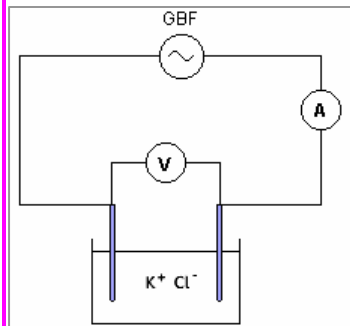


قياس الموصلة

حلول
تمارين

تمرين 1



1- تبيان التركيب التجريبي المستعمل

أنظر الشكل جانبه

2- مواصلة جزء المحلول المحصور بين الكترودي خلية القياس

$$G = \frac{89,3 \times 10^{-3}}{13,7} = 6,52 \cdot 10^{-3} \text{ S} \quad \text{ت.ع.} \quad G = \frac{I}{U}$$

3- ثابتة خلية القياس

$$G = \sigma \cdot \frac{S}{L} \leftarrow \sigma = k \cdot G \quad \text{مع} \quad k = \frac{L}{S} \text{ (ثابتة الخلية)}$$

$$k = \frac{0,512 \times 10^{-3} \times 10^2 (\text{S} \cdot \text{m}^{-1})}{6,52 \cdot 10^{-3} (\text{S})} = 7,85 \text{ m}^{-1} \quad \text{ت.ع.} \quad k = \frac{\sigma}{G} \leftarrow$$

تمرين 2

1- صيغة كل محلول

تستنتج صيغة محلول إلكتروليتي من معادلة الذوبان.

- في حالة محلول كلورور الصوديوم: $\text{NaCl}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ إذن صيغة المحلول هي: $(\text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)})$

- في حالة محلول كلورور الباريوم: $\text{BaCl}_{2(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ba}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Cl}^-_{(aq)}$ إذن صيغة المحلول هي: $(\text{Ba}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Cl}^-_{(aq)})$

2- تعبير موصلية كل محلول بدلالة تركيزه المولي

تطبق العلاقة العامة: $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$

- في حالة محلول كلورور الصوديوم: $\sigma = \lambda_{\text{Na}^+} \cdot [\text{Na}^+] + \lambda_{\text{Cl}^-} \cdot [\text{Cl}^-]$ مع $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = c$

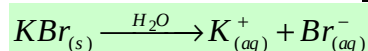
$$\sigma = (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}) \cdot c \leftarrow$$

- في حالة محلول كلورور الباريوم: $\sigma = \lambda_{\text{Ba}^{2+}} \cdot [\text{Ba}^{2+}] + \lambda_{\text{Cl}^-} \cdot [\text{Cl}^-]$ مع $[\text{Ba}^{2+}] = c$ و $[\text{Cl}^-] = 2c$

$$\sigma = (\lambda_{\text{Ba}^{2+}} + 2\lambda_{\text{Cl}^-}) \cdot c \leftarrow$$

تمرين 3

1- معادلة ذوبان برومور البوتاسيوم في الماء



2- التركيز المولي للمحلول

من تعبير الموصلية بدلالة التركيز $\sigma = (\lambda_{\text{K}^+} + \lambda_{\text{Br}^-}) \cdot c$ يستنتج: $c = \frac{\sigma}{\lambda_{\text{K}^+} + \lambda_{\text{Br}^-}}$

$$c = \frac{3,0 \cdot 10^{-2} (\text{S} \cdot \text{m}^{-1})}{(7,35 + 7,81) \cdot 10^{-3} (\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1})} = 2,0 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad \text{ت.ع.}$$

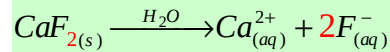
3- موصلية المحلول المخفف 10 مرات

موصلية محلول مخفف تتناسب اطرادا (خطيا) مع التركيز، إذن بتخفيفه 10 مرات تنخفض موصليته 10 مرات:

$$\sigma' = \frac{\sigma}{10} = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \quad (\text{يفترض أن درجة الحرارة تبقى ثابتة خلال عملية التخفيف})$$

تمرين 4

1- معادلة ذوبان فلورور الكالسيوم في الماء



2- الموصلية المولية للمحلول

$$\lambda = \lambda_{Ca^{2+}} + 2\lambda_{F^{-}} \quad \leftarrow \quad \sigma = (\lambda_{Ca^{2+}} + 2\lambda_{F^{-}}) \cdot c \quad \text{و} \quad \sigma = \lambda \cdot c$$

$$\lambda = (10,50 + 2 \times 4,04) \times 10^{-3} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1} = 1,86 \cdot 10^{-2} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1} \quad \text{ت.ع.}$$

3- ذوبانية فلورور الكالسيوم

$$s = \frac{\sigma}{\lambda} \cdot M \quad \leftarrow \quad \sigma = \lambda \cdot c \quad \text{و} \quad c = \frac{\sigma}{\lambda} \quad \text{بما أن:} \quad s = c_m = c \cdot M \quad \text{فإن بالتالي:}$$

$$s = \frac{3,71 \times 10^{-3} S \cdot m^{-1}}{1,86 \cdot 10^{-2} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}} \times (40,1 + 2 \times 19,0) g \cdot mol^{-1} = 15,6 g \cdot m^{-3} = 15,6 \times 10^{-3} g \cdot L^{-1} \quad \text{ت.ع.}$$

$$s = 15,6 mg \cdot L^{-1} \quad \leftarrow \quad \text{فلورور الكالسيوم قليل الذوبان في الماء}$$

تمرين 5

1- التركيز المولي الفعلي لكل أيون في الخليط

$$[Cl^{-}] = \frac{c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} \quad / \quad [Na^{+}] = \frac{c_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} \quad / \quad [K^{+}] = \frac{c_1 \cdot V_1}{V_1 + V_2} \quad \text{(راجع حلول تمارين المحاليل الإلكتروليتية)}$$

$$[Cl^{-}] = 1,43 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1} \quad / \quad [Na^{+}] = 4,3 \cdot 10^{-4} mol \cdot L^{-1} \quad / \quad [K^{+}] = 1,0 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1} \quad \text{ت.ع.}$$

2- موصلية الخليط

$$\sigma = \lambda_{K^{+}} \cdot [K^{+}] + \lambda_{Na^{+}} \cdot [Na^{+}] + \lambda_{Cl^{-}} \cdot [Cl^{-}] \quad \leftarrow \quad \sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$$

$$\text{ت.ع.} \quad \text{ينتبه لوحدة التركيز المولي: تحول الوحدة } mol \cdot L^{-1} \text{ إلى الوحدة } mol \cdot m^{-3}$$

$$\sigma = (7,35 \cdot 10^{-3} \times 1,0 \cdot 10^{-3} \times 10^3) + (5,01 \cdot 10^{-3} \times 4,3 \cdot 10^{-4} \times 10^3) + (7,63 \cdot 10^{-3} \times 1,43 \cdot 10^{-3} \times 10^3)$$

$$S \cdot m^2 \cdot mol^{-1} \times mol \cdot m^{-3} = S \cdot m^{-1} \quad \text{الوحدة:}$$

$$\sigma = 20,4 \times 10^{-3} S \cdot m^{-1}$$

$$\sigma = 20,4 mS \cdot m^{-1}$$

تمرين 6

- مواصلة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم له نفس التركيز و عند نفس الشروط التجريبية

$$\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i] \quad \text{و} \quad \sigma = k \cdot G \quad \text{تطبق على كل محلول العلاقتان:}$$

$$(1) \quad k \cdot G_1 = \lambda_{Na^{+}} \cdot [Na^{+}] + \lambda_{Cl^{-}} \cdot [Cl^{-}] \quad \bullet \text{ في حالة محلول كلورور الصوديوم:}$$

$$(2) \quad k \cdot G_2 = \lambda_{K^{+}} \cdot [K^{+}] + \lambda_{Cl^{-}} \cdot [Cl^{-}] \quad \bullet \text{ في حالة محلول كلورور البوتاسيوم:}$$

$$(3) \quad k \cdot G_3 = \lambda_{Na^{+}} \cdot [Na^{+}] + \lambda_{HO^{-}} \cdot [HO^{-}] \quad \bullet \text{ في حالة محلول هيدروكسيد الصوديوم:}$$

$$(4) \quad k \cdot G = \lambda_{K^{+}} \cdot [K^{+}] + \lambda_{HO^{-}} \cdot [HO^{-}] \quad \bullet \text{ في حالة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم:}$$

$$(2) + (3) \rightarrow k \cdot G_2 + k \cdot G_3 = \lambda_{K^{+}} \cdot [K^{+}] + \lambda_{Cl^{-}} \cdot [Cl^{-}] + \lambda_{Na^{+}} \cdot [Na^{+}] + \lambda_{HO^{-}} \cdot [HO^{-}] \quad (5)$$

$$(5) - (1) \rightarrow k \cdot G_2 + k \cdot G_3 - k \cdot G_1 = \lambda_{K^{+}} \cdot [K^{+}] + \lambda_{HO^{-}} \cdot [HO^{-}]$$

$$k \cdot G_2 + k \cdot G_3 - k \cdot G_1 = k \cdot G$$

ثم باعتبار (4):

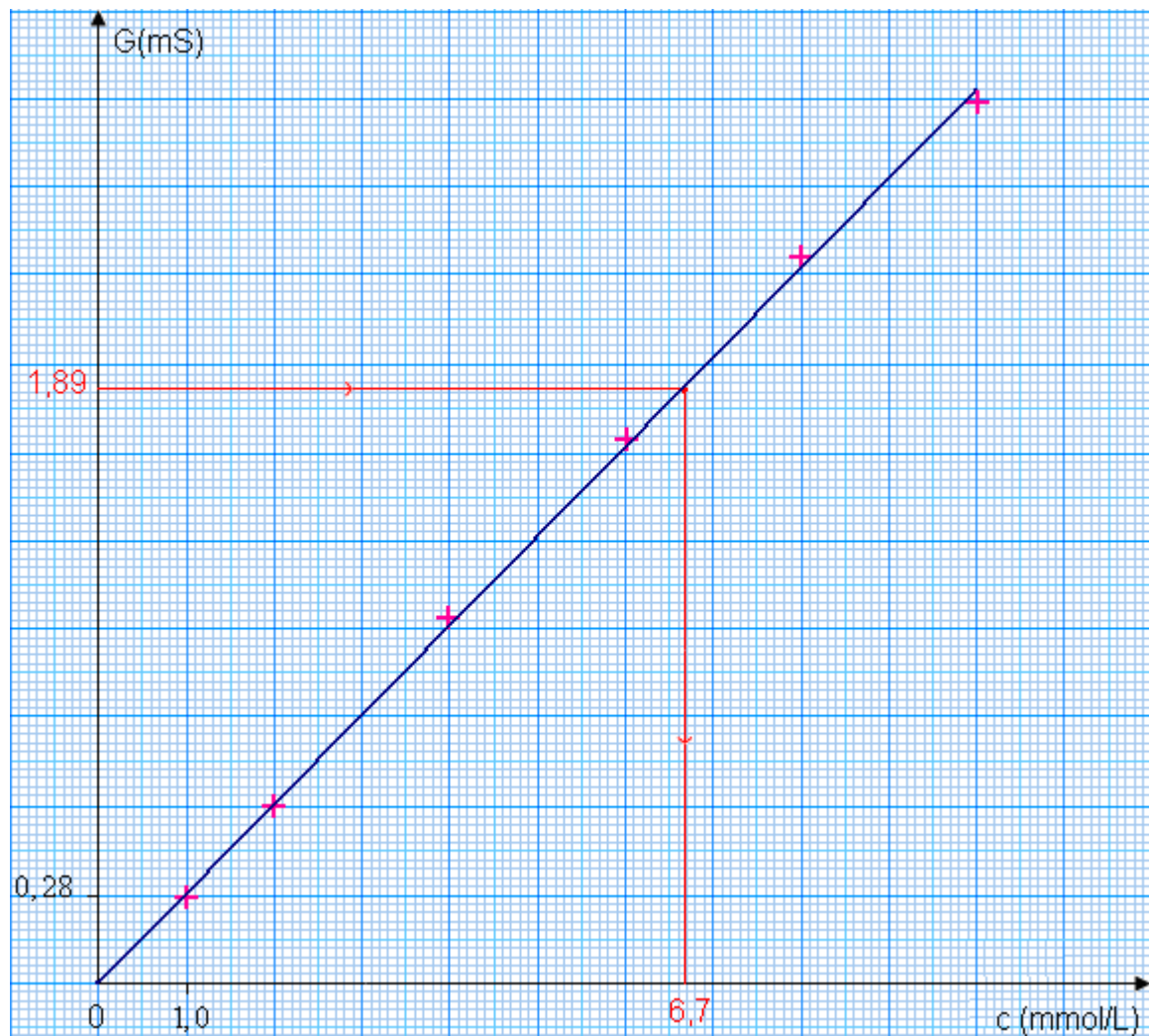
$$G = G_2 + G_3 - G_1$$

و بالتالي:

$$G = 171 + 268 - 137 = 302 \mu S \quad \text{ت.ع.}$$

تمرين 7

1- المنحنى، $G = f(c)$



2- أ- هل يمكن استنتاج التركيز المولي لمحلول الحقنة مباشرة باستعمال هذا المنحنى؟
 ب- أدنى قيمة لمعامل التخفيف الذي ينبغي استعماله

أ- $G_a = 293 \text{ mS} \gg G_{\max} = 2,78 \text{ mS}$: إذن لا يمكن استغلال منحنى التدرج، تركيز محلول الحقنة خارج مجال التدرج. يجب تخفيفه.

ب- $\frac{G_a}{G_{\max}} = \frac{293}{2,78} \approx 100 \leftarrow$ يجب تخفيف محلول الحقنة 100 مرة على الأقل: $f = 100$

3- أ- استنتاج قيمة التركيز المولي c_d للمحلول المخفف ثم التركيز المولي c_a لمحلول الحقنة بإسقاط القيمة $G_d = 1,89 \text{ mS}$ على منحنى التدرج، نجد: $c_d = 6,7 \text{ mmol.L}^{-1}$

نستنتج: $c_a = f \cdot c_d$ ت.ع. $c_a = 200 \times 6,7 = 1340 \text{ mmol.L}^{-1}$ أي: $c_a = 1,34 \text{ mol.L}^{-1}$

ب- قيمة الكتلة m

$m = n \cdot M$ و $n = c_a \cdot V$ $\leftarrow m = c_a \cdot V \cdot M$

ت.ع. $m = 1,34(\text{mol.L}^{-1}) \times 20 \times 10^{-3}(\text{L}) \times 74,6(\text{g.mol}^{-1}) = 2,0 \text{ g}$