تمارين التفاعلات المقرونة بتفاعلات حمض قاعدة

تمرين 1 :

نذيب كتلة $m = 88\,mg$ من حمض الاسكوربيك فيتامين C صيغته $C_6H_8O_6$ في حجم $V =$ $100mL$من الماء ، فنحصل على محلول S ذي $pH = 3{,}2$.

1-أحسب C تركيز المحلول S .

2-أكتب معادلة التفاعل حمض-قاعدة بين حمض الأسكوربيك والماء .

3-أنشئ الجدول التقدم لهذا التفاعل وحدد التقدم الأقصى x_{max} .

4-أوجد قيمة التقدم النهائي x_f .

5-أحسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ و استنتج ما إذا كان التفاعل كليا أو محدودا.

6-أحسب K قيمة ثابتة التوازن .

تمرين 2 :

نذيب حجما $V = 1{,}2\,L$ من غاز كلورور الهيدروجين في لتر من الماء ، فنحصل على محلول S_1 لحمض الكلوريدريك حجمه $V_1 = 1\,L$.

نأخذ بواسطة ماصة حجما $V = 10\,mL$ من المحلول S_1 ونفرغه في حوجلة معيارية من فئة $500\,mL$ تحتوي في البداية على $250\,mL$ من الماء المقطر . نحرك المحلول المحصل عليه ثم نضيف إليه تدريجيا الماء المقطر مع تحريك الخليط حتى الوصول الى الخط المعياري للحوجلة ، فنحصل على المحلول S_2 تركيزه C_2 وموصليته $\sigma_2 = 0{,}0852\,S.m^{-1}$.

1-أكتب معادلة تفاعل غاز كلورور الهيدروجين مع الماء .

2-أحسب التركيز C_2 .

3-أكتب تعبير الموصلية σ_2 للمحلول S_2 بدلالة الموصليات المولية الأيونية وتراكيز الأيونات المتواجدة بالمحلول (نهمل تركيز أيون الهيدروكسيد HO^- أمام تراكيز الأيونات الأخرى).

4-استنتج تراكيز الأيونات المتواجدة بالمحلول بما فيها أيون الهيدروكسيد .

5-تحقق أن إهمال تركيز أيون الهيدروكسيد كان في محله .

6-هل التفاعل بين الماء وغاز كلورور الهيدرجين كلي أو محدود ؟ علل جوابك .

المعطيات :

الحجم المولي للغازات : $V_m = 24\,L.m^{-1}$

الجداء الايوني للماء : $K_e = 10^{-14}$

الموصلية المولية الأيونية :

$\lambda(H_3O^+) = 35.10^{-3}\,S.m^2.mol^{-1}$;$\lambda(Cl^-) = 7{,}6.10^{-3}\,S.m^2.mol^{-1}$

تمرين 3 :

نحضر حجما $V_1 = 100mL$ من محلول S_1 بإذابة كتلة $m = 68\,mg$ من ميثانوات الصوديوم $HCOONa$ الصلب في الماء .

1-أكتب معادلة الذوبان .

2-أحسب C_1 تركيز المحلول المحصل عليه .

3-أعط تعبير الموصلية σ لهذا المحلول بدلالة C_1 ثم احسب قيمتها .

نضيف حجما $V_2 = 50\,mL$ من محلول مائي S_2 لحمض الكلوريدريك ذي تركيز $C_2 = 1{,}10.1 mol.L^{-1}$

للمحلول السابق ثم نغمر في الخليط السابق صفيحتين فلزيتين متوازيتين تفصل بينهما مسافة $L = 1\,cm$ والمساحة المغمورة لكل منهما $S = 3.21\,cm^2$.

نقيس توترا $U = 1\,V$ بين الصفيحتين وشدة التيار الكهربائي : $I = 38\,mA$ التي تعبر مقطعا من المحلول بين الصفيحتين .

4-اعط المزدوجتين حمض-قاعدة المتواجدتين في الخليط .

5-اكتب معادلة التفاعل حمض-قاعدة التي تحدث في الخليط .

6-أحسب كمية مادة المتفاعلات البدئية و أنشئ جدول تقدم للتفاعل الحاصل واستنتج التقدم الأقصى x_{max}

7-أحسب قيمة المواصلة G' واستنتج قيمة المواصلة σ' للخليط ب (S/m) .

8-أعط تعبير σ' بدلالة C_1, C_2, V_1, V_2 والموصليات المولية للأيونات المتواجدة في المحلول .

معطيات :

$$M(HCOONa) = 68g/mol$$

وتعبير المواصلة $G = \sigma \frac{S}{L}$

$\lambda(Na^+) = 5{,}01.10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$ و $\lambda(HCOO^-) = 5{,}46.10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$

تمرين 4 :

نتوفر على محلول مائي لحمض ثنائي كلورو إيثانويك $CHCl_2COOH$ تركيزه $C = 0{,}1\ mol.L^{-1}$ وله $pH = 1{,}3$.

1-أكتب معادلة التافاعل الحمض مع الماء محددا المزدوجتين قاعدة / حمض المتدخلتين في التفاعل .

2-أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل الحاصل .

3-أوجد نسبة التقدم النهائي واستنتج .

4-نضيف الى الحجم $V = 100\,mL$ من هذا المحلول قطرة من ثنائي كلورو إيثانويك الخالص . نقبل أن الحجم الكلي للخليط لم يتغير .

4-1-بين بدون حساب منحى تغير كل من التركيز C'و τ نسبة التقدم النهائي .

4-2-علما أن كثافة حمض ثنائي كلورو إيثانويك الخالص $d = 1{,}57$ وأن حجم القطرة هو $v = 0{,}05\,mL$ و pH الخليط يأخذ $1{,}28$ أحسب نسبة التقدم النهائي للمحلول الجديد ، وقارنها مع نسبة التقدم البدئي . ماذا تستنتج ؟

معطيات :

$$M(CHCl_2COOH) = 129\ g.mol^{-1}$$
$$\rho_{H_2O} = 1\ g.L^{-1}$$

تصحيح تمارين التفاعلات المقرونة بالتفاعلات حمض قاعدة

حل التمرين 1 :

1-حساب التركيز C :

$$C = \frac{n(C_6H_8O_6)}{V} = \frac{m}{M(C_6H_8O_6).V}$$

ت.ع :

$$C = \frac{88.10^{-3}}{176 \times 100.10^{-3}} = 5.10^{-3}$$

2-معادلة التفاعل :

$$C_6H_8O_{6(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows C_6H_7O_{6(aq)}^- + H_3O_{(aq)}^+$$

3- الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$C_6H_8O_{6(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows C_6H_7O_{6(aq)}^- + H_3O_{(aq)}^+$			
حالة المجموعة	التقدم : $x(mol)$	كميات المادة بالمول			
البدئية	0	$C.V = 5.10^{-4}$	وفير	0	0
خلال التحول	x	$C.V - x$	وفير	x	x
النهائية	x_f	$C.V - x_f$	وفير	x_f	x_f

بما أن الماء مستعملبوفرة فإن المتفاعل المحد هو حمض الأسكوربيك :

$$C.V - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C.V = 5.10^{-4}mol$$

4-حساب x_f التقدم النهائي :

$$[H_3O^+]_{éq} = [C_6H_8O_6^-]_{éq} = \frac{x_f}{V}$$

$$x_f = V.[H_3O^+]_{éq} = V.10^{-PH}$$

ت.ع:

$$x_f = 100.10^{-3} \times 10^{-3,2} = 6,3.10^{-5}mol$$

5-حساب τ نسبة التقدم النهائي :

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

ت.ع :

$$\tau = \frac{6,3.10^{-5}}{5.10^{-4}} = 0,126 < 1$$

نستنتج أن الفاعل محدود .

6-حساب K ثابتة التوازن :

$$K = \frac{[\boldsymbol{H_3O^+}]_{\boldsymbol{éq}}[\boldsymbol{C_6H_8O_6^-}]_{\boldsymbol{éq}}}{[\boldsymbol{C_6H_8O_6}]_{\boldsymbol{éq}}}$$

من الجدول الوصفي :

$$[\boldsymbol{C_6H_8O_6}]_{\boldsymbol{éq}} = \frac{C.V - x_f}{V} = C - \frac{x_f}{V}$$

$$[\boldsymbol{C_6H_8O_6}]_{\boldsymbol{éq}} = C - [\boldsymbol{H_3O^+}]_{\boldsymbol{éq}}$$

$$K = \frac{[\boldsymbol{H_3O^+}]_{\boldsymbol{éq}}[\boldsymbol{C_6H_8O_6^-}]_{\boldsymbol{éq}}}{[\boldsymbol{C_6H_8O_6}]_{\boldsymbol{éq}}} = \frac{[\boldsymbol{H_3O^+}]^2_{\boldsymbol{éq}}}{C - [\boldsymbol{H_3O^+}]_{\boldsymbol{éq}}}$$

ت.ع:

$$K = \frac{\left(\frac{6.3.10^{-5}}{0,1}\right)^2}{5.10^{-5} - \frac{6,3.10^{-5}}{0,1}} = 9,1.10^{-5}$$

تمرين 2 :

1-معادلة التفاعل :

$$HCl_{(g)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

2-حساب التركيز C_2 :

لنحسب أولا C_1تركيز المحلول (S_1) :

$$\begin{cases} n = \dfrac{V(HCl)}{V_m} \\ C_1 = \dfrac{n}{V_1} \end{cases} \Rightarrow C_1 = \frac{V(HCl)}{V_m.V_1} \Rightarrow C_1 = \frac{1,2}{24 \times 1} = 5.10^{-2} mol.L^{-1}$$

علاقة التخفيف :

$$C_1.V = C_2.V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1.V}{V_2} \Rightarrow C_2 = \frac{5.10^{-2} \times 10^{-2}}{0,25} = 2.1.10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

3-موصلية المحلول σ_2 تكتب :

$$\sigma_2 = \lambda(H_3O^+).[H_3O^+] + \lambda(Cl^-)[Cl^-]$$

4-حساب تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة فبي المحلول :

معادلة التفاعل		$HCl_{(g)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$			
حالة المجموعة	التقدم : $x(mol)$	كميات المادة بالمول			
البدئية	0	$C.V = 5.10^{-4}$	وفير	0	0
خلال التحول	x	$C.V - x$	وفير	x	x
النهائية	x_f	$C.V - x_f$	وفير	x_f	x_f

حسب الجدول الوصفي لدينا :

$$[H_3O^+] = [Cl^-] = \frac{x_f}{V_2}$$

$$\sigma_2 = [H_3O^+]\{\lambda(H_3O^+) + \lambda(Cl^-)\}$$

$$[H_3O^+] = \frac{\sigma_2}{\lambda(H_3O^+) + \lambda(Cl^-)}$$

ت.ع:

$$[H_3O^+] = [Cl^-] = \frac{0{,}0852\ S.m^{-1}}{35.10^{-3} + 7{,}6.10^{-3})S.m^2.mol^{-1}} = 2\ mol.m^{-3} = 2.10^{-3} mol.L^{-1}$$

لدينا : $Ke = [H_3O^+].[HO^-]$

$$[HO^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]}$$

$$[HO^-] = \frac{10^{-14}}{2.10^{-2}} = 5.10^{-12}\ mol.L^{-1}$$

5-مقارنة تركيز أيونات HO^- بتراكيز الأيونات الأخرى :

$$\frac{[HO^-]}{[H_3O^+]} = \frac{[HO^-]}{[Cl^-]} = \frac{5.10^{-12}}{2.10^{-3}} = 2{,}5.10^{-9} \ll 1$$

نستنتج أن تركيز أيونات HO^- مهمل أمام تراكيز الأيونات الأخرى المتواجدة في المحلول .

6-نلاحظ أن $[H_3O^+] = C_2$ بالتالي التفاعل كلي.

تصحيح تمرين 3 :

1-معادلة الذوبان :

$$HCOONa_{(S)} \xrightarrow{\text{ماء}} HCOO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

2-حساب التركيز C_1 :

$$C_1 = \frac{m}{M(HCOOH).V} = \frac{68.10^{-3}}{68 \times 0{,}1} = 0{,}01\ mol.L^{-1}$$

3-حسب تعريف الموصلية نكتب:

$$\sigma = \lambda(Na^+)[Na^+] + \lambda(HCOO^-)[HCOO^-] = C_1\left(\lambda(Na^+) + \lambda(HCOO^-)\right)$$

$$C_1 = 0{,}01\ mol.L^{-1} = {}^{0.01mol}/_{10^{-3}.m^3} = 10\ mol.m^{-3}$$

$$\sigma = 10 \text{mol}.m^{-3}(5{,}46 + 5{,}01).10^{-3}S.m^2.mol^{-1} = 0{,}105\ S.m^{-1}$$

4-المزدوجتين المتدخلتين في التفاعل :

$HCOOH/HCOO^-$ و H_3O^+/H_2O

5- معادلة التفاعل :

$$HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

6-حساب كمياة المادة البدئية للمتفاعلين :

$$n_i(HCOO^-) = C_1.V_1 = 0{,}01 \times 0{,}1 = 10^{-3}mol$$

$$n_i(H_3O^+) = C_2.V_2 = 1{,}1 \times 0{,}05 = 5{,}5.10^{-2}mol$$

جدول التقدم :

معادلة التفاعل		$HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)}$			
حالة المجموعة	**التقدم : $x(mol)$**	**كميات المادة بالمول**			
البدئية	$\mathbf{0}$	$\mathbf{0{,}001}$	$\mathbf{0{,}055}$	$\mathbf{0}$	$\mathbf{0}$
خلال التحول	x	$\mathbf{0{,}001 - x}$	$\mathbf{0{,}055 - x}$	x	x
النهائية	x_f	$\mathbf{0{,}001 - x_f}$	$\mathbf{0{,}55 - x_f}$	x_f	x_f

المتفاعل المحد هو $HCOO^-$ والتقدم الأقصى :

$$\mathbf{0{,}001 - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = 0{,}01mol}$$

7-المواصلة G تكتب :

$$G' = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$$

$$G' = \frac{38.10^{-3}}{1} = 38.10^{-3}S$$

استنتاج المواصلة σ:

$$G' = \sigma'\frac{S}{L} \Rightarrow \sigma' = G'\frac{L}{S}$$

$$\sigma' = 38.10^{-3}S \times \frac{10^{-2}m}{3{,}21.10^{-4}m^2} = 1{,}18\ S.m^{-1}$$

8-تعبير الموصلية σ' :

حسب السؤال 6 لدينا : $n_i(HCOO^-) = C_1.V_1$

$$n_i(H_3O^+) = C_2.V_2$$

المتفاعل المحد هو $HCOO^-$ والتقدم الأقصى :

$$C_1.V_1 - \boldsymbol{x_{max}} = \mathbf{0} \Rightarrow \boldsymbol{x_{max}} = C_1.V_1 = \mathbf{0,01mol}$$

الجدول الوصفي يكتب :

معادلة التفاعل		$HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)}$			
حالة المجموعة	**التقدم : $x(mol)$**	**كميات المادة ب (mol)**			
البدئية	**0**	$C_1.V_1$	$C_2.V_2$	**0**	**0**
خلال التحول	x	$C_1.V_1 - x$	$C_2.V_2 - x$	x	x
النهائية	$x_{max} = C_1.V_1$	**0**	$C_2.V_2 - C_1.V_1$	$C_1.V_1$	$C_1.V_1$

موصلية الخليط :

$$\sigma' = \lambda(H_3O^+)[H_3O^+] + \lambda(Na^+)[Na^+] + \lambda(Cl^-)[Cl^-]$$

$$\sigma' = \lambda(H_3O^+)\frac{C_2V_2 - C_1V_1}{V_1 + V_2} + \lambda(Na^+)\frac{C_1V_1}{V_1 + V_2} + \lambda(Cl^-)\frac{C_2V_2}{V_1 + V_2}$$

تصحيح تمرين 4 :

1-معادلة تفاعل الحمض مع الماء :

$$\boldsymbol{CHCl_2COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows CHCl_2COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}}$$

المزدوجتان قاعدة /حمض المتفاعلتان :

$\boldsymbol{CHCl_2COOH_{(aq)}/CHCl_2COO^-_{(aq)}}$ و $\boldsymbol{H_3O^+_{(aq)}/H_2O_{(l)}}$

2-الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل		$\boldsymbol{CHCl_2COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows CHCl_2COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}}$			
حالة المجموعة	التقدم : $\boldsymbol{x(mol)}$	كميات المادة بالمول			
البدئية	**0**	$\boldsymbol{C.V}$	وفير	**0**	**0**
خلال التحول	$\boldsymbol{x}$	$\boldsymbol{C.V - x}$	وفير	$\boldsymbol{x}$	$\boldsymbol{x}$
النهائية	$\boldsymbol{x_{éq}}$	$\boldsymbol{C.V - x_{éq}}$	وفير	$\boldsymbol{x_{éq}}$	$\boldsymbol{x_{éq}}$

4- نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_{éq}}{x_{max}}$$

بما أن الماء مستعمل بوفرة فإن المتفاعل المحد هو $CHCl_2COOH$ وبالتلي :

$$C.V - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C.V$$

حسب الجدول الوصفي : $[H_3O^+] = \frac{x_{éq}}{V}$ ومنه : $x_{éq} = [H_3O^+].V = 10^{-pH}.V$

$$\tau = \frac{10^{-pH}.V}{C.V} = \frac{10^{-pH}}{C}$$

$$\tau = \frac{10^{-1,3}}{0,1} = 0,5$$

نلاحظ أن $\tau < 1$ وبالتالي التفاعل محدود .

-عند إضافة الحمض فإن تركيز C يتزايد ونسبة التقدم النهائي $\tau' = \frac{10^{-pH'}}{C'}$ تتناقص .

4-2-كمية مادة حمض ثنائي كلورو إيثانويك الموجودة في القطرة :

$$n = \frac{\rho.V}{M} = \frac{d.\rho_{eau}.V_a}{M} = \frac{1,57 \times 1g.cm^{-3} \times 0,05cm^3}{129g.mol^{-1}} \approx 6,1.10^{-4}mol$$

حساب نسبة التقدم النهائي:

$$\tau = \frac{x'_{éq}}{x'_{max}} = \frac{10^{-PH'}}{C'}$$

حساب C′ :

لدينا : $C' = \frac{CV+n}{V} = C + \frac{n}{V} = 0,1 + \frac{6,1.10^{-4}}{0,1} = 0,106$

$$\tau = \frac{10^{-1,28}}{0,106} = 0,495$$

نلاحظ أنالتركيز قد تزايد قليلا و نسبة التقدم النهائي انخفضت قليلا عند إضافة قطرة الحمض .

τ تتناقص بازدياد التركيز والعكس صحيح .