المتهدرت - كتلة الملح الجاف

$$0.63g = 0.759 - 1.389 =$$

النسبة المئوية لماء التبلر = $\frac{\text{كتلة ماء التبلر}}{\text{كتلة الملح المتهدرت}} \times 100$

الكتلة المولية من $H_2O = (2 \times 1) + 16 = 18g$

الكتلة المولية من $FeSO_4 = 55.8 + 32 + (4 \times 16) = 151.8g$

$FeSO_4$	H_2O	
0.759g	0.63g	كتلة المادة
151.8g	18g	الكتلة المولية
$\frac{0.759}{151.8} = 0.005Mol$	$\frac{0.63}{18} = 0.035Mol$	عدد المولات
$\frac{0.005}{0.005} = 1$	$\frac{0.035}{0.005} = 7$	النسبة بين عدد المولات

قيمة x هي 7

الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت هي $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

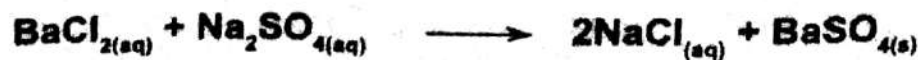
ب) طريقة الترسيب

تعتمد هذه الطريقة على ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي شحيح الذوبان في الماء وذو تركيب كيميائي ثابت ومعروف.

خطوات طريقة الترسيب

- 1 يتم ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي شحيح الذوبان في الماء
- 2 يتم فصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على ورقة ترشيح عديمة الرماد
- 3 تنقل ورقة الترشيح وعليها الراسب إلى بوتقة احتراق وتحرق تماماً حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح ويبقى الراسب فقط داخل البوتقة
- 4 من خلال معرفة كتلة الراسب يمكن تعيين كتلة العنصر أو المركب المراد تقديره

إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول كبريتات الصوديوم حتى تمام التفاعل وترسيب كبريتات الباريوم (ترسيب الباريوم على هيئة كبريتات الباريوم)



ورق الترشيح عديم الرماد

نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك أي رماد

علل، يستخدم ورق ترشيح عديم الرماد عند إجراء تحليل كمي كتلي بطريقة الترسيب ؟
 لأن هذا النوع من الورق يحترق احترافاً كاملاً وتتطاير مكوناته ولا يترك أي رماد وبالتالي يبقى الراسب

① أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول كلوريد الباريوم فتم فصل راسب 2g من كبريتات الباريوم

كلوريد الباريوم المستخدمة (Ba = 137 , Cl = 35.5 , S = 32 , O = 16)



الكتلة المولية من $\text{BaCl}_2 = 208\text{g/Mol} = 137 + (2 \times 35.5)$

الكتلة المولية من $\text{BaSO}_4 = 233\text{g/Mol} = 137 + 32 + (4 \times 16)$



$$1.785\text{g} = \frac{208 \times 2}{233} = \text{س}$$

∴ كتلة كلوريد الباريوم 1.785g

② أضيف محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الرصاص $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ وتم فصل كلوريد الرصاص

والتجفيف فوجد أن كتلته 2.78g أحسب كتلة نترات الرصاص في المحلول

(Pb = 207 , Cl = 35.5 , N = 14 , O = 16)



- الكتلة المولية من $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = 331\text{g/Mol} = 2(3 \times 16 + 14) + 207$

- الكتلة المولية من $\text{PbCl}_2 = 278\text{g/Mol} = 207 + (2 \times 35.5)$



$$3.31\text{g} = \frac{2.78 \times 331}{278} = \text{س}$$

∴ كتلة نترات الرصاص 3.31g

عينة غير نقية من كلوريد الصوديوم كتلتها 3.7g أضيف إليها وفرة من محلول نترات الفضة فترسب 6.43g من كلوريد

الفضة احسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في العينة (Na = 23 , Cl = 35.5 , Ag = 108)



الكتلة المولية من NaCl = 23 + 35.5 = 58.5g/Mol

الكتلة المولية من AgCl = 108 + 35.5 = 143.5g/Mol



$$2.62\text{g} = \frac{143.5 \times 6.43}{58.5} = \text{س}$$

∴ كتلة كلوريد الصوديوم في العينة 2.62g

∴ النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في العينة = $100 \times \frac{\text{كتلة كلوريد الصوديوم في العينة}}{\text{كتلة العينة}}$

$$70.8\% = 100 \times \frac{2.62}{3.7} =$$

أذيب 2g من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من نترات الفضة فترسب 4.628g من كلوريد

الفضة ، احسب نسبة الكلور في العينة

(Ag = 108 , Na = 23 , Cl = 35.5)



الكتلة المولية من AgCl = 108 + 35.5 = 143.5g/Mol

∴ الكلور الموجود بكلوريد الفضة هو نفسه الكلور الموجود بكلوريد الصوديوم



$$1.145\text{g} = \frac{4.628 \times 35.5}{143.5} = \text{س}$$

∴ كتلة الكلور في كل من NaCl أو AgCl تساوي 1.145g

∴ النسبة المئوية للكلور في NaCl = $100 \times \frac{1.145}{2} = 57.25\%$



$\Delta H = (+)$

وضع اثر كل من (الضغط - إضافة عامل حفاز - درجة الحرارة - تركيز المتفاعلات) على معدل تكوين أكسيد النيتريك

- ١- ان التغير في الضغط سواء بالزيادة أو بالتقصان لا يؤثر على معدل تكوين أكسيد النيتريك
- ٢- إضافة عامل حفاز لا تؤثر على معدل تكوين أكسيد النيتريك
- ٣- عند زيادة درجة الحرارة ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى ويزداد معدل تكوين أكسيد النيتريك
- ٤- عند خفض درجة الحرارة ينشط التفاعل في الاتجاه العكسى ويقل معدل تكوين أكسيد النيتريك
- ٥- عند زيادة تركيز المتفاعلات ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى ويزداد معدل تكوين أكسيد النيتريك
- ٦- عند تقليل تركيز المتفاعلات ينشط التفاعل في الاتجاه العكسى ويقل معدل تكوين أكسيد النيتريك

١٠ في التفاعل المتزن التالي:



وضع اثر ما يلى على تركيز أكسيد النيتريك:

- | | |
|--|----------------------------------|
| أ- إضافة المزيد من O_2 | ب- إضافة المزيد من NO_2 |
| ج- إضافة عامل حفاز | د- رفع درجة الحرارة |
| هـ- تقليل حجم الوعاء | و- نقص الضغط |
| ز- سحب غاز O_2 من حيز التفاعل | |

- أ- ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى ويقل تركيز أكسيد النيتريك
- ب- ينشط التفاعل في الاتجاه العكسى ويزداد تركيز أكسيد النيتريك
- ج- لا يؤثر على تركيز أكسيد النيتريك
- د- ينشط التفاعل في الاتجاه العكسى ويزداد تركيز أكسيد النيتريك
- هـ- ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى ويقل تركيز أكسيد النيتريك
- و- ينشط التفاعل في الاتجاه العكسى ويزداد تركيز أكسيد النيتريك
- ز- ينشط التفاعل في الاتجاه العكسى ويزداد تركيز أكسيد النيتريك

• التفاعل التالي من التفاعلات الطاردة للحرارة،



- وضح أثر كل مما يأتي على إتزان التفاعل،
- إضافة المزيد من غاز أول أكسيد الكربون
 - إضافة قطعة من الخارصين
 - رفع درجة الحرارة
 - لا يؤثر على حالة الإتزان
 - ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى
 - لا تؤثر على حالة الإتزان لأن تركيز المواد الصلبة يظل ثابتاً مهماً اختلفت كميتها
 - ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي

• في التفاعل التالي،



- وضح أثر كل مما يأتي على حالة الإتزان،
- إضافة المزيد من الماء
 - إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز
 - سحب الكحول الإيثيلي من حيز التفاعل
 - إضافة المزيد من حمض الأسيتيك
 - إمرار غاز HCl جاف
 - ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي
 - ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى
 - ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي (بسبب سحب الماء من حيز التفاعل)
 - ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى (بسبب سحب الماء من حيز التفاعل)
 - ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي

• في التفاعل التالي،



كيف تؤثر كل من التغيرات التالية على تركيز أيون الأسيتات (CH_3COO^-)

- إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك
- يزداد تركيز أيون الهيدرونيوم فينشط التفاعل في الاتجاه العكسي فيقل تركيز أيون الأسيتات
- إضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم
- يقل تركيز أيون الهيدرونيوم فينشط التفاعل في الاتجاه الطردى فيزداد تركيز أيون الأسيتات

• إذا كانت قيمة ثابت الإتزان للتفاعل، $\text{N}_2\text{O}_4_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2_{(g)}$ في درجات حرارة 298 و 400 و 500 هي على الترتيب 0,98 - 47,5 - 1700

- فمتد أي درجة حرارة يكون معدل تكوين غاز NO_2 هو الأكبر ولماذا؟
- عند درجة حرارة 500 والذي يقابلها ثابت إتزان 1700 وذلك لأن كلما زادت قيمة ثابت الإتزان زاد معدل التفاعل الطردى
- ما أثر زيادة الضغط؟
- ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي ويقل معدل تكوين غاز NO_2

س، كيف تميز بين حمض الخليك النقي (المركز) وحمض الخليك المخفف؟

نضع كل منهما في إناء خلية كهربية

① إذا لم يضيء المصباح ← كان حمض الخليك النقي

② إذا إضاء المصباح إضاءة خافتة ← كان حمض الخليك المخفف

س، كيف تميز بين غاز كلوريد الهيدروجين الذائب في البنزين وغاز كلوريد الهيدروجين الذائب في الماء؟

نضع كل منهما في إناء خلية كهربية:

① إذا لم يضيء المصباح ← كان غاز كلوريد الهيدروجين الذائب في البنزين

② إذا إضاء المصباح إضاءة شديدة ← كان غاز كلوريد الهيدروجين الذائب في الماء

قانون استفالد للتخفيف

العالم وليم استفالد

يوضح العلاقة بين درجة التفكك أو التأيين (α) والتركيز (C)

$$K_a = \alpha^2 \times C_a$$

عند ثبوت درجة الحرارة تزداد درجة التأيين (α) بزيادة التخفيف وذلك لكل تظل قيمة K_a ثابتة ولا تتغير

مؤسسه
اهميته
صيغته
تعريفه

استنتاج قانون استفالد

☆ نرض أن لدينا مول من حمض ضعيف أحادي البروتون صيغته الإفتراضية (HA) وعند إذابته في حجم V لتر أن عدد جزيئاته تفكك تبعاً للمعادلة:



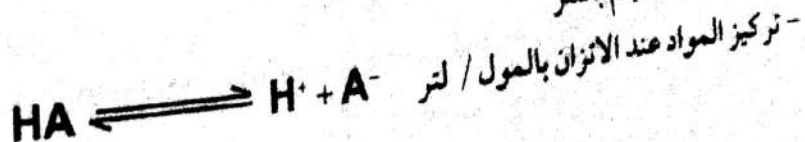
- بتطبيق قانون فعل الكتلة فإن:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

- عدد المولات المتفككة لكل من (H^+) و (A^-) تساوي α مول

- عدد المولات الغير متفككة من (HA) تساوي $(1 - \alpha)$

- التركيز = $\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم بالتر}}$



$$\frac{1-\alpha}{V}$$

$$\frac{\alpha}{V}$$

$$\frac{\alpha}{V}$$

$$K_a = \frac{\left[\frac{\alpha}{V}\right]\left[\frac{\alpha}{V}\right]}{\left[\frac{1-\alpha}{V}\right]} = \frac{\alpha^2}{V(1-\alpha)}$$

في حالة الإلكتروليتات الضعيفة فإن درجة التأيين (α) تكون صغيرة جداً بحيث يمكن إهمالها وبالتالي يمكن اعتبار أن قيمة $(1-\alpha)$ تساوي الواحد الصحيح تقريبا

$$K_a = \frac{\alpha^2}{V}$$

$$K_a = \alpha^2 \times \frac{1}{V}$$

تركيز الحمض الضعيف (Ca) = $\frac{1}{V}$ مول / لتر

وبالتالي تصبح الصيغة النهائية لقانون استفالد هي $K_a = \alpha^2 \times Ca$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{Ca}}$$

صيغة أخرى للقانون

▪ حيث أن:

Ka ← ثابت تأين الحمض

α ← درجة التأيين أو التفكك

Ca ← تركيز الحمض

التركيز (Ca) = $\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}}$

يقاس التركيز بوحدة مول / لتر mol/L أو مولاري M

درجة التفكك (التأيين) = $\frac{\text{عدد المولات المتفككة}}{\text{عدد المولات الكلية قبل التفكك}}$

درجة التفكك (التأيين)

النسبة بين عدد المولات المتفككة إلى عدد المولات الكلية قبل التفكك

ملحوظات هامة:

- ① هناك علاقة طردية بين درجة التفكك أو التأيين (α) والتخفيف حيث أن بزيادة التخفيف تزداد درجة التأيين
- ② هناك علاقة عكسية بين درجة التأيين (α) والتركيز (Ca) حيث أن بزيادة التركيز تقل درجة التأيين والعكس صحيح
- ③ هناك علاقة طردية بين قوة الحمض وثابت تأينه (Ka) حيث يزداد قوة الحمض بزيادة ثابت تأينه

لاحظ الفرق بين :
 ← ثابت الإتزان للمحاليل K_c
 ← ثابت الإتزان للغازات K_p
 ← ثابت التأيين للأحماض K_a

علل، تزداد درجة التأيين (α) بزيادة التخفيف عند ثبوت درجة الحرارة؟
 بسبب وجود علاقة عكسية بين تركيز الحمض ودرجة تأينه حيث أن بزيادة التخفيف (تقليل التركيز) تزداد التأيين وذلك لكي تظل قيمة (K_a) ثابتة ولا تتغير.
 علل، من الممكن إهمال درجة التأيين في حالة الإلكتروليتات الضعيفة؟
 لأنها تكون صغيرة جداً

① أحسب درجة التفكك في محلول $0,1M$ من حمض الهيدروسيانك HCN عند $25^\circ C$ علماً بـ ثابت الإتزان للحمض $K_a = 7,2 \times 10^{-10}$

$$K_a = \alpha^2 \times C_a \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{7,2 \times 10^{-10}}{0,1}} = 8,48 \times 10^{-5}$$

② إذا كان درجة تأين حمض الميدروفلوريك $0,257$ في محلول يحتوي على $0,01mol / L$ أحسب ثابت تأين هذا الحمض

$$K_a = \alpha^2 \times C_a = (0,257)^2 \times 0,01 = 6,6 \times 10^{-4}$$

③ ما هو التركيز المولاري لمحلول حمض البنزويك درجة تأينه $3,72\%$ عند $25^\circ C$ علماً بأن ثابت التأيين له $6,86 \times 10^{-5}$

$$0,0372 = \frac{3,72}{100} = \text{درجة التأيين}$$

$$K_a = \alpha^2 \times C_a \quad C_a = \frac{K_a}{\alpha^2}$$

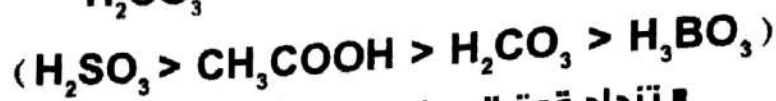
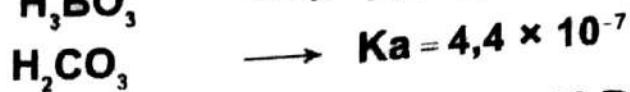
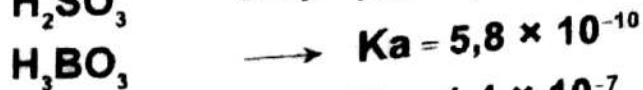
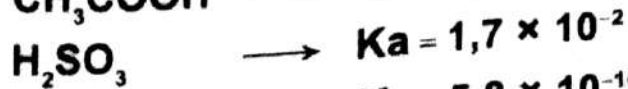
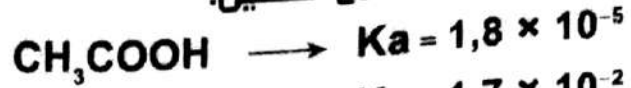
$$C_a = \frac{(6,86 \times 10^{-5})}{(0,0372)^2} = 0,049 M$$

④ يستخدم البنسلين كمضاد حيوي وهو عبارة عن حمض ضعيف درجة تأينه 2×10^{-2} في محلول حجمه 1L ويحتوي على 0,25mol من البنسلين أحسب ثابت تأين البنسلين

$$0,25 M = \frac{0,25}{1} = \text{تركيز المحلول}$$

$$K_a = \alpha^2 \times C_a = (2 \times 10^{-2})^2 (0,25) = 1 \times 10^{-4}$$

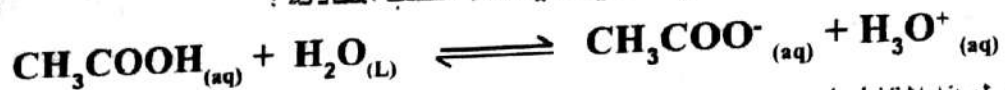
⑤ رتب هذه الأحماض تنازلياً حسب قوتها مع التعليل؟



▪ تزداد قوة الحمض بزيادة ثابت تأينه K_a

حساب تركيز أيون الهيدرونيوم للأحماض الضعيفة

عندما يتفكك حمض ضعيف مثل حمض الخليك في الماء حسب المعادلة :



فإن ثابت التفكك لهذا التفاعل :

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

من المعادلة السابقة نجد أن مقدار ما ينتج من أيونات الخلات يساوي مقدار ما ينتج من أيونات الهيدرونيوم

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = \text{تركيز}$$

وبالتالي تصبح قيمة ثابت الإتزان :

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

حمض الخليك من الأحماض الضعيفة فإن مقدار ما يتفكك منه (α) ضئيل جداً بحيث يمكن إهماله

$$\text{تركيز حمض الخليك عند الإتزان} = (\text{Ca} - \alpha) = \text{تركيز حمض الخليك الأصلي} (\text{Ca})$$

بالتعويض في قانون ثابت الإتزان :

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{\text{Ca}}$$

تركيز أيون الهيدرونيوم

$$(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_a \times \text{Ca}}$$

الاحماض الضعيفة

- هي أحماض غير تامة التأين في الماء (تأين جزئياً) و تتميز بصغر ثابت تأينها كما أنها تتأثر بالتخفيف نظراً لاحتوائها على جزيئات غير متأينة.

علل: يستدل على قوة الحمض من ثابت تأينه؟
 وذلك بسبب وجود علاقة طردية بين قوة الحمض وثابت تأينه حيث يزداد قوة الحمض بزيادة ثابت تأينه

① أحسب تركيز أيون الهيدرونيوم في محلول 0,1M من حمض الخليك عند درجة 25°C علماً بأن ثابت تأينه $1,8 \times 10^{-5}$

$$(H_3O^+) = \sqrt{K_a \times C_a} = \sqrt{1,8 \times 10^{-5} \times 0,1} = 1,34 \times 10^{-3} \text{ mol / L}$$

② إذا كان ثابت الإتزان لحمض النيكوتينك يساوي $1,4 \times 10^{-5}$ أحسب تركيز أيون الهيدرونيوم في محلول حجمه 1L ويحتوي على 0,1mol من الحمض

- تركيز الحمض = $\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{0,1}{1} = 0,1M$

$$(H_3O^+) = \sqrt{K_a \times C_a} = \sqrt{1,4 \times 10^{-5} \times 0,1} = 1,18 \times 10^{-3} M$$

③ أحسب تركيز أيون الهيدروجين في محلول مائي حجمه 500ML يحتوي على 0,48mol من حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ علماً بأن ثابت تأينه $1,4 \times 10^{-4}$

- حجم المحلول = $\frac{500}{1000} = 0,5L$

- تركيز المحلول = $\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{0,48}{0,5} = 0,96M$

$$(H_3O^+) = \sqrt{K_a \times C_a} = \sqrt{1,4 \times 10^{-4} \times 0,96} = 0,0115 \text{ mol / l}$$

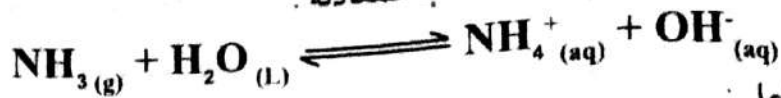
④ أحسب تركيز حمض البنزويك إذا علمت أن تركيز أيونات الهيدرونيوم فيه 0,01mol/L ثابت تأينه $6,5 \times 10^{-5}$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} \quad C_a = \frac{[H_3O^+]^2}{K_a}$$

$$C_a = \frac{(0,01)^2}{(6,5 \times 10^{-5})} = 1,538 \text{ mol / L}$$

حساب تركيز أيون الهيدروكسيل للقواعد الضعيفة

عند ذوبان قاعدة ضعيفة مثل غاز النشادر في الماء حسب المعادلة :



فإن ثابت التفكك لهذا التفاعل :

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

من المعادلة السابقة نجد أن مقدار ما ينتج من أيونات الأمونيوم يساوي مقدار ما ينتج من أيونات الهيدروكسيل

$$\text{تركيز } [\text{OH}^-] = \text{تركيز } [\text{NH}_4^+]$$

وبالتالي تصبح قيمة ثابت الإتزان :

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_3]}$$

غاز النشادر من القواعد الضعيفة فإن مقدار ما يتفكك منه (α) ضئيل جداً بحيث يمكن إهماله تركيز غاز النشادر عند الإتزان ($C_b - \alpha$) = تركيز غاز النشادر الأصلي (C_b)

بالتعويض في قانون ثابت الإتزان :

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{C_b}$$

تركيز أيون الهيدروكسيل :

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \times C_b}$$

درجة التفكك (التأين)

من قواعد غير تامة التأين في الماء (تأين جزئياً) و تتميز بصغر ثابت تأينها كما أنها تتأثر بالتخفيف نظراً لاحتوائها على جزيئات غير متأينة.

① احسب تركيز أيون الهيدروكسيل في محلول $0,1 \text{ mol / L}$ من هيدروكسيد ضعيف عند 25°C علماً بأن قيمة ثابت إتزانه $1,7 \times 10^{-5}$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \times C_b} = \sqrt{1,7 \times 10^{-5} \times 0,1} = 1,30 \times 10^{-3} \text{ mol / L}$$

② احسب ثابت الإتزان لهيدروكسيد الأمونيوم تركيز محلوله $0,25 \text{ mol / L}$ وتركيز أيون الهيدروكسيل $2,72 \times 10^{-3} \text{ mol / L}$

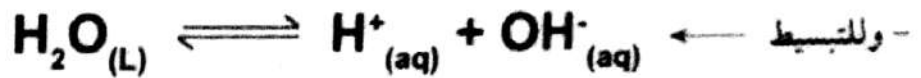
$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{C_b} = \frac{[2,72 \times 10^{-3}]^2}{0,25} = 2,95 \times 10^{-5}$$

③ قلوئى ضعيف احادى الهيدروكسيل ثابت اتزانه $6,42 \times 10^{-10}$ وتركيز ايون الهيدروكسيل في محلوله احسب $1,5 \times 10^{-5} \text{ mol / L}$ تركيزه

$$C_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{K_b} = \frac{(1,5 \times 10^{-5})^2}{(6,42 \times 10^{-10})} = 0,35 \text{ mol / L}$$

تأين الماء

- الماء النقى إلكتروليت ضعيف وبالتالي توصيله للتيار الكهربى يكون ضعيف
- يعبر عن تأين الماء بالمعادلة التالية :



$$K_c = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

- يعبر عن ثابت الإتزان كما يلى :

- مقدار ما يتأين من الماء لا يذكر كما يتضح من قيمة ثابت الإتزان وبالتالي فإن تركيز الماء الغير متأين يعتبر مقداراً
يساوى واحد ومن الممكن اهماله

$$\therefore K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

- الماء النقى متعادل التأثير على عباد الشمس والسبب في ذلك أن تركيز ايون الهيدروجين (المستول عن الحموضة) =
ايون الهيدروكسيل (المستول عن القلوية)

$$1 \times 10^{-7} \text{ mol/L} = [\text{OH}^-] = \text{تركيز } [\text{H}^+]$$

$$\therefore K_w = [10^{-7}][10^{-7}] = 10^{-14}$$

الحاصل الايونى للماء (Kw)

هو حاصل ضرب تركيزى ايون الهيدروجين و ايون الهيدروكسيل الناتجين من تأين الماء ويساوى 1×10^{-14}

ملحوظات هامة:

- ① إذا زاد تركيز ايون الهيدروجين قل تركيز ايون الهيدروكسيل بنفس المقدار
- ② يمكن معرفة تركيز أحد الأيونين إذا علم تركيز الأيون الأخر
- ③ الإتزان الذى ينشأ في الماء هو إتزان أيونى

متى يكون المحلول متعادل التأثير؟

- عندما يكون : ① تركيز $[H^+]$ = تركيز $[OH^-]$ 10^{-7} mol/L
 ② $pH = pOH = 7$

متى يكون المحلول حامضى التأثير؟

- عندما يكون : ① قيمة pH أقل من 7
 ② قيمة pOH أكبر من 7
 ③ تركيز أيون الهيدروجين أكبر من 10^{-7} ($10^{-6} : 10^{-1}$)
 ← تزداد قوة المحلول الحامضى كلما اقتربت قيمة pH له من zero

متى يكون المحلول قلوئى التأثير؟

- عندما يكون : ① قيمة pOH أقل من 7
 ② قيمة pH أكبر من 7
 ③ تركيز أيون الهيدروكسيل أكبر من 10^{-7} ($10^{-6} : 10^{-1}$)
 ← تزداد قوة المحلول القاعدى كلما اقتربت قيمة pH له من 14

تأثير المحلول	pOH	pH	$[OH^-]$	$[H^+]$
حامضى	12	2	1×10^{-12}	1×10^{-2}
قلوئى	5	9	1×10^{-5}	1×10^{-9}
متعادل	7	7	1×10^{-7}	1×10^{-7}
حامضى	10	4	1×10^{-10}	1×10^{-4}
قلوئى	3	11	1×10^{-3}	1×10^{-11}

ملحوظات هامة:

- ① يقاس الرقم الهيدروجينى بجهاز يسمى pH Meter
- ② قيمة Kw للماء والمحاليل المائية ثابتة وتساوى 1×10^{-14}
- ③ فى الحمض الضعيف تركيز $[H^+] =$ تركيز $[H_3O^+]$

- أوجد قيمة pH لحمض ضعيف تركيز أيون الهيدرونيوم فيه $1 \times 10^{-4.5} \text{ mol/L}$

$$[H_3O^+] = [H^+] = 1 \times 10^{-4.5} \text{ mol/L}$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (1 \times 10^{-4.5}) = 4,5$$

في الأحماض القوية أحادية القاعدية يكون تركيز الحمض = تركيز $[H^+]$ «لأنه تام التأيين»

احسب قيمة pH و pOH لحمض HCl تركيزه 0,001M

تركيز HCl = تركيز $[H^+]$

$$\therefore [H^+] = 0,001 \text{ M}$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (0,001) = 3$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 3 = 11$$

في القلويات القوية أحادية القاعدية يكون تركيز القلوي = تركيز $[OH^-]$ «لأنه تام التأيين»

احسب قيمة pH و pOH لمحلول من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0,01M

تركيز NaOH = تركيز $[OH^-]$

$$\therefore [OH^-] = 0,01 \text{ M}$$

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (0,01) = 2$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 2 = 12$$

في الأحماض القوية ثنائية القاعدية يكون تركيز الحمض = $2 \times$ تركيز $[H^+]$

احسب قيمة pH و pOH لمحلول من حمض الكبريتيك تركيزه 0,003M

تركيز $H_2SO_4 = 2 \times$ تركيز $[H^+]$

$$\therefore [H^+] = 2 \times 0,003 = 6 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (6 \times 10^{-3}) = 2,2$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 2,2 = 11,8$$

قوانين هامة:

القاعدة الضعيفة

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{cb}$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \times Cb}$$

$$Ka = \alpha^2 \times Ca$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{Ka}{Ca}}$$

الحمض الضعيف

$$Ka = \frac{[H^+]^2}{ca}$$

$$[H^+] = \sqrt{Ka \times Ca}$$

$$pH = -\log [H^+] \quad , , , \quad [H^+] = 10^{-pH}$$

$$pOH = -\log [OH^-] \quad , , , \quad [OH^-] = 10^{-pOH}$$

$$pH + pOH = 14$$

$$[H^+] [OH^-] = 10^{-14}$$

① احسب قيمة pH و pOH لمحلل تركيز ايون الهيدروجين فيه يساوي 0,1M

$$pH = -\log [H^+] = -\log (0,1) = 1$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 1 = 13$$

② احسب تركيز ايون الهيدروجين في محلل pOH له تساوي 3

$$pH = 14 - pOH = 14 - 3 = 11$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11} \text{ mol/L}$$

③ احسب قيمة الأس الهيدروجيني لمحلل تركيز ايون الهيدروكسيل فيه $9 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$

$$[OH^-] = 9 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$$

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (9 \times 10^{-11}) = 10,045$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 10,045 = 3,95$$

④ احسب قيمة pOH لحمض النيتروز تركيزه 2M علما بان ثابت تاينه Ka يساوي $4,6 \times 10^{-4}$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$$

$$[H^+] = \sqrt{4,6 \times 10^{-4} \times 2} = 0,030 \text{ M}$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (0,030) = 1,52$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 1,52 = 12,48$$

⑤ محلل من حمض الأسيتيك CH_3COOH تركيزه 1M وقيمة pH له تساوي 3 احسب تركيز ايون

الهيدرونيوم ثم احسب ثابت التاين K_a

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{[10^{-3}]}{1} = 1 \times 10^{-6}$$

⑥ احسب درجة التفكك (α) وثابت التاين (K_a) لحمض ضعيف احدى البرتون تركيزه 0,01M وقيمة pH

له تساوي 6,5

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-6,5} = 3,16 \times 10^{-7} \text{ M}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} = \frac{(3,16 \times 10^{-7})^2}{0,01} = 9,98 \times 10^{-12}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{9,98 \times 10^{-12}}{0,01}} = 3,15 \times 10^{-5}$$

أحسب قيمة pOH لحمض عضوي أحادي البرتون 3% في محلول تركيزه 0,2M

$$0,03 = \frac{3}{100} = \text{درجة التأيين}$$

$$K_a = \alpha^2 \times C_a = (0,03)^2 \times 0,2 = 1,8 \times 10^{-4}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times C_a} = \sqrt{1,8 \times 10^{-4} \times 0,2} = 6 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (6 \times 10^{-3}) = 2,22$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 2,22 = 11,78$$

محلول من حمض الخليك تركيزه 0,1M وثابت تأينه (Ka) يساوي $1,8 \times 10^{-5}$ أوجد كل مما يأتي :

- 1- درجة تفكك الحمض (نسبة تأين) هذا الحمض
- 2- تركيز أيون الهيدرونيوم
- 3- قيمة كل من pH و pOH

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{1,8 \times 10^{-5}}{0,1}} = 0,013$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times C_a} = \sqrt{1,8 \times 10^{-5} \times 0,1} = 1,34 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (1,34 \times 10^{-3}) = 2,87$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 2,87 = 11,13$$

حمض الهيدروسيانك تركيزه يساوي 0,2M وعند 25°C ثابت تأينه (Ka) يساوي $7,2 \times 10^{-10}$

- أحسب كل من :
- 1- درجة تفكك الحمض
- 2- تركيز أيون الهيدروجين
- 3- قيمة كل من pH و pOH

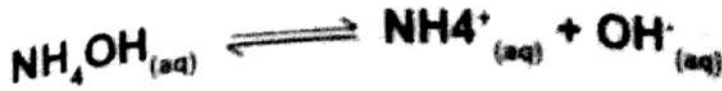
$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{7,2 \times 10^{-10}}{0,2}} = 6 \times 10^{-5}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times C_a} = \sqrt{7,2 \times 10^{-10} \times 0,2} = 1,2 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (1,2 \times 10^{-5}) = 4,92$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 4,92 = 9,08$$

المعادلة التالية توضح تأين قاعدة ضعيفة وهي هيدروكسيد الأمونيوم تركيزها 0,1M وثابت تأينها $K_b = 1,6 \times 10^{-5}$



احسب كل مما يأتي :

- ١- درجة تأين (تفكك) القاعدة
- ٢- تركيز أيون الهيدروكسيل
- ٣- قيمة كل من pOH و pH

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}} = \sqrt{\frac{1,6 \times 10^{-5}}{0,1}} = 0,012$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \times C_b} = \sqrt{1,6 \times 10^{-5} \times 0,1} = 1,26 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (1,26 \times 10^{-3}) = 2,89$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,89 = 11,11$$

النقل المائي للأملاح (التميو)

التميو

- عملية ذوبان الملح في الماء ويتج عن الأذابة الحمض والقلوي المشتق منهما الملح.
- عملية تبادل أيونات الماء و أيونات الملح لتكوين الحمض والقلوي المشتق منهما الملح.

عملية التميؤ عكس عملية التعادل :

«تعادل»

حمض + قلوي ← ملح + ماء

«تميؤ»

ملح + ماء ← حمض + قلوي

علل: عملية التميؤ عكس عملية التعادل؟

لأن في عملية التميؤ يتم إذابة الملح في الماء لتكوين الحمض والقلوي المشتق منهما الملح بينما في عملية التعادل يتفاعل الحمض مع القلوي لتكوين الملح والماء

ملحوظات هامة:

- ① المحلول الناتج من تميؤ الملح له تأثير على ورقة عباد الشمس سواء كان تأثيره حامضي أو قاعدي
- ② تعتمد الخاصية الحامضية والقاعدية لمحلول الملح على قوة كل من الحمض والقلوي الناتجين من ذوبان الملح

حاصل الاذابة (Ksp)

يطلق صلب له حد معين للذوبان في الماء عند درجة حرارة معينة وعند الوصول إلى هذا الحد تصبح المادة المذابة في حالة التوازن ديناميكي مع المادة الغير مذابة ويوصف المحلول حينئذ بالمحلول المشبع

المحلول المشبع

هو محلول تكون فيه المادة المذابة في حالة إتزان ديناميكي مع المادة الغير مذابة.

الأملاح الصلبة تذوب في الماء بدرجات متفاوتة ويتضح ذلك من الأمثلة التالية :

① ملح نترات البوتاسيوم KNO_3 يذوب في الماء عند $20^\circ C$ بحيث تكون درجة ذوبانيته تساوي $31,6g / 100g$

② ملح كلوريد الفضة $AgCl$ يذوب في الماء عند $20^\circ C$ بحيث تكون درجة ذوبانيته تساوي $0,0016g / 100g$

نلاحظ أن كل من ملح نترات البوتاسيوم وملح كلوريد الفضة يذوبان في الماء عند نفس درجة الحرارة $20^\circ C$ وأن

كتلة المذيب (الماء) لكل منهما متساوية ($100g$) بينما كتلة المذاب مختلفة

نستنتج أن درجة الذوبانية تختلف من ملح لآخر

درجة الذوبانية

هي تركيز المحلول المشبع من الملح شحيح الذوبان عند درجة حرارة معينة

علل: المحلول المشبع يمثل نظام متزن؟

لأن في المحلول المشبع المادة المذابة تكون في حالة إتزان ديناميكي مع المادة الغير مذابة

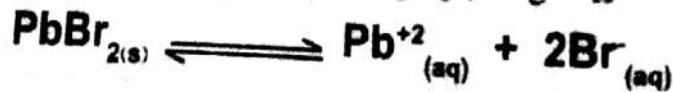
من، ما معنى أن درجة ذوبانية ملح نترات البوتاسيوم تساوي $31,6g / 100g$ ؟

حاصل الإذابة يكون للأملاح شحيحة الذوبان في الماء

ملح بروميد الرصاص II ($PbBr_2$)

لذا وضعنا كمية من بروميد الرصاص II ($PbBr_2$) في أنبوبة بها ماء ثم رج الأنبوبة نلاحظ أن نسبة ضئيلة جداً من

بروميد الرصاص II تذوب في الماء ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة التالية :



عند تطبيق قانون فعل الكتلة نجد أن ثابت الإتزان يعبر عنه كالآتي :

$$Kc = [Pb^{+2}] [Br^{-}]^2$$

مركب $PbBr_2$ لا يكتب في معادلة ثابت الإتزان والسبب في ذلك انه إلكتروليت ضعيف

مقدار ما يتأين منه قليل جداً فيظل تركيزه ثابت مهما اختلفت كميته

ملح بروميد الرصاص II شحيح الذوبان في الماء وبما أن حاصل الإذابة (Ksp) يختص بالأملاح الصلبة شحيحة الذوبان في الماء

$$\therefore Ksp = [Pb^{+2}] [Br^{-}]^2$$

هو حاصل ضرب تركيز أيونات الملح شحيح الذوبان في الماء مقدرة بوحدة (mol / L) كل منها مرفوع لأس يساوي عدد مولات الأيونات في معادلة التفاعل الموزونة كما أن أيونات الملح تكون في حالة إتزان أيوني مع محلولها المشبع

علل: لا يكتب تركيز المواد الصلبة في معادلة حساب ثابت الإتزان؟

لأن تركيزها يظل ثابت مهما اختلفت كميتها حيث أن قيمتها لا تتغير بدرجة ملموسة ومقدار ما يتفكك من ضئيل جداً

ملحوظات هامة:

- ① تزداد قابلية الملح للذوبان بزيادة قيمة حاصل الإذابة (Ksp)
- ② عندما تقل قيمة حاصل الإذابة (Ksp) تقل قدرة الملح على الذوبان ويسهل ترسيبه
- ③ تزداد قابلية الملح للذوبان بزيادة درجة حرارة المحلول

• رتب الأملاح التالية تنازلياً حسب قدرتها على الذوبان في الماء مع التعليل؟

CuS	Zn(OH) ₂	CaCO ₃	Ag ₂ S	Fe(OH) ₃	المحصول
8,5 × 10 ⁻⁴⁵	1 × 10 ⁻¹⁸	4,9 × 10 ⁻¹¹	1,6 × 10 ⁻⁴⁹	1 × 10 ⁻³⁶	حاصل الإذابة



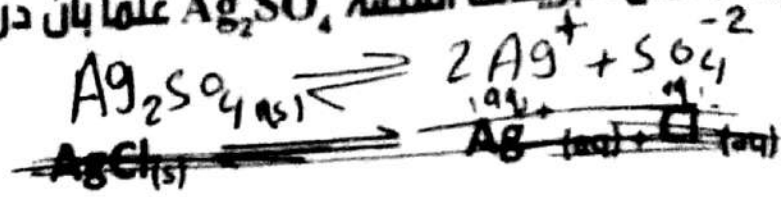
- تزداد قابلية الملح للذوبان بزيادة قيمة حاصل الإذابة (Ksp)

ماذا يحدث عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى محلول مشبع من كلوريد الفضة؟



- عند إضافة حمض الهيدروكلوريك (HCl) يزداد تركيز أيون الكلور (Cl⁻) في المحلول فيسير التفاعل في الاتجاه طبقاً لقاعدة لوشاتيلية مما يترتب على ذلك زيادة كمية كلوريد الفضة المتكونة (AgCl) فيتعكر المحلول نظراً لأن كلوريد الفضة ملح صلب شحيح الذوبان في الماء

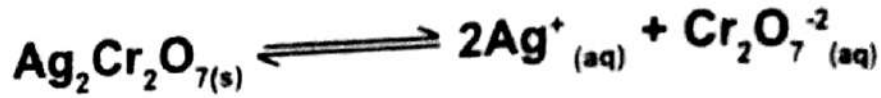
احسب حاصل الإذابة (Ksp) لملاح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 علماً بأن درجة ذوبانية الملاح تساوي $1,4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$



$$K_{sp} = [2Ag^+]^2 [SO_4^{2-}]$$

$$K_{sp} = [2 \times 1,4 \times 10^{-2}]^2 [1,4 \times 10^{-2}] = 1,09 \times 10^{-5}$$

احسب حاصل الإذابة (Ksp) لملاح ثاني كرومات الفضة $Ag_2Cr_2O_7$ علماً بأن درجة ذوبانيته تساوي $6,5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$



$$K_{sp} = [2Ag^+]^2 [Cr_2O_7^{2-}]$$

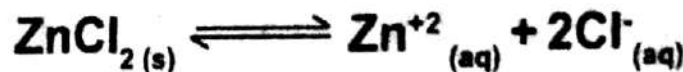
$$K_{sp} = [2 \times 6,5 \times 10^{-5}]^2 [6,5 \times 10^{-5}] = 1,09 \times 10^{-12}$$

احسب حاصل الإذابة (Ksp) لملاح من $ZnCl_2$ علماً بأن درجة ذوبانية الملاح تساوي $1,5 \times 10^{-3} \text{ g/L}$

$$(Cl = 35,5) \quad (Zn = 65,4) \quad 1,5 \times 10^{-3} \text{ g/L}$$

$$136,4 = (35,5 \times 2) + 65,4 = ZnCl_2 \text{ كتلة المول من}$$

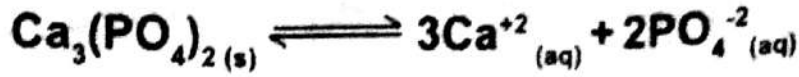
$$1,09 \times 10^{-5} \text{ mol/L} = \frac{1,5 \times 10^{-3}}{136,4} = \frac{\text{درجة الذوبانية بوحدة g/l}}{\text{الكتلة المولية}} = \text{درجة ذوبانية الملاح}$$



$$K_{sp} = [Zn^{2+}] [2Cl^-]^2$$

$$K_{sp} = [1,09 \times 10^{-5}] [2 \times 1,09 \times 10^{-5}]^2 = 5,180 \times 10^{-15}$$

④ أحسب درجة ذوبانية ملح فوسفات الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ علماً بأن حاصل الإذابة للملح تساوي 2×10^{-39}



$$K_{sp} = [3\text{Ca}^{+2}]^3 [2\text{PO}_4^{-2}]^2$$

← نفرض أن درجة الذوبانية هي x

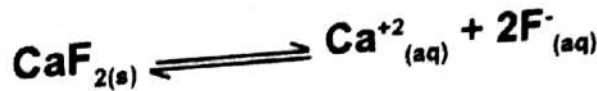
$$K_{sp} = [3x]^3 [2x]^2 = (27x^3)(4x^2) = 108x^5$$

$$x^5 = \frac{K_{sp}}{108} \quad \therefore x = \sqrt[5]{\frac{K_{sp}}{108}} = \sqrt[5]{\frac{2 \times 10^{-39}}{108}} = 7,13 \times 10^{-9} \text{ mol/l}$$

← درجة ذوبانية ملح فوسفات الكالسيوم $7,13 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$

⑤ أحسب درجة ذوبانية ملح فلوريد الكالسيوم بوحدة g/L علماً بأن حاصل إذابته تساوي $3,9 \times 10^{-11}$

$$(\text{Ca} = 40) (\text{F} = 19)$$



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{+2}] [2\text{F}^{-}]^2$$

- نفرض أن درجة الذوبانية هي x

$$K_{sp} = [x] [2x]^2 = (x)(4x^2) = 4x^3$$

$$x^3 = \frac{K_{sp}}{4} \quad \therefore x = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{3,9 \times 10^{-11}}{4}} = 2,13 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

- درجة ذوبانية ملح فلوريد الكالسيوم هي $2,13 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

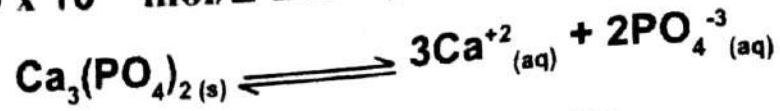
$$78 = (2 \times 19) + 40 = \text{CaF}_2 \text{ كتلة المول من}$$

← درجة ذوبانية ملح فلوريد الكالسيوم بوحدة g/L

= درجة الذوبانية بوحدة $\text{mol/L} \times \text{الكتلة المولية}$

$$0,016 \text{ g/L} = 78 \times 2,13 \times 10^{-4} =$$

لحساب حاصل الإذابة (Ksp) لملح فوسفات الكالسيوم علماً بأن تركيز أيون الكالسيوم $1 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ وتركيز أيون الفوسفات $0,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$



$$K_{\text{sp}} = [\text{Ca}^{+2}]^3 [\text{PO}_4^{-3}]^2$$

$$K_{\text{sp}} = [1 \times 10^{-8}]^3 [0,5 \times 10^{-3}]^2 = 2,5 \times 10^{-31}$$

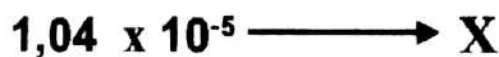
إذا كان تركيز أيون الباريوم $[\text{Ba}^{+2}]$ عند الإتزان $1,04 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ أحسب حاصل الإذابة (Ksp) لكبريتات الباريوم



$$K_{\text{sp}} = [\text{Ba}^{+2}] [\text{SO}_4^{-2}]$$

- نفرض أن تركيز أيون الكبريتات هو X

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ba}^{+2}] [X]$$

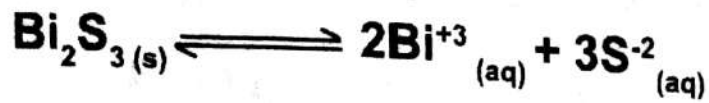


$$\therefore X = 1,04 \times 10^{-5} \text{ mol / L}$$

$$K_{\text{sp}} = [1,04 \times 10^{-5}] [1,04 \times 10^{-5}] = 1,08 \times 10^{-10}$$

⑧ أحسب حاصل الإذابة (K_{sp}) لمهـلـج كبريتيد البزموت علماً بأن تركيز أيون البزموت

المحلول $3 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$



$$K_{sp} = [\text{Bi}^{+3}]^2 [\text{S}^{-2}]^3$$

- نفرض أن تركيز أيون الكبريت هو X

$$K_{sp} = [\text{Bi}^{+3}]^2 [X]^3$$

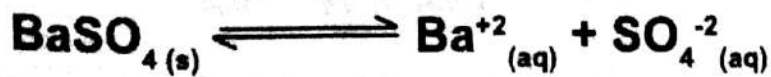


$$\therefore X = \frac{3 \times 3 \times 10^{-8}}{2} = 4,5 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$K_{sp} = [3 \times 10^{-8}]^2 [4,5 \times 10^{-8}]^3 = 8,20 \times 10^{-38}$$

⑨ أحسب تركيز أيون الباريوم $[\text{Ba}^{+2}]$ في المحلول المشبع من كبريتات الباريوم

علماً بأن حاصل إذابته (K_{sp}) $1,1 \times 10^{-10}$



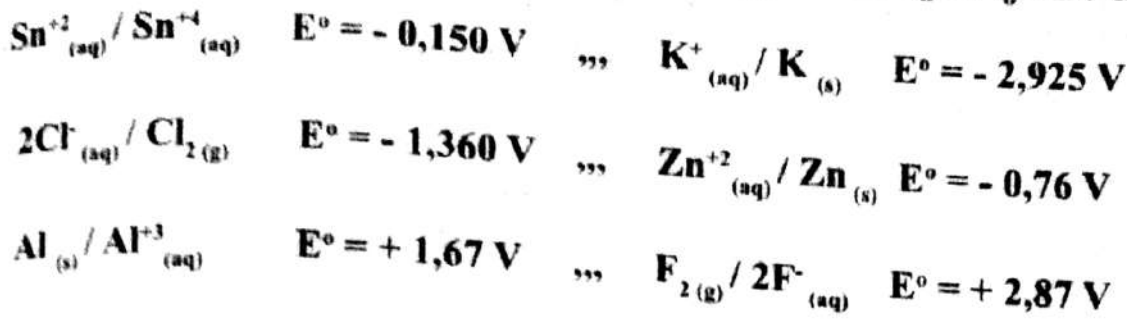
$$K_{sp} = [\text{Ba}^{+2}] [\text{SO}_4^{-2}]$$

- نفرض أن التركيز هو X

$$K_{sp} = [X] [X] = X^2$$

$$\therefore X = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{1,1 \times 10^{-10}} = 1,04 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$$

☆ رتب النصف الخلايا الآتية تصاعدياً حسب قوتها كعوامل مختزلة



* ثم احسب:

أ- أقوى عامل مختزل ب- أقوى عامل مؤكسد

ج- أوجد emf للخلية التي تعطى أكبر قوة دافعة كهربية ثم أوجد الرمز الإصطلاحي لها

← الأعلى في جهد الأكسدة هو الأقوى كعامل مختزل:

الترتيب	جهد الاختزال	جهد الأكسدة	نصف الخلية
الأول	+ 2,87 V	- 2,87 V	$\text{F}_{2(g)} / 2\text{F}^{-}_{(aq)}$
الثاني	+ 1,360 V	- 1,360 V	$2\text{Cl}^{-}_{(aq)} / \text{Cl}_{2(g)}$
الثالث	+ 0,150 V	- 0,150 V	$\text{Sn}^{+2}_{(aq)} / \text{Sn}^{+4}_{(aq)}$
الرابع	- 0,76 V	+ 0,76 V	$\text{Zn}^{+2}_{(aq)} / \text{Zn}_{(s)}$
الخامس	- 1,67 V	+ 1,67 V	$\text{Al}_{(s)} / \text{Al}^{+3}_{(aq)}$
السادس	- 2,925 V	+ 2,925 V	$\text{K}^{+}_{(aq)} / \text{K}_{(s)}$

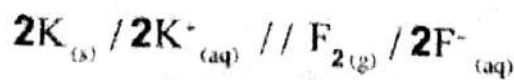
أ- أقوى عامل مختزل هو البوتاسيوم

ب- أقوى عامل مؤكسد هو الفلور

ج- emf = جهد أكسدة الأنود + جهد اختزال الكاثود

$$= \text{جهد أكسدة البوتاسيوم} + \text{جهد اختزال الفلور} = 2,925 + 2,87 = 5,795 \text{ V}$$

∴ الرمز الإصطلاحي



إذا علمت أن جهد أكسدة الخارصين (0,76v) وجهد أكسدة النحاس (-0,34v)

أحسب القوة الدافعة الكهربائية (emf) للخلية

أكتب الرمز الاصطلاحي للخلية

الأنود هو الخارصين « لكونه الأعلى في جهد الأكسدة »

أ- القوة الدافعة الكهربائية = جهد أكسدة الأنود - جهد أكسدة الكاثود

= جهد أكسدة الخارصين - جهد أكسدة النحاس

$$1,1V = (-0,34) - (0,76) =$$

ب- الرمز الاصطلاحي للخلية $Zn_{(s)} / Zn^{+2}_{(aq)} // Cu^{+2}_{(aq)} / Cu_{(s)}$

عمران A , B جهد تأكسدهما على الترتيب (-0,6v) , (0,4v) وكل منهما ثنائي التكافؤ

أ- أحسب القوة الدافعة الكهربائية (emf) للخلية

ب- هل يتولد تيار كهربى عن الخلية أم لا مع التعليل؟

ج- أكتب الرمز الاصطلاحي للخلية

الأنود هو B « لكونه الأعلى في جهد الأكسدة »

أ- القوة الدافعة الكهربائية = جهد أكسدة الأنود - جهد أكسدة الكاثود

= جهد أكسدة B - جهد أكسدة A

$$1V = (-0,6) - (0,4) =$$

ب- نعم يتولد تيار كهربى عن الخلية لأن قيمة (emf) بإشارة موجبة

أ- الرمز الاصطلاحي للخلية $B_{(s)} / B^{+2}_{(aq)} // A^{+2}_{(aq)} / A_{(s)}$

③ إذا كان جهد الاختزال القياسي للخارصين (-0,76v) وللنيكل (-0,23v)

أ- أحسب القوة الدافعة الكهربائية (emf) للخلية

ب- وضع التفاعلات التي تحدث عند الأقطاب

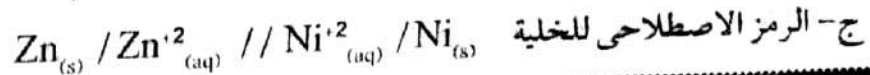
ج- أكتب الرمز الاصطلاحي للخلية

∴ الكاثود هو النيكل « لكونه الأعلى في جهد الاختزال »

أ- القوة الدافعة الكهربائية = جهد اختزال الكاثود - جهد اختزال الأنود

= جهد اختزال النيكل - جهد اختزال الخارصين

$$0,53V = (-0,76) - (-0,23) =$$



④ إذا كان جهد أكسدة الألومنيوم (1,66v) وجهد اختزال النحاس (0,34v)

أ- أحسب القوة الدافعة الكهربائية (emf) للخلية.

ب- هل يتولد تيار كهربى عن الخلية ثم أذكر نوع الخلية

ج- أكتب الرمز الاصطلاحي للخلية

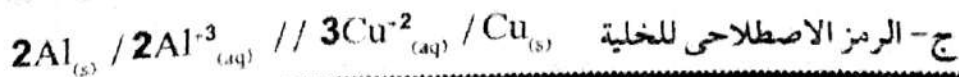
∴ الأنود هو الألومنيوم ∴ الكاثود هو النحاس

أ- القوة الدافعة الكهربائية = جهد أكسدة الأنود + جهد اختزال الكاثود

= جهد أكسدة الألومنيوم + جهد اختزال النحاس

$$2V = (0,34) + (1,66) =$$

ب- نعم يتولد تيار كهربى عن الخلية ∴ خلية جلفانية



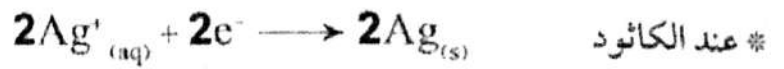
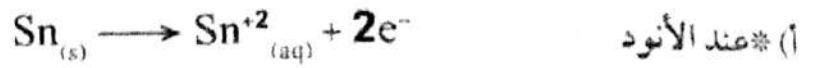
خلية جلفانية مكونة من قطب $\text{Sn}^{+2} / \text{Sn}$ ، وقطب Ag^+ / Ag إذا علمت أن جهد الاختزال القياسي لكل من القصدير والفضة على الترتيب $(-0,14\text{v})$ ، $(0,8\text{v})$ ،

وضع التفاعلات التي تحدث عند الأقطاب

أحسب القوة الدافعة الكهربائية (emf) للخلية

أكتب الرمز الاصطلاحي للخلية

∴ الكاثود هو الفضة « لكونه الأعلى في جهد الاختزال »



ب) القوة الدافعة الكهربائية = جهد اختزال الكاثود - جهد اختزال الأنود

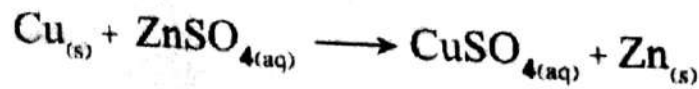
= جهد اختزال الفضة - جهد اختزال القصدير

$$0,94\text{V} = (-0,14) - (0,8) =$$

ج) الرمز الاصطلاحي للخلية $\text{Sn}_{(s)} / \text{Sn}^{+2}_{(aq)} // 2\text{Ag}^+_{(aq)} / 2\text{Ag}_{(s)}$

أعلمت أن جهد أكسدة الخارصين $(0,76\text{v})$ وجهد اختزال النحاس $(0,34\text{v})$

هل التفاعل التالي تلقائي أم لا ولماذا؟



أكتب الرمز الاصطلاحي للخلية

∴ النحاس هو الأنود « لان يحدث له أكسدة »

∴ جهد أكسدة النحاس $(-0,34\text{v})$ ، جهد اختزال الخارصين $(-0,76\text{v})$

أ- القوة الدافعة الكهربائية = جهد أكسدة الأنود + جهد اختزال الكاثود

= جهد أكسدة النحاس + جهد اختزال الخارصين

$$-1,1\text{V} = (-0,76) + (-0,34) =$$

∴ التفاعل غير تلقائي لأن القوة الدافعة الكهربائية بإشارة سالبة

ب- الرمز الاصطلاحي للخلية $\text{Cu}_{(s)} / \text{Cu}^{+2}_{(aq)} // \text{Zn}^{+2}_{(aq)} / \text{Zn}_{(s)}$

⑦ إذا علمت أن جهد اختزال النحاس (0,34v)



ب- وضع التفاعلات التي تحدث عند الأقطاب

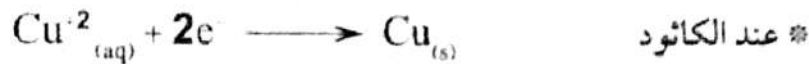
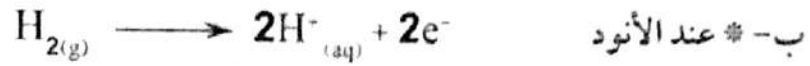
ج- أكتب الرمز الاصطلاحي للخلية

∴ الهيدروجين هو الأنود « لأن يحدث له أكسدة »

أ- القوة الدافعة الكهربائية = جهد أكسدة الأنود + جهد اختزال الكاثود

= جهد أكسدة الهيدروجين + جهد اختزال النحاس

$$0,34V = 0,34 + Zero =$$



ج- الرمز الاصطلاحي للخلية $Pt-H_{2(1atm)} / 2H^{+}_{(1M)} // Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$

⑧ إذا علمت أن الكاديوم يسبق النيكل في المتسلسلة وجهد أكسدة الكاديوم (0,4v)

وكانت القوة الدافعة الكهربائية تساوي (0,17v)

أ- أوجد جهد اختزال النيكل

ب- أكتب الرمز الاصطلاحي للخلية

∴ الكاديوم هو الأنود «لأنه يسبق النيكل»

أ- القوة الدافعة الكهربائية = جهد أكسدة الأنود + جهد اختزال الكاثود

= جهد أكسدة الكاديوم + جهد اختزال النيكل

$$0,17 = 0,4 + \text{س}$$

$$\text{س} = 0,17 - 0,4 = -0,23$$

∴ جهد اختزال النيكل هو -0,23v

ب- الرمز الاصطلاحي للخلية $Cd_{(s)} / Cd^{2+}_{(aq)} // Ni^{2+}_{(aq)} / Ni_{(s)}$

الخلايا الثانوية	الخلايا الأولية	وجه المقارنة
- أنظمة تخزين الطاقة الكهربائية على هيئة طاقة كيميائية	- أنظمة تحول الطاقة الكيميائية المخزنة إلى طاقة كهربية	مفهومها
- يمكن إعادة شحنها	- لا يمكن إعادة شحنها	القابلية للتلف
- تلقائية و إنعكاسية	- تلقائية وغير إنعكاسية	تفاعلات الأكسدة والاختزال
- لا تستهلك ولذلك يمكن شحنها	- تستهلك ولذلك لا يمكن شحنها	المواد التي يدخلها
① بطارية الرصاص الحامضية	① خلية دانيال	أمثلة
② بطارية أيون الليثيوم	② خلية الزئبق	
	③ خلية الوقود	

ايون الليثيوم	الرصاص الحامضية	الوقود	الزئبق	وجه المقارنة
ثانوية	ثانوية	أولية	أولية	نوع الخلية
جرافيت الليثيوم (LiC ₆)	شبكة من الرصاص مملوءة برصاص إسفنجي	وعاء مجوف مبطن بطبقة من الكربون السامي ويوجد به H ₂	ساق من الخارصين	الأنود
أكسيد الليثيوم كومات (LiCoO ₂)	شبكة من الرصاص مملوءة بعجينة من ثاني أكسيد الرصاص	وعاء مجوف مبطن بطبقة من الكربون السامي ويوجد به O ₂	أكسيد الزئبق وحببات من الجرافيت	الكاثود
سداسي فلورو فوسفيد الليثيوم	حمض الكبريتيك المخفف	محلول مائي من هيدروكسيد البوتاسيوم	هيدروكسيد البوتاسيوم	اللاكترونوليت
3 V	2.05 V	1.23 V	1.35 V	القوة الدافعة الكهربية
Li / Li ⁺ // Co ³⁺ / Co ⁴⁺	Pb / Pb ²⁺ // Pb ⁴⁺ / Pb ²⁺	2H ₂ / 4H ⁺ // O ₂ / 2O ²⁻	Zn / Zn ²⁺ // Hg ²⁺ / Hg	الرمز الاصطلاحي

الكتلة المكافئة الجرامية

- هي كتلة المادة التي لها القدرة على فقد أو اكتساب مول واحد من الإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائي

$$\star \text{ الكتلة المكافئة الجرامية} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ (عدد شحنات أيون العنصر)}}$$

$$\star \text{ الكتلة الذرية الجرامية} = \text{الكتلة المكافئة الجرامية} \times \text{التكافؤ}$$

الكتلة المكافئة = المكافئ الجرامى = الوزن المكافئ

الكتلة الذرية = الكتلة المولية = الوزن الذرى

علل، الكتلة المكافئة للبوتاسيوم تساوى كتلته الذرية ، بينما الكتلة المكافئة للخارصين تساوى نصف كتلته

الذرية بينما الكتلة المكافئة للألومنيوم تساوى ثلث كتلته الذرية؟

✚ لأن البوتاسيوم أحادى التكافؤ بينما الخارصين ثنائى التكافؤ بينما الألومنيوم ثلاثى التكافؤ

① إذا علمت أن الكتلة الذرية للألومنيوم هي 27g فما هي الكتلة المكافئة الجرامية له، علماً بأن تكافؤ الألومنيوم ثلاثى

$$\therefore \text{ الكتلة المكافئة للألومنيوم} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \frac{27}{3} = 9g$$

② إذا علمت أن الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس هي 31,75g وتكافؤ النحاس ثنائى، فما هي الكتلة الذرية الجرامية للنحاس

$$\therefore \text{ الكتلة الذرية للنحاس} = \text{الكتلة المكافئة الجرامية} \times \text{التكافؤ} = 2 \times 31,75 = 63,5g$$

العلاقة بين الفارادى والكولوم

✚ عند تكوين خلية تحليلية تحتوى على محلول نترات الفضة وعند إمرار فيها كمية كهربية مقدارها 1C يؤدي ذلك إلى ترسيب 0,001118g من الفضة

$$1C \longrightarrow 0,001118 g$$

$$XC \longrightarrow 107,88 g$$

$$96500C = \frac{107,88 \times 1}{0,001118} = X$$

$$\therefore 1F \longrightarrow 96500$$

✚ واحد فارادى (1F) ← يرسب كتلة مكافئة جرامية من أى عنصر

كمية الكهربية = شدة التيار \times الزمن
كولوم C = أمبير A \times ثانية S

الكولوم

هو كمية الكهربية الناتجة عن مرور تيار كهربي شدته "1A" خلال زمن قدره "1S"
هو كمية الكهربية اللازمة لترسيب 1,118mg من الفضة

الكولوم

هو كمية الكهربية اللازمة لترسيب أو ذوبان أو تصاعد كتلة مكافئة جرامية من أي مادة عند أحد الأقطاب بالتحليل الكهربي ويساوي 96500 كولوم.

• • • • •

عند مرور تيار كهربي شدته 7A في محلول $AgNO_3$ لمدة 25Min أحسب كمية الكهربية
∴ كمية الكهربية = شدة التيار \times الزمن = $10500C = 60 \times 25 \times 7$

• • • • •

أحسب شدة تيار كهربي ناتجة عن إمرار كمية من الكهرباء مقدارها 3,7F خلال محلول إلكتروليتي في زمن قدره 4h
∴ كمية الكهربية بالكولوم = $357050C = 96500 \times 3,7$
∴ كمية الكهربية = شدة التيار \times الزمن

$$A \ 24,7 = \frac{357050}{60 \times 60 \times 4} = \frac{\text{كمية كهربية}}{\text{الزمن}}$$

النون العام للتحليل الكهربي

لمرور واحد فارادي (1F) (96500C) خلال إلكتروليت فإن ذلك يؤدي إلى ترسيب أو ذوبان أو تصاعد مكافئة جرامية من المادة عند أحد الأقطاب

حساب كمية الكهربية اللازمة لترسيب
ذرة جرامية (g/atm) - كتلة ذرية - مول (Mol)

إذا كان عدد المولات يساوي واحد «في حالة المولات»
كمية الكهرباء = التكافؤ × فارادي

① ما هي كمية الكهرباء اللازمة لترسيب (g/atm) من الفضة وفقاً للتفاعل $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ ؟
∴ كمية الكهرباء = التكافؤ × فارادي = $F \times 1 = 96500C$

.....

② ما هي كمية الكهرباء اللازمة لترسيب ذرة جرامية من الحديد عند التحليل الكهربى لمصهور $FeSO_4$ ؟
∴ كمية الكهرباء = التكافؤ × فارادي = $F \times 2 = 2 \times 96500 = 193000C$

.....

③ ما عدد الفارادى اللازم لترسيب (g/atm) من النحاس بناءً على تفاعل الكاثود $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$ ؟
∴ كمية الكهرباء = التكافؤ × فارادي = $F \times 2 = 2F$

.....

④ أحسب كمية الكهرباء بالفارادى اللازمة لترسيب مول من الألومنيوم عند التحليل الكهربى لمصهور Al_2O_3 ؟
∴ كمية الكهرباء = التكافؤ × فارادي = $F \times 3 = 3F$

.....

ب إذا كان عدد المولات أكبر من الواحد «في حالة اللافلزات والغازات»
كمية الكهرباء = التكافؤ × فارادي × عدد المولات

① ما هي كمية الكهرباء اللازمة لتساعد (Mol) من غاز الهيدروجين وفقاً للتفاعل $H_2 \rightarrow 2H^+ + e^-$ ؟
∴ كمية الكهرباء = التكافؤ × فارادي × عدد المولات = $F \times 1 \times 2 = 2F$

.....

② ما هي كمية الكهرباء اللازمة لتساعد (Mol) من غاز الأوكسجين وفقاً للتفاعل $2O^{2-} \rightarrow O_2 + 4e^-$ ؟
∴ كمية الكهرباء = التكافؤ × فارادي × عدد المولات = $F \times 2 \times 2 = 4F$

.....

③ ما هي كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 0,5Mol من الفضة من محلول $AgNO_3$ ؟
∴ كمية الكهرباء = التكافؤ × فارادي × عدد المولات = $F \times 1 \times 0,5 = 0,5F$

ماهى كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 0,1Mol من الباريوم من محلول $BaCl_2$ ؟
كمية الكهرباء = التكافؤ * فارادى * عدد المولات = $0,2F = 0,1 \times F \times 2$

.....

قوانين هامة

$$\begin{aligned} \text{كمية الكهرباء} &= \text{شدة التيار} \times \text{الزمن} \\ \text{شدة التيار} &= \frac{\text{كمية الكهرباء}}{\text{الزمن}} \\ \text{الزمن بالثواني} &= \text{الزمن بالدقائق} \times 60 \quad \text{أو} \quad \text{الزمن بالساعات} \times 60 \times 60 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{الكتلة المكافئة الجرامية} &= \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} \\ \text{الكتلة الذرية الجرامية} &= \text{الكتلة المكافئة الجرامية} \times \text{التكافؤ} \\ 1F &= 96500C \quad \leftarrow \text{تعمل على ترسيب أو تصاعد كتلة مكافئة جرامية من أى مادة.} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{عدد المولات} &= \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}} \\ \text{عدد مولات الغاز} &= \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}} \\ \text{حجم الغاز} &= \text{عدد المولات} \times 22,4 \end{aligned}$$



★ كمية الكهربية اللازمة لترسيب (g / atm) أو (Mol) أو كتلة ذرية
 = التكافؤ × فارادى «في حالة الفلزات»
 = التكافؤ × فارادى × عدد المولات «في حالة اللافلزات والغازات»

كتلة المادة المترسبة = $\frac{\text{كمية الكهربية} \times \text{الكتلة المكافئة الجرامية}}{96500}$

كمية الكهربية بالكولوم = $\frac{\text{كتلة المادة المترسبة} \times 96500}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية}}$

كمية الكهربية بالفارداى = $\frac{\text{كتلة المادة المترسبة} \times 1}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية}}$

الكتلة المكافئة الجرامية = $\frac{\text{كتلة المادة المترسبة} \times 96500}{\text{كمية الكهربية}}$

★ إذا اتصلت خليتان على التوالي فإن:

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

★ في مسائل الطلاء:

حجم طبقة الطلاء = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكثافة}}$

سمك طبقة الطلاء = $\frac{\text{حجم طبقة الطلاء}}{\text{مساحة سطح الطلاء}}$

١- احسب عدد الفارداى اللازم لترسيب 21,6g من الفضة على سطح ملعقة أثناء عملية الطلاء بالكهرباء



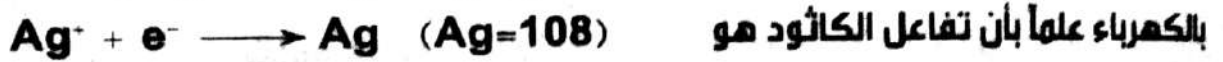
$$108\text{g} = \frac{108}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للفضة}$$

$$1\text{F} \longrightarrow 108\text{g}$$

$$X\text{F} \longrightarrow 21,6\text{g}$$

$$0,2\text{F} = \frac{1 \times 21,6}{108} = X \therefore$$

٢- احسب كمية الكهرباء بالفارداى اللازمة لترسيب 10g من الفضة على شوكة خلال عملية الطلاء



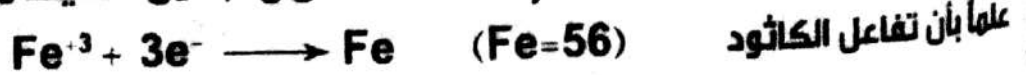
$$108\text{g} = \frac{108}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للفضة}$$

$$1\text{F} \longrightarrow 108\text{g}$$

$$X\text{F} \longrightarrow 10\text{g}$$

$$0,09\text{F} = \frac{1 \times 10}{108} = X \therefore$$

٣- احسب كمية الكهرباء بالكولوم اللازمة لفصل 5,6g من الحديد من محلول كلوريد الحديد III



$$18,6\text{g} = \frac{56}{3} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للحديد}$$

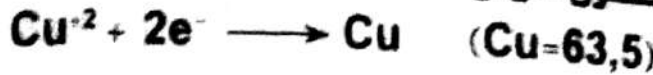
$$96500\text{C} \longrightarrow 18,6\text{g}$$

$$X\text{C} \longrightarrow 5,6\text{g}$$

$$29053,7\text{C} = \frac{96500 \times 5,6}{108} = X$$

∴ كمية الكهرباء 29053,7C

٤- أحسب كمية الكهرباء اللازمة للحصول على 3175g نحاس بالتحليل الكهربى لمحلول كبريتات النحاس II علماً بأن تفاعل الكاثود



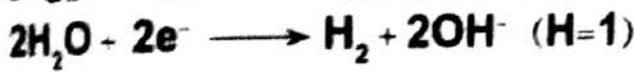
$$31,75\text{g} = \frac{63,5}{2} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{النكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للنحاس}$$



$$9650000 \text{ C} = \frac{96500 \times 3175}{31,75} = X$$

∴ كمية الكهرباء 9650000C

٥- أحسب كمية الكهرباء اللازمة لتصاعد 1,12L من غاز الهيدروجين عند التحليل الكهربى للماء إذا علمت أن التفاعل الحادث عند الكاثود هو



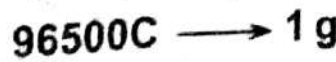
$$\therefore \text{عدد مولات الغاز} = \frac{\text{حجم الغاز}}{22,4}$$

$$\therefore \text{عدد مولات الهيدروجين} = \frac{\text{حجم الغاز}}{22,4} = 0,05 \text{ Mol}$$

$$\therefore \text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}}$$

$$\therefore \text{كتلة غاز الهيدروجين} = \text{عدد المولات} \times \text{كتلة المول} = 2 \times 0,05 = 0,1 \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = \frac{1}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للهيدروجين}$$



$$9650 \text{ C} = \frac{96500 \times 0,1}{1} = X$$

٦- أحسب شدة التيار الكهربى الناتجة عن إمرار كمية من الكهرباء مقدارها 3,7F خلال محلول إلكترولى فى زمن قدره 40Min

$$\therefore \text{كمية الكهرباء} = 96500 \times 3,7 = 357050 \text{ C}$$

$$\therefore \text{كمية الكهرباء} = \text{شدة التيار} \times \text{الزمن}$$

$$\therefore \text{شدة التيار} = \frac{\text{كتلة الكهرباء}}{\text{الزمن}} = 148,7 \text{ A}$$

عند إمرار تيار كهربى لمدة ساعتين في محلول كلوريد الحديد المترسب 5,6g من الحديد, احسب شدة التيار المار في الدائرة (Fe-56)

$$28g = \frac{56}{2} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للحديد}$$

$$96500C \longrightarrow 28g$$

$$X C \longrightarrow 5,6g$$

$$19300C = \frac{96500 \times 5.6}{28} = X$$

كمية الكهرباء = شدة التيار × الزمن

$$2,68A = \frac{19300}{2 \times 60 \times 60} = \frac{\text{كمية الكهرباء}}{\text{الزمن}} = \text{شدة التيار}$$

عند إمرار تيار كهربى لمدة ساعتين في محلول كلوريد الحديد المترسب 5,6g من الحديد, احسب شدة التيار المار في الدائرة (Fe-56)

$$28g = \frac{56}{2} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للحديد}$$

$$96500C \longrightarrow 28g$$

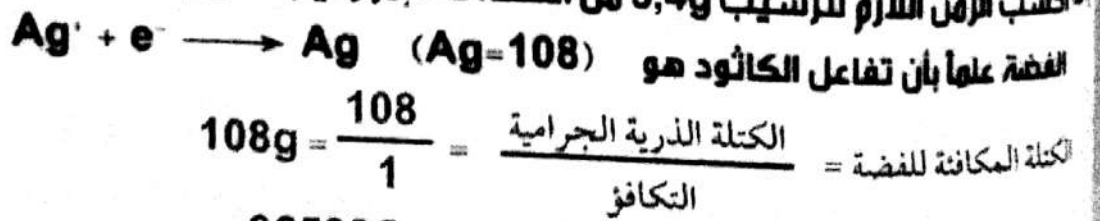
$$X C \longrightarrow 5,6g$$

$$19300C = \frac{96500 \times 5.6}{28} = X$$

كمية الكهرباء = شدة التيار × الزمن

$$2,68A = \frac{19300}{2 \times 60 \times 60} = \frac{\text{كمية الكهرباء}}{\text{الزمن}} = \text{شدة التيار}$$

احسب الزمن اللازم لترسيب 5,4g من الفضة عند إمرار تيار كهربى شدته 9,65A في محلول نترات الفضة علماً بأن تفاعل الكاثود هو (Ag=108)



$$96500C \longrightarrow 108g$$

$$X C \longrightarrow 5,4g$$

$$4825C = \frac{96500 \times 5.4}{108} = X$$

كمية الكهرباء = شدة التيار × الزمن

$$500S = \frac{\text{كمية الكهرباء}}{\text{شدة التيار}} = \text{الزمن}$$

١- أحسب الزمن اللازم لترسيب 18g من الألومنيوم عند مرور تيار شدته 20A في مصهور البوكسيت علماً بأن تفاعل الكاثود هو



$$9\text{g} = \frac{27}{3} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للألومنيوم}$$

$$96500\text{C} \longrightarrow 9\text{g}$$

$$X\text{C} \longrightarrow 18\text{g}$$

$$193000\text{C} = \frac{96500 \times 18}{9} = X$$

∴ كمية الكهرباء = شدة التيار × الزمن

$$9650\text{S} = \frac{193000}{20} = \frac{\text{كمية الكهرباء}}{\text{شدة التيار}} = \text{الزمن}$$

٢- أحسب الزمن بالساعات اللازم لترسيب 2,96g من النحاس من محلول كبريتات النحاس II عند مرور تيار كهربى شدته 10A (Cu = 63,5)

$$31,75\text{g} = \frac{63,5}{2} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للنحاس}$$

$$96500\text{C} \longrightarrow 31,75\text{g}$$

$$X\text{C} \longrightarrow 2,96\text{g}$$

$$8996,53\text{C} = \frac{96500 \times 2,96}{31,75} = X$$

∴ كمية الكهرباء = شدة التيار × الزمن

$$900\text{S} = \frac{8996,53}{10} = \frac{\text{كمية الكهرباء}}{\text{شدة التيار}} = \text{الزمن}$$

$$0,25\text{h} = \frac{900}{60 \times 60} = \text{الزمن بالساعات}$$

بكم دقيقة تلزم لترسيب 21,5g من الفضة من محلول $AgNO_3$ عند مرور تيار شدته 10A (Ag-108)

$$108g = \frac{108}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للفضة}$$

$$96500C \longrightarrow 108g$$

$$X C \longrightarrow 21,5g$$

$$19210,6C = \frac{96500 \times 21,5}{108} = X$$

كمية الكهربية = شدة التيار \times الزمن

$$1921,06S = \frac{19210,6}{10} = \frac{\text{كمية الكهربية}}{\text{شدة التيار}} = \text{الزمن}$$

$$32Min = \frac{19210,6}{60} = \text{الزمن بالدقائق}$$

عند مرور تيار كهربى شدته 7A في محلول نترات أحد العناصر لفترة زمنية قدرها 40Min ، فإذا كانت كتلة الكاثود قبل مرور التيار 12g وأصبحت بعد مرور التيار 13,88g أحسب الكتلة المكافئة لهذا العنصر

كمية الكهربية = شدة التيار \times الزمن

$$1680C = 60 \times 40 \times 7 =$$

كتلة المادة المترسبة = كتلة الكاثود بعد مرور التيار - كتلة الكاثود قبل مرور التيار

$$1,88g = 12 - 13,88 =$$

$$107,9g = \frac{96500 \times 1,88}{1680} = \frac{96500 \times \text{كتلة المادة المترسبة}}{\text{كمية الكهربية}} = \text{الكتلة المكافئة لهذا العنصر}$$

عند مرور كمية من الكهرباء قدرها 0,5F في محلول يحتوى على كاتيون فلز ترسب 4,5g احسب الكتلة المكافئة الجرامية لهذا الفلز

$$1F \longrightarrow \text{كتلة مكافئة}$$

$$0,5F \longrightarrow 4,5g$$

$$9g = \frac{4,5 \times 1}{0,5} = \text{الكتلة المكافئة الجرامية للفلز}$$

10- عند مرور تيار كهربى شدته 10,722A خلال زمن قدره 0,5h في مصهور $CaCl_2$ فترسب 4g من الكالسيوم (Ca = 40)

أ- أوجد المكافئ الجرامى للكالسيوم

ب- أوجد تكافؤ الكالسيوم

∴ كمية الكهربية = شدة التيار × الزمن

$$19300C = 60 \times 30 \times 10,722 =$$

$$96500C \longrightarrow \text{كتلة مكافئة}$$

$$19300C \longrightarrow 4g$$

$$20g = \frac{96500 \times 4}{19300} = \text{∴ الكتلة المكافئة الجرامية}$$

أ- المكافئ الجرامى للكالسيوم 20g

ب- الكتلة المكافئة الجرامية = $\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}}$

$$2 = \frac{40}{20} = \text{∴ تكافؤ الكالسيوم}$$

$$\text{∴ التكافؤ} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{الكتلة المتكافئة}}$$

11- إذا مر تيار كهربى شدته 2A في محلول كلوريد الحديد II لمدة نصف ساعة أحسب

كتلة الحديد المترسب (Fe = 56)

∴ كمية الكهربية = شدة التيار × الزمن

$$3600C = 60 \times 30 \times 2 =$$

$$28g = \frac{56}{2} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للحديد}$$

$$1g = \frac{28 \times 3600}{9600} = \frac{\text{الكتلة الكهربية} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{∴ كتلة الحديد المترسبة}$$

12- أحسب كتلة الخارصين المترسبة عند الكاثود عند مرور تيار كهربى شدته 20A لمدة ربع ساعة في

محلول كبريتات الخارصين (Zn = 65)

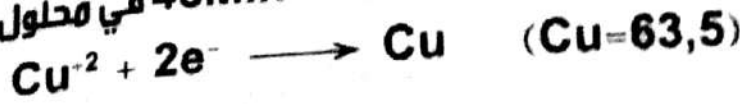
∴ كمية الكهربية = شدة التيار × الزمن

$$18000C = 60 \times 15 \times 20 =$$

$$32,5g = \frac{65}{2} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للخارصين}$$

$$6,06g = \frac{32,5 \times 18000}{96500} = \frac{\text{الكتلة الكهربية} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{∴ كتلة الخارصين المترسبة}$$

احسب كتلة النحاس المترسبة عند إمرار تيار كهربى شدته 2,5A لمدة 45Min في محلول كلوريد النحاس II علما بان تفاعل الكاثود هو



كمية الكهربية = شدة التيار × الزمن

$$6750\text{C} = 60 \times 45 \times 2,5 =$$

$$31,75\text{g} = \frac{63,5}{2} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للنحاس}$$

$$2,22\text{g} = \frac{31,75 \times 6750}{96500} = \frac{\text{الكتلة الكهربية} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{كتلة النحاس المترسبة}$$

احسب كتلة الفضة المترسبة عند إمرار 2F في محلول نترات الفضة (Ag = 108)

$$108\text{g} = \frac{108}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للفضة}$$

$$216\text{g} = \frac{108 \times 2}{1} = \frac{\text{كمية الكهربية بالفارادى} \times \text{الكتلة المكافئة}}{1} = \text{كتلة الفضة المترسبة}$$

احسب كتلة كل من الذهب والكلور الناتجين عند مرور 10000C من الكهرباء في محلول مالى

لكلوريد الذهب III فإذا علمت أن الكتلة الذرية للذهب 196,98 وللكلور 35,45 وان التفاعلات

التي تحدث عند الأقطاب هي



$$65,66\text{g} = \frac{196,98}{3} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للذهب}$$

$$6,80\text{g} = \frac{65,66 \times 10000}{96500} = \frac{\text{الكتلة الكهربية} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{كتلة الذهب المترسبة}$$

$$35,45\text{g} = \frac{35,45}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للكلور}$$

$$3,67\text{g} = \frac{35,45 \times 10000}{96500} = \frac{\text{كمية الكهربية} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{كتلة الكلور المتصاعدة}$$

٢١- عند التحليل الكهربى لمحلول يوديد البوتاسيوم تصاعد غاز الهيدروجين وأبخرة اليود. فإذا كان

زمن مرور التيار الكهربى نصف ساعة وشدة التيار الكهربى 5A (I = 127) (H = 1)

أ- أحسب كتلة كل من اليود والهيدروجين المتصاعدة

ب- أكتب التفاعلات التى تحدث عند الأقطاب

$$1- \text{ كمية الكهرباء} = \text{ شدة التيار} \times \text{ الزمن} = 9000C = 60 \times 30 \times 5$$

$$127g = \frac{127}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة لليود}$$

$$11.84g = \frac{127 \times 9000}{96500} = \frac{\text{كمية الكهرباء} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{كتلة اليود المتصاعدة}$$

$$1g = \frac{1}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للهيدروجين}$$

$$0,093g = \frac{1 \times 9000}{96500} = \frac{\text{كمية الكهرباء} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{كتلة الهيدروجين المتصاعدة}$$

ب- التفاعلات التى تحدث عند الأقطاب



٢٢- ملعقة كتلتها 50g تم طلاؤها بطبقة من الفضة , فإذا علمت أن زمن الطلاء استغرق سبع دقائق

ونصف وشدة التيار المستخدم 10A أحسب كتلة المعلقة بعد الطلاء (Ag=108)

∴ كمية الكهرباء = شدة التيار × الزمن

$$4500C = 60 \times 7,5 \times 10 =$$

$$108g = \frac{108}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للفضة}$$

$$5,03g = \frac{108 \times 4500}{96500} = \frac{\text{كمية الكهرباء} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{كتلة الفضة المترسبة}$$

∴ كتلة المعلقة بعد الطلاء = كتلتها قبل الطلاء + كتلة الفضة المترسبة

$$50,03g = 5,03 + 50 =$$

قسم محلول نترات الفضة على ثلاثة خلايا تحليلية. ومر في الخلية الأولى تيار شدته 965A لمدة 1S. وفي الخلية الثانية 9650C. وفي الخلية الثالثة 0,2F (Ag-108)

أ- أحسب كتلة الفضة المترسبة على كاثود كل خلية
ب- ما الذي نستنتج من هذه النتائج؟

$$108g = \frac{108}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للفضة}$$

← في الخلية الأولى

$$965C = 1 \times 965 = \text{الزمن} \times \text{شدة التيار} = \text{كمية الكهرباء}$$

$$1,08g = \frac{108 \times 965}{96500} = \frac{\text{كمية الكهرباء} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{كتلة الفضة المترسبة}$$

← في الخلية الثانية

$$9650C = \text{كمية الكهرباء}$$

$$10,8g = \frac{108 \times 9650}{96500} = \frac{\text{كمية الكهرباء} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{كتلة الفضة المترسبة}$$

← في الخلية الثالثة

$$0,2F = \text{كمية الكهرباء}$$

$$21,6g = \frac{108 \times 0,2}{1} = \frac{\text{كمية الكهرباء بالفارادي} \times \text{الكتلة المكافئة}}{1} = \text{كتلة الفضة المترسبة}$$

ب- كلما زادت كمية الكهرباء المارة بالمحلول كلما زادت كتلة المادة المترسبة (هناك علاقة طردية)

أ- ينتج فلز الألومنيوم بالتحليل الكهربائي لمصهور أكسيد الألومنيوم ، أحسب عدد مولات فلز الألومنيوم الناتجة عن مرور تيار كهربائي شدته 9,65A لمدة 5Min علماً بأن تفاعل الكاثود هو (Al = 27)



$$9g = \frac{27}{3} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للألومنيوم}$$

$$2895C = 5 \times 60 \times 9,65 = \text{الزمن} \times \text{شدة التيار} = \text{كمية الكهرباء}$$

$$0,27g = \frac{9 \times 2895}{96500} = \frac{\text{كمية الكهرباء} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{كتلة الألومنيوم المترسبة}$$

$$27g = \text{كتلة المول من الألومنيوم}$$

$$\frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}} = \text{عدد المولات}$$

$$0,01Mol = \frac{6,27}{27} = \text{عدد مولات الألومنيوم الناتجة}$$

٢٥- أحسب عدد مولات وكذلك حجم غاز الكلور المتصاعد في (STP) عند إمرار تيار كهربى شدته 10A لمدة 30Min أثناء التحليل الكهربى لمحلل كلوريد الصوديوم (Cl=35,5)

$$35,5g = \frac{35,5}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للكلور}$$

$$18000C = 30 \times 60 \times 10 = \text{الزمن} \times \text{شدة التيار} = \text{كمية الكهربائية}$$

$$6,62g = \frac{35,5 \times 18000}{96500} = \frac{\text{كمية الكهربائية} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{كتلة غاز الكلور المتصاعد}$$

$$71g = 35,5 \times 2 = \text{كتلة المول من غاز الكلور}$$

$$\frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}} = \text{عدد المولات}$$

$$0,093Mol = \frac{6,62}{71} = \text{عدد مولات غاز الكلور}$$

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

$$2,08L = 22,4 \times 0,093 = \text{حجم غاز الكلور}$$

٢٦- في عملية التحليل الكهربى لمحلل كلوريد الصوديوم بإمرار تيار كهربى شدته 2A لمدة 0,5h أحسب حجم غاز الكلور المتصاعد في معدل الضغط ودرجة الحرارة (STP) (Cl=35,45)

$$35,45g = \frac{35,45}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للكلور}$$

$$3600C = 30 \times 60 \times 2 = \text{الزمن} \times \text{شدة التيار} = \text{كمية الكهربائية}$$

$$1,32g = \frac{35,45 \times 3600}{96500} = \frac{\text{كمية الكهربائية} \times \text{الكتلة المكافئة}}{96500} = \text{كتلة غاز الكلور المتصاعد}$$

$$70,9g = 35,45 \times 2 = \text{كتلة المول من غاز الكلور}$$

$$\frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول}} = \text{عدد المولات}$$

$$0,0186Mol = \frac{1,32}{70,9} = \text{عدد مولات غاز الكلور}$$

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

$$0,416L = 22,4 \times 0,0186 = \text{حجم غاز الكلور}$$

٢١- عند إمرار نفس كمية الكهرباء في محلولين منفصلين الأول يحتوي على أيونات الذهب III والثاني يحتوي على أيونات النحاس II ترسب 9,38g من الذهب في المحلول الأول أحسب كتلة النحاس المترسبة في المحلول الثاني (Au=197) (Cu=63,5)

$$65,66g = \frac{197}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للذهب}$$

$$31,75g = \frac{63,5}{2} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للنحاس}$$

$$\frac{\text{الكتلة المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة للنحاس}} = \frac{\text{الكتلة المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة للذهب}}$$

$$\frac{9,38}{31,75} = \frac{65,66}{x}$$

$$x = \frac{65,66 \times 31,75}{9,38}$$

$$4,53g = \frac{31,75 \times 9,38}{65,66} = \text{كتلة النحاس المترسبة}$$

٢٢- عند إمرار تيار كهربى ثابت لمدة 30Min في محلول نترات الفضة ومحلول كبريتات النحاس II متصلين على التوالي وجد أن 6,35g من النحاس ترسب عند الكاثود في محلول كبريتات النحاس II (Cu=63,5) (Ag=108)

أ- أحسب كتلة الفضة المترسبة عند الكاثود في محلول نترات الفضة

ب- أحسب شدة التيار الكهربى الذى يمر فى كلا المحلولين

$$108g = \frac{108}{1} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للفضة}$$

$$31,75g = \frac{63,5}{2} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للنحاس}$$

$$\frac{\text{الكتلة المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة للنحاس}} = \frac{\text{الكتلة المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة للذهب}}$$

$$\frac{6,35}{31,75} = \frac{108}{x}$$

$$21,6g = \frac{108 \times 6,35}{31,75} = \text{كتلة الفضة المترسبة}$$

$$19300C = \frac{96500 \times 21,6}{31,75} = \frac{96500 \times \text{كتلة الفضة المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية}} = \text{كمية الكهربى}$$

$$\text{كمية الكهربى} = \text{شدة التيار} \times \text{الزمن}$$

$$10,72A = \frac{19300}{60 \times 60} = \frac{\text{كمية الكهربى}}{\text{الزمن}} = \text{شدة التيار}$$

٢٩- أجريت عملية طلاء لشريحة من النحاس مساحتها 100Cm^2 بأمراء كمية من الكهرباء مقدارها $0,5F$ في محلول هالي من كلوريد الذهب III وكان الطلاء لوجه واحد فقط علماً بأن الكتلة الذرية للذهب $196,98\text{g}$ وكثافته $13,2\text{g / Cm}^3$

- أ- أحسب كتلة طبقة الذهب المترسبة
 ب- أحسب سمك طبقة الذهب المترسبة
 ج- أكتب تفاعل الكاثود

$$65,66\text{g} = \frac{196,98}{3} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{التكافؤ}} = \text{الكتلة المكافئة للذهب}$$

$$1 F \longrightarrow 65,66\text{g}$$

$$0,5 F \longrightarrow X \text{ g}$$

$$32,83\text{g} = \frac{0,5 \times 65,66}{1} = X$$

أ. . . كتلة طبقة الذهب المترسبة $32,83\text{g}$

$$2,487\text{Cm}^3 = \frac{32,83}{13,2} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكثافة}} = \text{حجم طبقة الطلاء من الذهب}$$

$$0,02487\text{Cm} = \frac{2,487}{100} = \frac{\text{حجم طبقة الطلاء من الذهب}}{\text{مساحة سطح الطلاء}} = \text{ب. . . سمك طبقة الذهب المترسبة}$$

ج- تفاعل الكاثود

