بسم الله الرحمان الرحيم

www.9alami.com

سلسلة تمارين حول :حالة توازن مجموعة كيميائية

1)تمرين رقم 1ص73 (المفيد في الكيمياء)

1-1- اعط خارج التفاعل للمعادلة التالية:

$$2A + B \rightleftharpoons C + D$$

1-2:كيف يكتب هذا التعبير إذا كان B هو الماء مستعملا كمذيب؟

1-3 : أعط تعريف ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل الكيميائي.

1-4: أعط تعريف نسبة التقدم النهائي لتفاعل كيميائي

1-5: بم تتعلق نسبة التقدم النهائي لتفاعل كيميائي؟

الإجابة:

1-1: خارج التفاعل: $Q_r = \dfrac{[C]\times[D]}{[A]^2\times[B]}$

1-2: يكتب هذا التعبير إذا كان B هو الماء مستعملا كمذيبكما يلي: $Q_r = \dfrac{[C]\times[D]}{[A]^2}$.

1-3: ثابتة التوازن في الحلة الأولى: $K = \dfrac{[C]_{éq}\times[D]_{éq}}{[A]_{éq}{}^2\times[B]_{éq}}$ **وفي الحالة الثانية:** $K = \dfrac{[C]_{éq}\times[D]_{éq}}{[A]_{éq}{}^2}$

1-4: نسبة التقدم النهائي لتفاعل كيميائي هي : $\tau = \dfrac{x_f}{x_{max}}$

وهي تتعلق بكمية مادة المتفاعلات البدئية وبدرجة الحرارة لوسط التفاعلي ،كما تتعلق بالضغط إذا أحد النواتج عبارة عن غاز.

»»

2)تمرين رقم 2ص73 (المفيد في الكيمياء)

نعتبر معادلات التفاعلات التالية :

(1 $HCO_2H_{(aq)} + C_6H_5CO_2^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons HCO_2^-{}_{(aq)} + C_6H_5CO_2H_{(aq)}$

(2 $C_2H_5CO_2H_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons C_2H_5CO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

(3 $NH_3{}_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$

أعط بالنسبة لكل معادلة خارج التفاعل .

الإجابة:

(1 $$Q_r = \frac{[HCO_2^-]\times[C_6H_5CO_2H]}{[HCO_2H]\times[C_6H_5CO_2^-]}$$

(2 $$Q_r = \frac{[C_2H_5CO_2^-]\times[H_3O^+]}{[C_2H_5CO_2H]}$$

(3 $$Q_r = \frac{[NH_4^+]\times[HO^-]}{[NH_3]}$$

»»

3)تمرين رقم 3ص73 (المفيد في الكيمياء)

1) اكتب معادلة ترسيب كلورور الفضة $AgC\ell$ وكبريتات الفضة $AgC\ell_2$ ومعادلة ذوبان فوسفات الفضة : Ag_3PO_4 .

2) أعط في كل حالة خارج التفاعل .

الإجابة:

1)

$$\underset{(aq)}{Ag^+}+\underset{(aq)}{C\ell^-} \rightleftarrows \underset{(s)}{AgC\ell}$$

$$\underset{(aq)}{Ag^+}+2\underset{(aq)}{C\ell^-} \rightleftarrows \underset{(s)}{AgC\ell_2}$$

$$\underset{(s)}{Ag_3PO_4} \rightleftarrows 3\underset{(aq)}{Ag^+}+\underset{(aq)}{PO_4^{3-}}$$

---

2) **الحالة الأولى:** $Q_r=\dfrac{1}{[Ag^+]\times[C\ell^-]}$

الحالة الثانية: $Q_r=\dfrac{1}{[Ag^+]\times[C\ell^-]^2}$

2) **الحالة الثالثة:** $Q_r=[Ag^+]^3\times[PO_4^{3-}]$

»»

4)تمرين رقم 4 ص73 (المفيد في الكيمياء)

نعتبر التفاعل التالي:

$$\underset{(aq)}{CH_3CO_2H}+\underset{(\ell)}{H_2O} \rightleftarrows \underset{(aq)}{CH_3CO_2^-}+\underset{(aq)}{H_3O^+}$$

1) أعط تعبير ثابتة التوازن لهذا التفاعل .

2) نجد في حالة التوازن :

$$[CH_3CO_2^-]_{éq}=[H_3O^+]_{éq}=1{,}2\times10^{-4}\,mol/\ell$$

$$[CH_3CO_2H]_{éq}=9{,}6\times10^{-4}\,mol/\ell$$

احسب ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل .

الإجابة:

1) تعبير ثابتة التوازن

$$K=\frac{[CH_3CO_2^-]_{éq}\times[H_3O^+]_{éq}}{[CH_3CO_2H]_{éq}}$$

---

2)

$$K=\frac{[CH_3CO_2^-]_{éq}\times[H_3O^+]_{éq}}{[CH_3CO_2H]_{éq}}=\frac{(1{,}2\times10^{-4})2}{9{,}6\times10^{-4}}=1{,}5\times10^{-5}$$

»»

5)تمرين رقم 5 ص73 (المفيد في الكيمياء)

I نصب في كأس محلولا S_1 يحتوي على $50cm^3$ من يودور البوتاسيوم $(\underset{(aq)}{K^+}+\underset{(aq)}{I^-})$ تركيزه $c_1=0{,}32mo/\ell$ ،

ثم نضيف إليه $10m.mol$ البوتاسيوم ثاني كبريتات من بيروكسو $(2\underset{(aq)}{K^+}+\underset{(aq)}{S_2O_8^{2-}})$.

نلاحظ أن الخليط يصفر ثم يأخذ لونا بنيا نتيجة تكون ثنائي اليود تدريجيا. حجم الخليط هو V

1- اكتب معادلة التفاعل.

2-حدد ، بواسطة جدول التقدم ، حالة المجموعة عندما يأخذ تقدم التفاعل القيم: $0m.mol$ ، $2m.mol$ ، $8m.mol$.

3) احسب في الحالات الثلاث، قيمة خارج التفاعل ،هل تتقدم بتقدم التفاعل؟

الإجابة:

1) معادلة التفاعل:

$$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$$

2)لتكن n_1 كمية مادة I^- البدئية و n_2 كمية مادة $S_2O_8^{2-}$ البدئية.

جدول تقدم التفاعل بين $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$ و $I^-{}_{(aq)}$:

معادلة التفاعل		$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$				
الحالة	التقدم ب: $m.mol$	كميات المادة				
الحالة البدئية	0	**0**	0	n_2	n_1
عند اللحظة t	x	x	$2x$	$n_2 - x$	$n_1 - 2x$

إذن : $[I^-]=\frac{n_1-2x}{V}$ ، $[I_2]=\frac{x}{V}$.

$[S_2O_8^{2-}]=\frac{n_2-x}{V}$ ، $[SO_4^{2-}]=\frac{2x}{V}$.

لدينا : $n_1 = c_1 \times V_1 = 0{,}32 mol/\ell \times 50 \times 10^{-3} = 5\times 10^{-3} mol = 16 \times 10^{-3} m.mol = 16 m.mol$

الحجم الكلي للمحلول : $V = V_1 + V_2 = 50 + 100 = 150 ml$

معادلة التفاعل		$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$				
الحالة	التقدم ب: $m.mol$	كميات المادة				
الحالة البدئية	0	0	0	10	16
عند اللحظة t	x	x	$2x$	$10 - x$	$16 - 2x$

<u>حالة المجموعة عندما يأخذ تقدم التفاعل القيمة:</u> $2m.mol$

$n(I_2)=2m.mol$ ، $n(SO_4^{2-})=4m.mol$ ، $n(I^-)=1m.mol$ ، $n(S_2O_8^{2-})=8m.mol$

<u>حالة المجموعة عندما يأخذ تقدم التفاعل القيمة:</u> $8m.mol$

$n(I_2)=8m.mol$ ، $n(SO_4^{2-})=16m.mol$ ، $n(I^-)=0$ ، $n(S_2O_8^{2-})=2m.mol$.

----

3) خارج التفاعل:

$$Q_r = \frac{[I_2]\times[SO_4^{2-}]^2}{[I^-]^2 \times [S_2O_8^{2-}]} = \frac{\frac{x}{V}\times(\frac{2x}{V})^2}{(\frac{n_1-2x}{V})^2\times\frac{n_2-x}{V}} = \frac{4x^3}{(n_1-2x)^2\times(n_2-x)}$$

خارج التفاعل يتعلق بتقدم التفاعل.

»»

6)<u>تمرين رقم 6 ص73 (المفيد في الكيمياء)</u>

نقيس بواسطة خلية $(S = 1cm^2 ; l = 1cm)$ **قياس المواصلة،مواصلة محلول مائي لحمض البنزويك تركيزه :**

$c = 5\times 10^{-3} mol/l$ **فنجد :** $G = 2{,}03\times 10^{-4} S$.

1) اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

2) حدد تراكيز الأنواع الأيونية المتدخلة في هذا التفاعل.

3) احسب نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل .

4) احسب ثابتة التوازن K **المقرونة بمعادلة هذا التفاعل.**

نعطي: $\lambda_{H_3O^+} = 3{,}5\times 10^{-2} S.m^2/mol$

$\lambda_{C_6H_5COO^-} = 3{,}23\times 10^{-3} S.m^2/mol$

»»

<u>**الإجابة:**</u>

1) معادلة التفاعل الحاصل.

$$C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

----

2) جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل	$C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

الحالة	التقدم ب: $m.mol$	كميات المادة			
الحالة البدئية	0	0	0	بوفرة	n_1
عندا لتوازن	$x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$	بوفرة	$n_1 - x_{éq}$

تعبير موصلية الخليط:

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} \times [H_3O^+] + \lambda_{C_6H_5COO^-} \cdot [C_6H_5COO^-]$$

من خلال جدول التقدم لدينا : $n(H_3O^+) = n(C_6H_5COO^-)$

وبذلك تصبح العلاقة السابقة كما يلي :

$$\sigma = \left[\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5COO^-}\right] \cdot \frac{x_{eq}}{V}$$

$$[C_6H_5COO^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq} = \frac{x_{eq}}{V} = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5COO^-}}$$

ومن جهة أخرى نعلم أن : $G = \sigma \frac{S}{\ell}$ إذن: $\sigma = G\frac{\ell}{S}$

إذن العلاقة السابقة تصبح كما يلي :

$$[C_6H_5COO^-]_{eq} = [H_3O^+]_{eq} = \frac{x_{eq}}{V} = \frac{\sigma}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5COO^-}} = \frac{G\frac{\ell}{S}}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5COO^-}}$$

$$[C_6H_5COO^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} = \frac{2,03\times10^{-4}\,S\,\frac{10^{-2}\,m}{10^{-4}\,m^2}}{(3,5\times10^{-2} + 3,23\times10^{-3})S.m^2.mol^{-1}} = 0,53 mol/m^3 = 0,53\times10^{-3} mol/\ell$$

ولدينا :

$$[C_6H_5COOH] = \frac{n_1 - x_{éq}}{V} = \frac{n_1}{V} - \frac{x_{éq}}{V} = c - 0,53 mol/\ell = 5.10^{-3} - 0,53.10^{-3} = 4,47\times10^{-3} mol/\ell$$

---

3) نسبة التقدم النهائي:

من خلال جدول التقدم ، حمض البنزويك هو المتفاعل المُحِد .

إذن : $x_{max} = n_1$

$$\tau = \frac{x_{éq}}{x_{max}} = \frac{x_{éq}}{n_1} = \frac{[H_3O^+]_{éq}\times V}{c.V} = \frac{[H_3O^+]}{c} = \frac{0,53\times10^{-3}}{5\times10^{-3}} = 0,106 = 10,6\%$$

4) ثابتة التوازن:

$$K = \frac{[C_6H_5COO^-]\times[H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]} = \frac{(0,53\times10^{-3})^2}{(4,47\times10^{-3})} = 6,28\times10^{-5}$$

»»

7)تمرين رقم 7ص73 (المفيد في الكيمياء)

1) اكتب معادلة تفاعل الأمونياك مع الماء .

2) نقيس الموصلية σ لمحلول الأمونياك بالنسبة لتراكيز c مختلفة للأمونياك المذاب ، ونجمع النتائج المحصل عليها في الجدول التالي :

$c(mol/l)$	10^{-2}	5.10^{-3}	10^{-3}
$\sigma(\mu.S.cm^{-1})$	100,4	70	33,3

أوجد التركيز المولي الفعلي للأنواع الأيونية المتواجدة في كل محلول .

3) استنتج من النتائج السابقة نسبة التقدم النهائي .هل تتعلق بتركيز المذاب المستعمل؟

نعطي: $\lambda_{HO^-} = 19,9 mS.m^2.mol^{-1}$
$\lambda_{NH_4^+} = 7,34 mS.m^2.mol^{-1}$

»»»

الإجابة: (1

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows NH_4^+{}_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

---

2) جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows NH_4^+{}_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$			
الحالة	التقدم ب: $m.mol$	كميات المادة			
الحالة البدئية	0	0	0	بوفرة	n_1
عندا لتوازن	$x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$	بوفرة	$n_1 - x_{éq}$

تعبير موصلية الخليط:

$$\sigma = \lambda_{NH_4^+} \times [NH_4^+] + \lambda_{HO^-} \times [HO^-]$$

من خلال جدول التقدم لدينا : $n(NH_4^+) = n(HO^-)$
وبذلك تصبح العلاقة السابقة كما يلي :

$$\sigma = \left[\lambda_{NH_4^+} + \lambda_{HO^-}\right] \cdot \frac{x_{éq}}{V}$$

$$[NH_4^+]_{éq} = [HO^-]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V} = \frac{\sigma}{\lambda_{NH_4^+} + \lambda_{HO^-}}$$

$$[NH_3] = \frac{n_1 - x_{éq}}{V} = \frac{n_1}{V} - \frac{x_{éq}}{V} = c - [NH_4^+]$$

تطبيق عددي:

$c(mol/l)$	10^{-2}	5.10^{-3}	10^{-3}
$\sigma(\mu.S.cm^{-1})$	100,4	70	33,3

بالنسبة للمحلول الأول :

$$[NH_4^+]_{éq} = [HO^-]_{éq} = \frac{100,4 \times 10^{-6} S \times 10^2 m^{-1}}{(19,9.10^{-3} + 7,34.10^{-3}) S.m^2.mol^{-1}} = 0,37 mol/m^3 = 0,37 \times 10^{-3} mol/l$$

$$[NH_3]_{éq} = c - [NH_4^+]_{éq} = 10^{-2} - 0,37.10^{-3} = 9,63 \times 10^{-3} mol/l$$

بالنسبة للمحلول الثاني:

$$[NH_4^+]_{éq} = [HO^-]_{éq} = \frac{70 \times 10^{-6} S \times 10^2 m^{-1}}{(19,9.10^{-3} + 7,34.10^{-3}) S.m^2.mol^{-1}} = 0,257 mol/m^3 = 0,257 \times 10^{-3} mol/l$$

$$[NH_3]_{éq} = c - [NH_4^+]_{éq} = 5.10^{-3} - 0,257.10^{-3} = 4,74 \times 10^{-3} mol/l$$

بالنسبة للمحلول الثالث:

$$[NH_4^+]_{éq} = [HO^-]_{éq} = \frac{33,3 \times 10^{-6} S \times 10^2 m^{-1}}{(19,9.10^{-3} + 7,34.10^{-3}) S.m^2.mol^{-1}} = 0,122 mol/m^3 = 0,122 \times 10^{-3} mol/l$$

$$[NH_3]_{éq} = c - [NH_4^+]_{éq} = 10^{-3} - 0,122.10^{-3} = 8,78 \times 10^{-4} mol/l$$

---

3) نسبة التقدم النهائي:
من خلال جدول التقدم ، الأمونياك هو المتفاعل المُحِد .

إذن : $x_{max} = n_1$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_{éq}}{x_{max}} = \frac{x_{éq}}{n_1} = \frac{[NH_4^+]_{éq} \times V}{c.V} = \frac{[NH_4^+]}{c}$$

بالنسبة للمحلول الاول :

$$\tau = \frac{[NH_4^+]}{c} = \frac{0,37 \times 10^{-3}}{10^{-2}} = 0,037 = 3,7\,\%$$

بالنسبة للمحلول الثاني:

$$\tau = \frac{[NH_4^+]}{c} = \frac{0,257.10^{-3}}{5.10^{-3}} \approx 0,05 = 5\%$$

بالنسبة للمحلول الثالث:

$$\tau = \frac{[NH_4^+]}{c} = \frac{0,122.10^{-3}}{10^{-3}} \approx 0,12 = 12\,\%$$

نسبة التقدم النهائي تتعلق بتركيز المذاب المستعمل .نلاحظ أن τ تزداد كلما تناقص تركيز المحلول.

»»

8)تمرين رقم 8ص74 (المفيد في الكيمياء)

1) اكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .

2) اكتب تعبير ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل .

3) نعتبر مجموعة كيميائية حجمها $V = 100m\ell$ وتركيزها بحمض الميثانويك المأخوذ هو : $c = 0,01mol/l$.

علما أن ثابتة التوازن $K = 1,6 \times 10^{-4}$ عند التوازن ، تحقق من أن تقدم التفاعل عند التوازن هو : $1,2 \times 10^{-4}$.

4)ما التراكيز الفعلية لمختلف الأنواع الكيميائية في حالة التوازن ؟

استنتج pH الخليط.

»»

الإجابة:

1) معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء :

$$\underset{(aq)}{HCOOH} + \underset{(l)}{H_2O} \rightleftarrows \underset{(aq)}{HCOO^-} + \underset{(aq)}{H_3O^+}$$

---

2) تعبير ثابتة التوازن:

$$K = \frac{[HCOO^-] \times [H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

---

3)كمية مادة $\underset{(aq)}{HCOOH}$ البدئية هي: $n_{o(HCOOH)} = c.V = 0,01mol/\ell \times 100 \times 10^{-3}\,\ell = 10^{-3}\,mol = 1m.mol$

جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$\underset{(aq)}{HCOOH} + \underset{(l)}{H_2O} \rightleftarrows \underset{(aq)}{HCOO^-} + \underset{(aq)}{H_3O^+}$			
الحالة	التقدم ب: $m.mol$	كميات المادة ب: $m.mol$			
الحالة البدئية	0	0	0	بوفرة	n_o
عندا لتوازن	$x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$	بوفرة	$n_o - x_{éq}$

من خلال جدول التقدم لدينا:

$n(HCOO^-) = n(H_3O^+) = x_{éq}$ إذن: $[HCOO^-] = [H_3O^+] = \frac{x_{éq}}{V}$

إذن: $K=\frac{[HCOO^-]\times[H_3O^+]}{[HCOOH]}=\frac{(\frac{x_{éq}}{V})^2}{\frac{n_o-x_{éq}}{V}}=\frac{\frac{x_{éq}^2}{V^2}}{c-\frac{x_{éq}}{V}}$

$$Kc-\frac{K.x_{éq}}{V}-\frac{x_{éq}}{V^2}=0 \Leftrightarrow K(c-\frac{K.x_{éq}}{V})=\frac{x_{éq}^2}{V^2} \Leftrightarrow$$

توحيد المقام: $\frac{K.c.V^2-K.V.x_{éq}-x_{éq}^2}{V^2}=0 \Leftrightarrow x_{éq}^2+K.V.x_{éq}-KcV^2=0$

و هي معادلة من الدرجة الثانية: $\Delta=(KV)^2+4KcV^2$

$$x_1éq=\frac{-KV+\sqrt{(KV)^2+4KV^2.c}}{2}=\frac{-1,6.10^{-4}.0,1+\sqrt{(1,6.10^{-4}.0,1)^2+4.1,6.10^{-4}(0,1)^2.10^{-2}}}{2}\approx 1,2\times10^{-4}mol$$

$$x_2éq=\frac{-KV-\sqrt{(KV)^2+4KV^2.c}}{2}<0$$

وبذلك: $[HCOO^-]=[H_3O^+]=\frac{x_{éq}}{V}=\frac{1,2\times10^{-4}}{0,1}=1,2\times10^{-3}mol/\ell$

$$[HCOOH]==\frac{n_o-x_{éq}}{V}=\frac{no}{V}-\frac{x_{éq}}{V}=c-\frac{x_{éq}}{V}=10^{-2}-1,2.10^{-3}=8,8\times10^{-3}mol/l$$

نستنتج pH الخليط: $pH=-\ell og[H_3O^+]=-\ell og(1,2\times10^{-3})=2,92$

»»»

8888888888888888888888888888888888888888888888888888888888888888888888888888888

بسم الله الرحمان الرحيم   تمرين الكيمياء الكتاب المدرسي (منهل الكيمياء)

انظر الصفحة الموالية

↓

↓

↓

↓
↓
↓
↓
↓

1 يتفاعل حمض الإيثانويك CH_3CO_2H جزئيا مع أيونات نتريت NO_2^- (nitrite) القاعدة المرافقة لحمض نترو HNO_2 (acide nitreux).

نمزج حجما $V = 20,0\ mL$ من حمض الإيثانويك ذي تركيز $C = 1,0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ مع الحجم V نفســـه من محلول نتريت الصوديوم $(Na^+(aq) + NO_2^-(aq))$ ذي التركيز C نفســه، ثم نقـيس موصلية الخليط، بواسطة مقياس المواصلة فنحصل على $\sigma = 1,13\ mS.cm^{-1}$

أ- ما المزدوجتان قاعدة/حمض المتدخلتان في التحول ؟

ب - اكتب معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك وأيونات نتريت.

ج - حدد كميات المادة البدئية لجميع المتفاعلات.

د - انشئ الجدول الوصفي للتفاعل.

هـ - اكتب التعبير الحرفي لموصلية الخليط بدلالة التراكيز النهائية للأنواع الأيونية المتواجدة في الخليط.

و- اكتب التعبير الحرفي لثابتة التوازن K الموافقة لمعادلة التفاعل بدلالة التراكيز النهائية لأيونات إيثانوات وأيونات نتريت.

ز- استنتج التراكيز النهائية لأيونات إيثانوات وأيونات نتريت.

ح- ما قيمة نسبة التقدم النهائي للتفاعل؟

المعطيات: عند $25°C$ ثابتة التوازن : $K = 4,0.10^{-2}$.

الموصليات المولية الأيونية :

$\lambda_{CH_3CO_2^-} = 4,1\ mS.m^2.mol^{-1}$ ؛ $\lambda^{\circ}_{NO_2^-} = 7,2\ mS.m^2.mol^{-1}$

$\lambda_{Na^+} = 5,0\ mS.m^2.mol^{-1}$

الإجابة:

أ) المزدوجتان حمض قاعدة المتدخلتان هما: CH_3COOH / CH_3COO^- و HNO_2 / NO_2^- .

ب)معادلة التفاعل الحاصل:

$$CH_3COOH + NO_2^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + HNO_2$$

ج)كمية المادة البدئية:

$$n_{(CH_3COOH)} = C.V = 10^{-2}\ mol/\ell \times 20\times10^{-3}\ \ell = 2\times10^{-4}\ mol = 0,2\times10^{-3}\ mol = 0,2m.mol$$

$$n_{(NO_2^-)} = C.V = 10^{-2}\ mol/\ell \times 20\times10^{-3}\ \ell = 2\times10^{-4}\ mol = 0,2\times10^{-3}\ mol = 0,2m.mol$$

د) جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل	$CH_3COOH + NO_2^-$	$\rightleftharpoons$	$CH_3COO^- + HNO_2$

الحالة	التقدم	كميات المادة ب: m.mol			
الحالة البدئية	0	0	0	0,2	0,2
حالة التوازن	x	x	x	$0,2-x$	$0,2-x$
الحالة النهائية	x_f	x_f	x_f	$0,2-x_f$	$0,2-x_f$

هـ) تعبير موصلية الخليط:

$$\sigma = \lambda_{Na^+}.[Na^+] + \lambda_{CH_3COO^-}.[CH_3COO^-] + \lambda_{NO_2^-}.[NO_2^-]$$

لدينا : $[Na^+] = [NO_2^-]$ (الحياد الكهربائي لمحلول نتريت الصوديوم)

إذن العلاقة السابقة تصبح كما يلي :

$$\sigma = [NO_2^-] \times \left(\lambda_{Na^+} + \lambda_{NO_2^-}\right) + \lambda_{CH_3COO^-}.[CH_3COO^-]$$

و) ثابتة التوازن :

$$K = \frac{[HNO_2].[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH].[NO_2^-]}$$

نلاحظ من خلال جدول التقدم أن : $n_{(CH_3COOH)} = n_{(NO_2^-)} = 0,2 - x_f$

ومن جهة أخرى : $n_{(CH_3COO^-)} = n_{(HNO_2)} = x_f$ إذن: $[CH_3COOH] = [NO_2^-]$ و $[CH_3COO^-] = [HNO_2]$.

إذن ثابتة التوازن تصبح كما يلي: $K = \dfrac{[CH_3COO^-]^2}{[NO_2^-]^2}$

ز) إذن لدينا نظمة :

(1) $K = \dfrac{[CH_3COO^-]^2}{[NO_2^-]^2}$

(2) $\sigma = [NO_2^-] \times \left(\lambda_{Na^+} + \lambda_{NO_2^-}\right) + \lambda_{CH_3COO^-}.[CH_3COO^-]$

مع : $K = 4.10^{-2}$ إذن (1) تصبح $4.10^{-2} = \dfrac{[CH_3COO^-]^2}{[NO_2^-]^2}$ ومنه $[CH_3COO^-] = 0,2. \times [NO_2^-]$

والعلاقة (2)تصبح:

$$\sigma = [NO_2^-] \times \left(\lambda_{Na^+} + \lambda_{NO_2^-}\right) + \lambda_{CH_3COO^-}.\ 0,2. \times [NO_2^-]$$

أي: $$\sigma = [NO_2^-]\left[\left(\lambda_{Na^+} + \lambda_{NO_2^-}\right) + \lambda_{CH_3COO^-}.\ 0,2.\right]$$

ومنه:

$$[NO_2^-] = \frac{\sigma}{\lambda_{Na^+} + \lambda_{NO_2^-} + 0,2.\lambda_{CH_3COO^-}} = \frac{1,13\times10^{-3}\,S \div (10^{-2}\times m)}{(5+7,2+0,2\times4,1)\times10^{-2}\,S.m^2.mol^{-1}} = \frac{1,13\times10^{-1}\,S.m^{-1}}{13,02\times10^{-2}\,S.m^3.mol^{-1}} \approx 0,87mo$$

$$[CH_3COO^-] = 0,2. \times [NO_2^-] = 0,2\times0,87 = 1,74 mol/m^3$$

لنعبر عن التراكيز ب: mol/ℓ

$$[NO_2^-] = 0,87 mol/m^3 = 0,87\times10^{-3} mol/\ell$$

$$[CH_3COO^-] = 1,74\times10^{-3} mol/\ell$$

ح)قيمة نسبة التقدم النهائي:

$\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$ ولدينا من خلال جدول التقدم : $x_f = n_{(CH_3COO^-)}$

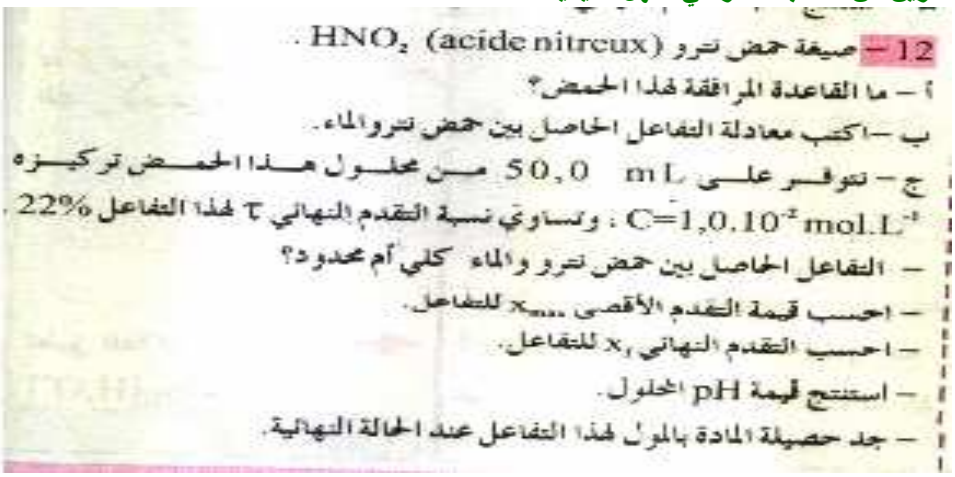
ونعلم أن: $[CH_3COO^-] = \frac{n(CH_3COO^-)}{V_S}$ إذن :

$n(CH_3COO^-) = [CH_3COO^-] \times V_S = 1{,}74 \times 10^{-3} mol/\ell \times 40 \times 10^{-3} \ell = 0{,}696 \times 10^{-4} mol$

ولدينا : $x\max = 0{,}2 m.mol = 0{,}2 \times 10^{-3} mol$

وبالتالي: $\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0{,}696 \times 10^{-4}}{0{,}2 \times 10^{-3}} = 0{,}348 \approx 34{,}8\%$

تمرين من الكتاب المدرسي منهل الكيمياء


12 – صيغة حمض ترو HNO_2 (acide nitreux).
أ – ما القاعدة المرافقة لهذا الحمض؟
ب – اكتب معادلة التفاعل الحاصل بين حمض ترو والماء.
ج – نتوفر على 50,0 mL من محلول هذا الحمض تركيزه $C = 1{,}0.10^{-2} mol.L^{-1}$ ، وتساوي نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل 22%.
– التفاعل الحاصل بين حمض ترو والماء كلي أم محدود؟
– احسب قيمة التقدم الأقصى x_{max} للتفاعل.
– احسب التقدم النهائي x_f للتفاعل.
– استنتج قيمة pH المحلول.
– جد حصيلة المادة بالمول لهذا التفاعل عند الحالة النهائية.

أ) القاعدة المرافقة للحمض HNO_2 و هي: NO_2^-.

ب) $HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons NO_2^- + H_3O^+$

ج) كمية المادة البدئية للحمض:

$n_{(HNO_2)} = C.V = 10^{-2} mol/\ell \times 50 \times 10^{-3} \ell = 5 \times 10^{-4} mol = 0{,}5 \times 10^{-3} mol = 0{,}5 m.mol$

جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل		$NO_2^- + H_3O^+$			$HNO_2 + H_2O$
الحالة	التقدم	كميات المادة ب: m.mol			
الحالة البدئية	0	0	0	بوفرة	0,5
حالة التوازن	x	x	x	بوفرة	$0{,}5 - x$
الحالة النهائية	x_f	x_f	x_f	بوفرة	$0{,}5 - x_f$

◄ **بما أن نسبة التقدم النهائي أصغر من 100% فإن هذا التفاعل ليس بكلي ، فهو تفاعل محدود لأن $\tau = 22\%$ فقط.**

◄ **التقدم الأقصى : يوافق الاختفاء الكلي للمتفاعل المُحِد الذي هو حمض النيترو ،** $0{,}5 - x_{max} = 0$

$x_{max} = 0{,}5 m.mol$

◄ **التقدم النهائي:**

لدينا $\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$ إذن: $x_f = \tau \times x_{max} = 0{,}22 \times 0{,}5 = 0{,}11 m.mol$

◄ **من خلال جدول التقدم يتضح أن:** $n_{(H_3O^+)} = x_f$

إذن: $[H_3O^+] = \frac{n(H_3O^+)}{V_S} = \frac{x_f}{V_S} = \frac{0{,}11 \times 10^{-3} mol}{50 \times 10^{-3} \ell} = 2{,}2 \times 10^{-3} mol/\ell$

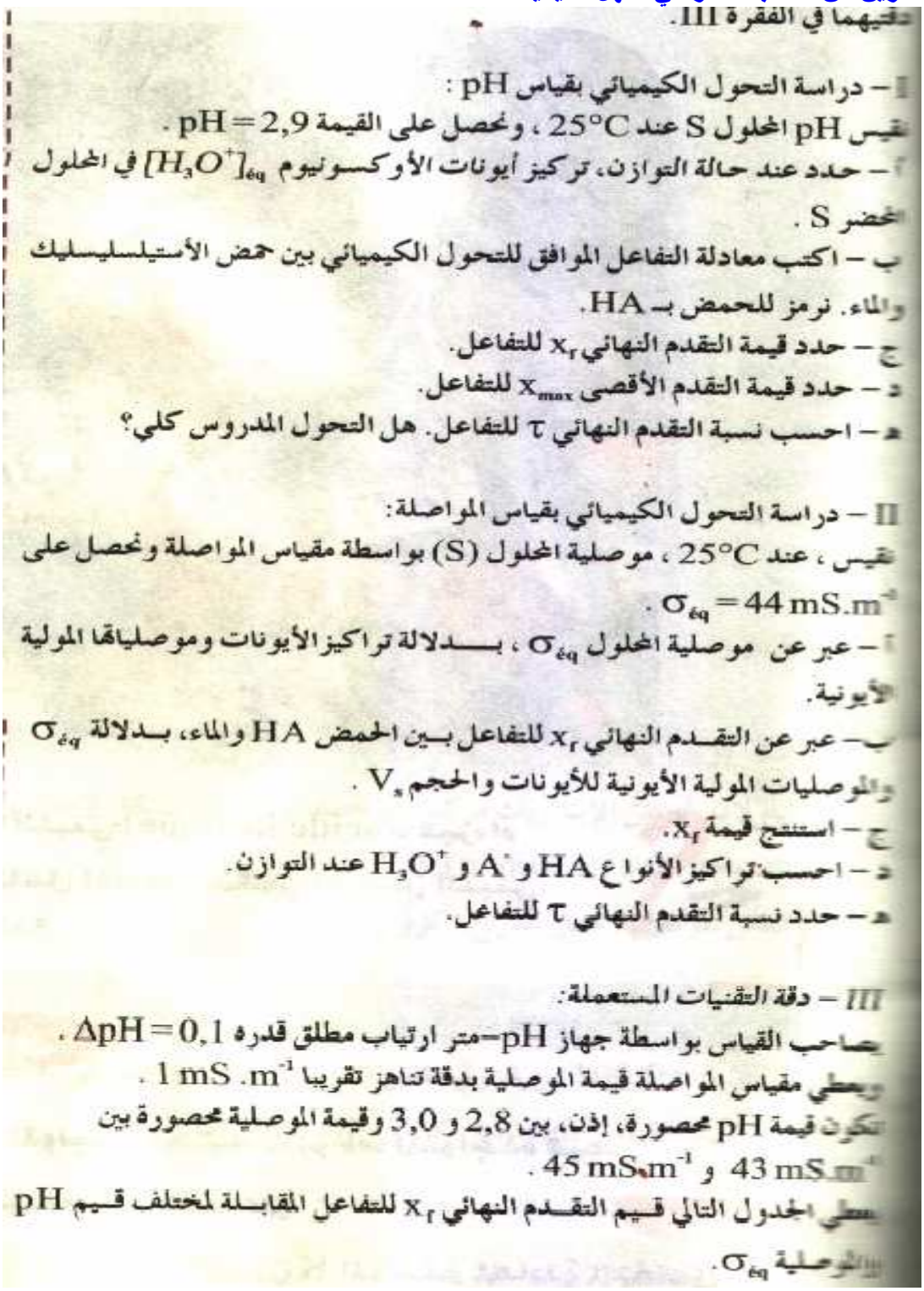
ومنه : $pH = -\ell og[H_3O^+] = -\ell og(2{,}2\times10^{-3}) \approx 2{,}66$

◄ حصيلة المادة عند نهاية التفاعل :

معادلة التفاعل	$NO_2^- + H_3O^+$				$HNO_2 + H_2O$
الحالة	التقدم	كميات المادة ب: $m.mol$			
الحالة البدئية	0	0	0		بوفرة	0,5
الحالة النهائية	0,11	0,11	0,11		بوفرة	$0,5 - x_f = 0,39$

$$[HNO_2] = \frac{n(HNO_2)}{V_S} = \frac{0{,}39\times10^{-3}\,mol}{50\times10^{-3}\,\ell} = 7{,}8\times10^{-3}\,mol/\ell$$

تمرين من الكتاب المدرسي منهل الكيمياء



دقيهما في الفقرة III.

I – دراسة التحول الكيميائي بقياس pH :

نقيس pH المحلول S عند 25°C ، ونحصل على القيمة pH = 2,9 .

أ – حدد عند حالة التوازن، تركيز أيونات الأوكسونيوم $[H_3O^+]_{éq}$ في المحلول الحضر S .

ب – اكتب معادلة التفاعل الموافق للتحول الكيميائي بين حمض الأستيلسليسليك والماء. نرمز للحمض بـ HA.

ج – حدد قيمة التقدم النهائي x_f للتفاعل.

د – حدد قيمة التقدم الأقصى x_{max} للتفاعل.

هـ – احسب نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل. هل التحول المدروس كلي؟

II – دراسة التحول الكيميائي بقياس المواصلة:

نقيس ، عند 25°C ، موصلية المحلول (S) بواسطة مقياس المواصلة ونحصل على $\sigma_{éq} = 44\ mS.m^{-1}$.

أ – عبر عن موصلية المحلول $\sigma_{éq}$ ، بدلالة تراكيز الأيونات وموصلياتها المولية الأيونية.

ب – عبر عن التقدم النهائي x_f للتفاعل بين الحمض HA والماء، بدلالة $\sigma_{éq}$ والموصليات المولية الأيونية للأيونات والحجم V_s .

ج – استنتج قيمة x_f.

د – احسب تراكيز الأنواع HA و A^- و H_3O^+ عند التوازن.

هـ – حدد نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل.

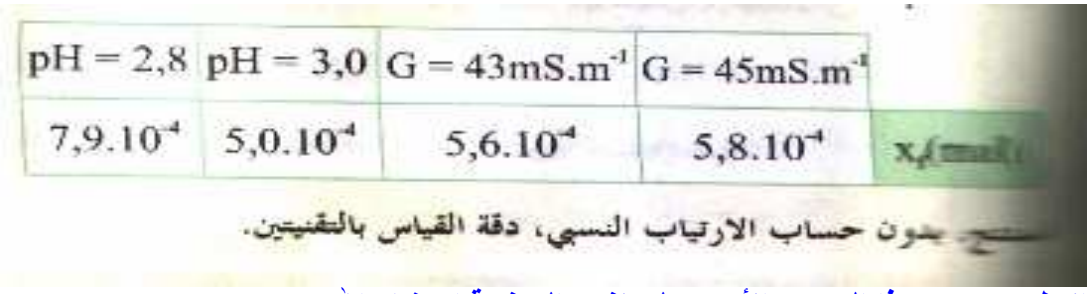
III – دقة التقنيات المستعملة:

يصاحب القياس بواسطة جهاز pH–متر ارتياب مطلق قدره $\Delta pH = 0,1$.

ويعطي مقياس المواصلة قيمة الموصلية بدقة تناهز تقريبا $1\ mS.m^{-1}$.

تكون قيمة pH محصورة، إذن، بين 2,8 و 3,0 وقيمة الموصلية محصورة بين $43\ mS.m^{-1}$ و $45\ mS.m^{-1}$.

يعطي الجدول التالي قيم التقدم النهائي x_f للتفاعل المقابلة لمختلف قيم pH والموصلية $\sigma_{éq}$.



pH = 2,8	pH = 3,0	G = 43mS.m^{-1}	G = 45mS.m^{-1}	
7,9.10^{-4}	5,0.10^{-4}	5,6.10^{-4}	5,8.10^{-4}	x/

بدون حساب الارتياب النسبي، دقة القياس بالتقنيتين.

انتظر تصحيح هذا التمرين الأخير على نفس الصفحة إن شاء الله.

SBIRO ABDELKRIM lycée agricole
Oulad-Taima région d'agadir royaume du Maroc
Mail : **sbiabdou@yahoo.fr**

Msen messager : sbiabdou@hotamail.fr

والله ولي التوفيق