

تمارين التحولات التي تحدث في منحنيين

تمرين 1:

تتوفر على محلول (S₁) حجمه 0,5L ذي PH=5,8 و محلول (S₂) حجمه 20mL وذي PH=3,2 .

- 1- حدد كمية المادة الموجودة في كل محلول .
- 2- ما المحلول الأكثر حمضية ؟
- 3- حدد كمية مادة أيونات الأوكسونيوم الموجودة في الخليط علما أنه لا يحدث أي تفاعل ، استنتج تركيز $[H_3O^+]$ أيونات الأوكسونيوم في الخليط و PH الخليط .

تمرين 2:

نحضر محلولاً مائياً لحمض الكلوريدريك بإذابة 1L من غاز كلورو الهيدروجين في الماء للحصول على 1L من المحلول . علما أن نسبة التقدم النهائي للمحلول هي $\tau = 1$.

- 1- احسب التركيز المولي لأيونات الأوكسونيوم في المحلول .
- 2- ما PH المحلول ؟ علل جوابك .
- 3- نريد انطلاقاً من المحلول السابق ، تحضير 200mL من محلول حمض الكلوريدريك ذي PH=3 بين بوضوح الطريقة المتبعة ، ثم استنتج حجم محلول حمض الكلوريدريك المأخوذ .
نعطي الحجم المولي : $V_m = 25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

تمرين 3:

أعطى قياس PH محلول حمض الايثانويك ، تركيزه $C = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ، PH=3,7 .

- 1- أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين حمض الايثانويك والماء .
 - 2- حدد نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل .
 - 3- هل التفاعل كلي ؟ علل جوابك .
- نعطي : H_3O^+ / H_2O و CH_3COOH / CH_3COO^- .

تمرين 4:

تتوفر على محلول S_A لحمض الكلوريدريك تركيزه من المذاب المستعمل $C_A = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

ومحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه من المذاب المستعمل $C_B = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$.

نمزج حجماً $V_A = 100 \text{ mL}$ من المحلول S_A وحجماً $V_B = 150 \text{ mL}$ من المحلول S_B .

نلاحظ ارتفاع درجة الحرارة الخليط .

بعد الرجوع الى درجة الحرارة البدئية نقيس PH الخليط فنجد PH=4,1 .

- 1- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي للتفاعل الحمضي القاعدي الذي يحدث بين أيونات الأوكسونيوم وأيونات الهيدروكسيد .
- 2- أحسب كميتي المادة البدئيتين $n_i(H_3O^+)$ و $n_i(OH^-)$ في الخليط .
- 3- أنشئ الجدول الوصفي للتحويل .
- 4- أحسب التركيز $[H_3O^+]_f$ في الخليط عند نهاية التفاعل ، واستنتج التقدم الأقصى .
- 5- أحسب نسبة التقدم النهائي ، ماذا تستنتج ؟

تمرين 5:

تحليل عينة من القصدير الخام .

- 1- نريد تحديد نسبة ثنائي أوكسيد القصدير SnO_2 في عينة من القصدير الخام . لهذا الهدف نعالج كتلة $m=0,44g$ من القصدير الخام في وسط حمضي ساخن، بكمية وافرة من مسحوق الرصاص Pb ، فنحصل على أيونات Sn^{2+} وأيونات الرصاص Pb^{2+} .
 - 1.1- لماذا نستعمل كمية وافرة من الرصاص ؟ ثم لماذا نشغل في وسط ساخن؟
 - 1.2- أكتب معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال الحاصل بين المزدوجتين : $Pb_{(aq)}^{2+}/Pb_{(s)}$ و $SnO_{2(s)}/Sn_{(aq)}^{2+}$
- 2- نعتبر أن الرصاص $Pb_{(s)}$ ، لا يتفاعل في العينة الا مع ثنائي أوكسيد القصدير $SnO_{2(s)}$. عند نهاية التفاعل الذي نعتبره تاما ، نقوم بترشيح الخليط ، ثم نلطف الراسب المتبقي بالماء المقطر الذي نضيفه بدوره الى الرشاحة فنحصل على المحلول (S).
 - 2.1- أكتب معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال الحاصل بين المزدوجتين : $Cr_2O_7^{2-}/Cr_{(aq)}^{3+}$ و $SnO_{2(s)}/Sn_{(aq)}^{2+}$.
نعير المحلول (S) بمحلول (S₁) لبيكرومات البوتاسيوم تركيزه $C=0,02mol/L$.
 - 2.2- علما أنه عند التكافؤ يكون الحجم المضاف من المحلول (S₁) هو $V_E=21,7mL$ ، أحسب $n_i(Sn^{2+})$ كمية مادة Sn^{2+} المعايرة .
 - 3- استنتج النسبة الكتلية لثنائي أوكسيد القصدير $SnO_{2(s)}$ الموجودة في العينة المدروسة .
نعطي : $M(SnO_2) = 150g/mol$

تمرين 6:

نحضر عن طريق التخفيف حجما V لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه $C = 0,10mol.L^{-1}$.

- 1- أكتب معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء .
- 2- تساوي موصلية المحلول المحصل $\sigma = 4,9.10^{-4}S.m^{-1}$ ، أحسب تركيز مختلف الأيونات المتواجدة في المحلول .
نعطي : $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,1mS.m^2.mol^{-1}$ و $\lambda_{H_3O^+} = 35mS.m^2.mol^{-1}$
- 3- أحسب نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء .
ماذا تستخلص بخصوص ميزة هذا التفاعل ؟
- 4- أحسب PH المحلول .

تصحيح تمارين التحولات الكيميائية التي تحدث في منحنيين

تمرين 1:

1- بالنسبة للمحلول (S₁) :

$$[H_3O^+]_1 = 10^{-5,8} = 1,58.10^{-6} mol.L^{-1}$$
$$n_1(H_3O^+) = [H_3O^+]_1 \times V_1 = 1,58.10^{-6} \times 0,5 = 7,9.10^{-7} mol$$

بالنسبة للمحلول (S₂) :

$$[H_3O^+]_2 = 10^{-3,2} = 6,31.10^{-4} mol.L^{-1}$$
$$n_2(H_3O^+) = [H_3O^+]_2 \times V_2 = 6,31.10^{-4} \times 0,02 = 1,26.10^{-5} mol$$

- 2- كلما كان PH المحلول أصغر كلما كان المحلول أكثر حمضية ، و بالتالي المحلول (S₂) أكثر حمضية .
3- كمية مادة الاوكسونيوم في الخليط:

$$n(H_3O^+) = n_1(H_3O^+) + n_2(H_3O^+)$$
$$n(H_3O^+) = 7,9.10^{-7} mol + 1,26.10^{-5} mol = 1,34.10^{-5} mol$$

تركيز أيونات الأوكسونيوم في الخليط :

$$[H_3O^+] = \frac{n(H_3O^+)}{V_1 + V_2}$$
$$[H_3O^+] = \frac{1,34.10^{-5}}{0,5 + 0,02} = 2,58.10^{-5} mol.L^{-1}$$

PH الخليط:

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log(2,58.10^{-5})$$

$$PH = 4,6$$

تمرين 2:

- 1- حساب التركيز المولي ل H_3O^+ في المحلول :
معادلة ذوبان غاز كلورور الهيدروجين في الماء:



حساب كمية مادة غاز كلورور الهيدروجين البدئية :

$$n_i(HCl) = \frac{V(HCl)}{V_m} = \frac{1}{25} = 4.10^{-2} mol$$

نجز الجدول الوصفي للتفاعل :

معادلة التفاعل		$HCl_{(g)} + H_2O_{(\ell)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$			
الحالة	التقدم	كميات المادة ب mol			
البدئية	0	0,04	بوفرة	0	0
البيئية	x	0,04-x	بوفرة	x	x

المتفاعل المحد هو HCl لأن الماء مستعمل بوفرة التقدم الأقصى هو :

$$0,04 - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = 0,04 \text{ mol}$$

حسب تعبير نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow x_f = \tau \cdot x_{max} = 1 \times 0,04 = 0,04 \text{ mol}$$

حسب الجدول الوصفي لدينا:

$$n(H_3O^+) = x_f = 0,04 \text{ mol}$$

-2 PH المحلول :

حساب تركيز أيونات H_3O^+ :

$$[H_3O^+] = \frac{n(H_3O^+)}{V} = \frac{0,04}{1} = 0,04 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

نستنتج PH المحلول :

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log(0,04) = 1,4$$

-3 ليكن الحجم v المأخوذ من المحلول البدئي الذي نضيف اليه الماء للحصول على الحجم $V=200\text{ml}$ من

المحلول المخفف ذي $PH=3$.

حسب علاقة التخفيف نكتب :

$$C \cdot v = C' \cdot V$$

. $C=4 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ تركيز المحلول البدئي .

. $C'=10^{-PH}$ تركيز المحلول المخفف .

نستنتج :

$$v = \frac{C'V}{C} = \frac{10^{-3} \times 0,2}{4 \cdot 10^{-2}} = 5 \cdot 10^{-3} L = 5 \text{ mL}$$

الطريقة المتبعة:

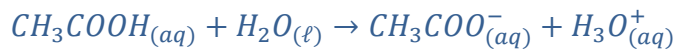
نأخذ بواسطة ماصة سعته 5mL حجما من المحلول البدئي ونضعه في حوجة معيارية سعته 200mL

ونضيف اليها الماء مع التحريك عندما نقرب من الخط المعياري نضيف الماء قطرة قطرة .

تمرين 3:

-1 المزدوجتين المتفاعلتين هما H_3O^+/H_2O و CH_3COOH/CH_3COO^- :

معادلة التفاعل :



2- الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
الحالة	التقدم	كميات المادة بالمول			
البدئية	0	$n_0 = CV$	بوفرة	0	0
المرحلية	x	$n_0 - x$	بوفرة	x	x
النهائية	x_f	$n_0 - x_f$	بوفرة	x_f	x_f

نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$$

حسب الجدول الوصفي :

وبالتالي $n(H_3O^+_{(aq)}) = x_f$

$$x_f = [H_3O^+]V : \text{ نحصل على } [H_3O^+_{(aq)}] = \frac{n(H_3O^+_{(aq)})}{V} = \frac{x_f}{V}$$

المتفاعل المحد هو CH_3COOH لأن الماء مستعمل بوفرة .

$$n_0 = x_{max} = CV$$

نسبة التقدم النهائي تكتب :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]V}{CV}$$

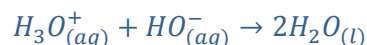
$$\tau = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{10^{-PH}}{C} = \frac{10^{-3,7}}{2 \cdot 10^{-3}} = 9,98 \cdot 10^{-2}$$

$$\tau = 9,98\%$$

3- نلاحظ أن $\tau < 1$ و بالتالي فالتفاعل محدود .

تمرين 4:

1- المعادلة الكيميائية للتفاعل :



المزدوجتان حمض قاعدة المتفاعلتان هما:



2- حساب كميتي المادة البدئيتين لأيونات الأوكسونيوم وأيونات الهيدروكسيد :

$$n_i(H_3O^+) = C_A \cdot V_A = 2 \cdot 10^{-3} \times 100 \cdot 10^{-3} = 0,2 \text{ mmol}$$

$$n_i(HO^-) = C_B \cdot V_B = 1,2 \cdot 10^{-3} \times 150 \cdot 10^{-3} = 0,18 \text{ mmol}$$

3- الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mmol)			
البدئية	0	$C_A \cdot V_A$	$C_B \cdot V_B$	-	بوفرة
المرحلية	x	$C_A \cdot V_A - x$	$C_B \cdot V_B - x$	-	بوفرة
النهائية	x_f	$C_A \cdot V_A - x_f$	$C_B \cdot V_B - x_f$	-	بوفرة

4- التركيز النهائي لأيونات الأوكسونيوم :

لدينا: PH=4,1
وبالتالي :

$$[H_3O^+]_f = 10^{-4,1} = 7,94.10^{-5} mol/L$$

قيمة التقدم النهائي :
من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$n_f(H_3O^+) = C_A \cdot V_A - x_f \Rightarrow [H_3O^+]_f = \frac{C_A \cdot V_A}{V_A + V_B} - \frac{x_f}{V_A + V_B}$$

$$\frac{x_f}{V_A + V_B} = \frac{C_A \cdot V_A}{V_A + V_B} - [H_3O^+]_f$$

$$x_f = C_A \cdot V_A - [H_3O^+]_f (V_A + V_B)$$

$$x_f = 2.10^{-3} \times 100.10^{-3} - 7,94.10^{-5} \times (0,1 + 0,15) = 0,18.10^{-3} mol$$

$$x_f = 0,18 mmol$$

5- نسبة التقدم النهائي :

من خلال الجدول الوصفي يتبين أن المتفاعل المحد هو الذي يستهلك كليا عند نهاية التفاعل أي HO^- .
التعليل :

$$n_i(H_3O^+) = 0,2 mmol > n_i(HO^-) = 0,18 mmol$$

وبالتالي : $x_{max} = 0,18 mmol$

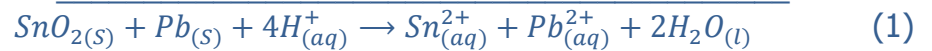
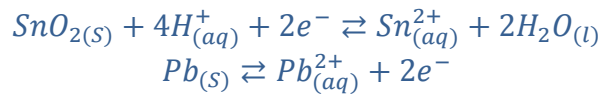
$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0,18}{0,18} = 1$$

نستنتج أن التفاعل كلي.

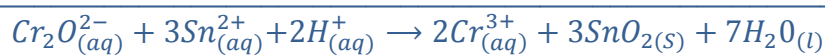
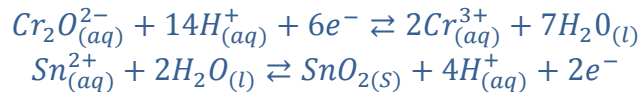
تمرين 5:

1- 1.1- نستعمل كمية وإفرة من الرصاص ، لتحويل كل الكمية الموجودة في عينة القصدير الخام من ثنائي أوكسيد القصدير الى أيون القصدير .
- نشغل في وسط ساخن لتسريع التحول الكيميائي تحت تأثير درجة الحرارة .

1.2- معادلة التفاعل :



2- 2.1- معادلة التفاعل :



2.2- عند التكافؤ نكتب :

$$\frac{n_E(Cr_2O_7^{2-})}{1} = \frac{n_i(Sn^{2+})}{3} \Rightarrow n_i(Sn^{2+}) = 3n_E(Cr_2O_7^{2-})$$

وبمأن:

$$n_E(Cr_2O_7^{2-}) = C \cdot V_E \text{ فإن}$$

$$n_i(Sn^{2+}) = 3C \cdot V_E = 3 \times 0,02 \times 21,7 \cdot 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mmol}$$

3- من خلال المعادلة (1) لدينا :

$$n_i(SnO_2) = n_i(Sn^{2+})$$

حيث $n_i(SnO_2)$ كمية المادة لثنائي أكسيد القصدير الموجودة في العينة وكتلة تساوي :

$$m(SnO_2) = n_i(SnO_2) \cdot M(SnO_2) = 1,3 \cdot 10^{-3} \times 150,7 = 0,20$$

النسبة الكتلية ل SnO_2 هي :

$$\begin{aligned} \% (SnO_2) &= \frac{0,20}{0,44} = 0,45 \\ \% (SnO_2) &= 45\% \end{aligned}$$

تمرين 6:

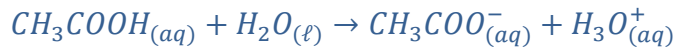
1- نصف المعادلة حمض قاعدة للمزدوجة : $CH_3COOH_{(aq)}/CH_3COO^-_{(aq)}$



- نصف المعادلة حمض قاعدة للمزدوجة : $H_3O^+_{(aq)}/H_2O_{(\ell)}$



تفاعل حمض الايثانويك مع الماء :



2- حسب معادلة التفاعل نلاحظ أن الأيونات المتواجدة في المحلول هي : $H_3O^+_{(aq)}$ و $CH_3COO^-_{(aq)}$ موصلية المحلول تكتب :

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-]$$

ننشئ الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
الحالة	التقدم	كميات المادة بالمول			
البدئية	0	$n_0 = CV$	بوفرة	0	0
المرحلية	x	$n_0 - x$	بوفرة	x	x
النهائية	x_f	$n_0 - x_f$	بوفرة	x_f	x_f

حسب معادلة التفاعل لدينا:

$$\begin{aligned} [H_3O^+]_f &= [CH_3COO^-]_f = \frac{x_f}{V} \\ \sigma &= [H_3O^+]_f (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}) \end{aligned}$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}}$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{4,9 \cdot 10^{-1}}{35 + 4,1} = 1,3 \text{ mol. m}^3$$

$$[H_3O^+]_f = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

3- نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$$

التقدم النهائي : $x_f = [H_3O^+]_f \cdot V$

والتقدم الأقصى : $x_{max} = C \cdot V$

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_f}{C} = \frac{1,3 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 1,3 \cdot 10^{-2}$$

$$\sigma = 1,3\%$$

بما أن $\tau < 1$ فإن التفاعل غير كلي .

4- حسب تعريف PH نكتب :

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log(1,3 \cdot 10^{-3})$$

$$PH = 2,9$$