تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

تمرين 1 — **التفاعل بين الأمونياك وحمض الكلوريدريك**

يتحول الأمونياك السائل بوجود حمض الكلوريدريك إلى أيون الأمونيوم.

1- ما المزدوجتان قاعدة/حمض المشاركتان في هذا التحول؟

2- اكتب نصفي المعادلتين البروتونيتين.

3- اكتب معادلة التفاعل.

الحـــــل

1- المزدوجتان المشاركتان في التحول:

المزدوجة الأولى: $NH_{4\,aq}^{+}/NH_{3aq}$

المزدوجة الثانية: $H_3O^{+}_{(aq)}/H_2O(l)$

2- نصفا المعادلتين البروتونيتين:

$$H_3O^{+}=H_2O+H^{+}$$

$$NH_3 + H^{+} = NH_4^{+}$$

3- معادلة التفاعل

$$NH_{3aq} + H_3O^{+}_{aq} \rightarrow NH_{4\,aq}^{+} + H_2O(l)$$

تمرين 2 — **تفاعل حمض قاعدة مع B.B.T**

أزرق البروموتيمول (B.B.T) كاشف ملون، لون صيغته الحمضية HBt أصفر، ولون صيغته القاعدية Bt^{-} أزرق.

1- لماذا الصيغتان HBt و Bt^{-} تُكوّنان مزدوجة قاعدة/حمض؟

2- اكتب معادلة التفاعل بين أزرق البروموتيمول وحمض الكلوريدريك وحدد لون الخليط.

3- اكتب معادلة التفاعل بين أزرق البروموتيمول وهيدروكسيد الصوديوم وحدد لون الخليط.

الحـــــل

1- التعليل:

بما أن التحول من الصيغة HBt إلى الصيغة Bt^{-} يتم وفق نصف المعادلة البروتونية التالية:

$$HBt=Bt^{-}+H^{+}$$

فإن المزدوجة HBt/Bt^{-} مزدوجة قاعدة/حمض.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

2- معادلة التفاعل ولون الخليط:

لدينا نصف المعادلة الأولى: $H_3O^+ = H_2O + H^+$

ونصف المعادلة الثانية: $Bt^- + H^+ = HBt$

إذا معادلة التفاعل هي: $H_3O^+ + Bt^-_{(aq)} \rightarrow HBt_{(aq)} + H_2O(l)$

وبما أن الصيغة HBt هي التي تتكون خلال التحول، فإن الخليط له لون أصفر.

3- معادلة التفاعل ولون الخليط:

لدينا نصف المعادلة الأولى: $HO^- + H^+ = H_2O$

ونصف المعادلة الثانية: $HBt = Bt^- + H^+$

إذا معادلة التفاعل هي: $HO^- + HBt_{(aq)} \rightarrow Bt^-_{(aq)} + H_2O(l)$

وبما أن الصيغة Bt^- هي التي تتكون خلال التحول، فإن الخليط له لون أزرق.

تمرين 3 — **أيونات متفرجة**

نجعل في أنبوب اختبار حجما V من محلول مائي لكلورور الأمونيوم يتفاعل مع حجم V' من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم.

1- ما الصيغة الكيميائية لكلورور الأمونيوم في المحلول المائي؟

2- عين المزدوجتين قاعدة/حمض المتفاعلتين واكتب معادلة التفاعل.

3- ما الأيونات المتفرجة؟

4- ما اسم الناتج وما كمية مادته عند نهاية التفاعل علما أن كمية المادة البدئية لكلورور الأمونيوم هي $0,1mol$، وكمية المادة البدئية لهيدروكسيد الصوديوم هي $0,2mol$.

الحـــــل

1- الصيغة الكيميائية:

صيغة كلورور الأمونيوم في المحلول هي: $NH^+_{4\,aq} + Cl^-_{aq}$

2- تعيين المزدوجتين ومعادلة التفاعل:

المزدوجة الأولى: $NH^+_{4\,aq}/NH_{3aq}$

المزدوجة الثانية: $H_2O(l)/HO^-_{(aq)}$

المعادلة: $NH^+_{4\,aq} + HO_{aq} \rightarrow NH_{3aq} + H_2O(l)$

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

3- الأيونات المتفرجة:

الأيونات غير المشاركة في التفاعل الحمضي القاعدي هي أيونات الصوديوم Na^+ وأيونات الكلورور Cl^-.

4- اسم الناتج وكمية مادته عند نهاية التفاعل:

اسم الناتج: الأمونياك NH_3

الجدول الوصفي:

المعادلة		$NH_{4\,aq}^+ + HO^-_{aq} \rightarrow NH_{3aq} + H_2O(l)$			
	التقدم	$n(NH_4^+)$	$n(HO^-)$	$n(NH_3)$	$n(H_2O)$
الحالة البدئية	0	$n_i(NH_4^+) = 0,1mol$	$n_i(HO^-)=0,2mol$	0	وفير
خلال التطور	x	$n_i(NH_4^+) - x$	$n_i(HO^-)-x$	x	وفير
الحالة النهائية	x_{max}	$n_i(NH_4^+) - x_{max}$	$n_i(HO^-)-x_{max}$	x_{max}	وفير

لدينا: $n_i(NH_4^+) - x_{max} \geqslant 0,1mol$ أي $x_{max} \leqslant 0,1mol$

و $n_i(HO^-) - x_{max} \geqslant 0,2mol$ أي $x_{max} \leqslant 0,2mol$

توافق x_{max} أصغر قيمة أي $x_{max}=0,1mol$

وبالتالي فإن كمية NH_3 النهائية هي: $n_f(NH_3)=x_{max}=0,1mol$

المتفاعل المحد هو NH_4^+

ذوبان كلورور الأمونيوم في الماء.

$NH_4Cl \xrightarrow{\text{ماء}} NH_{4\,aq}^+ + Cl^-_{aq}$

$n(NH_4Cl) = n(NH_4^+) = n(Cl^-)$

- ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء:

$NaOH \xrightarrow{\text{ماء}} Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$

$n(NaOH)=n(Na^+)=n(HO^-)$

تمرين 4 أيونات السيانور

نعتبر التفاعل بين أيونات السيانور وأيونات الأكسونيوم وفق المعادلة:

$CN^-_{(aq)} + H_3O^+ \rightarrow HCN_{(aq)} + H_2O(l)$

1- عين المزدوجتين قاعدة/حمض المتفاعلتين.

2- نحضر حجما $V_1=500mL$ لأيونات السيانور بإذابة $m=3,0g$ من سيانور البوتاسيوم في الماء الخالص.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

2.1- احسب C_1 التركيز المولي للأيونات CN^- في المحلول المحضر.

2.2- ما الحجم V_2 اللازم استعماله من محلول حمض الكلوريدريك ذي تركيز $C_2=1,0.10^{-1}mol.L^{-1}$ لتفاعل الأيونات CN^- كليا.

الحل

1- المزدوجتان المتفاعلتان:

$HCN_{(aq)}/CN^-_{(aq)}$ و $H_3O^+_{(aq)}/H_2O(l)$

2/ 2.1- حساب C_1:

ذوبان KCN في الماء يتم وفق المعادلة:

$$KCN(s) \xrightarrow{\text{ماء}} K^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

لدينا: $C_1 = \frac{n(CN^-)}{V} = \frac{n(KCN)}{V}$

مع: $n(KCN) = \frac{m}{M}$ نحصل على: $C_1 = \frac{m}{V.M}$

تطبيق عددي: $C_1 = \frac{3,0}{0,5 \times 65,1}$ ؛ $C_1=4,6.10^{-2}mol.L^{-1}$

2.2- تحديد V_2:

لدينا: $V_2 = \frac{n_i(H_3O^+)}{C_2}$

لنحدد $n_i(H_3O^+)$:

الجدول الوصفي:

المعادلة		$CN^-_{(aq)}$ +	H_3O^+ →	$HCN_{(aq)}$ +	$H_2O(l)$
	التقدم	$n(CN^-)$	$n(H_3O^+)$	$n(HCN)$	$n(H_2O)$
الحالة البدئية	0	$n_i(CN^-)$	$n_i(H_3O^+)$	0	وفير
خلال التطور	x	$n_i(CN^-)-x$	$n_i(H_3O^+)-x$	x	وفير
الحالة النهائية	x_{max}	$n_i(CN^-)-x_{max}$	$n_i(H_3O^+)-x_{max}$	x_{max}	وفير

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

لدينا: $n_i(CN^-)=4,6.10^{-2}mol$ و $n_i(H_3O^+)=C_2.V_2$.

عند التفاعل الكلي للأيونات CN^- نجد حسب الجدول الوصفي: $n_i(CN^-)-x_{max}=0$

ومنه: $x_{max}=n_i(CN^-)$ أي: $x_{max}=4,6.10^{-2}mol$

إذا حسب: $n_i(H_3O^+)-x_{max}=0$

نحصل على: $n_i(H_3O^+)=x_{max}$ وبالتالي: $V_2=\frac{x_{max}}{C_2}$

تطبيق عددي: $V_2=\frac{4,6.10^{-2}}{1,0.10^{-1}}$ ؛ $V_2=4,6.10^{-1}L$

تمرين 5 — **مواد حافظة**

يستعمل حمض البنزويك C_6H_5-COOH وبنزوات الصوديوم C_6H_5COONa كمواد حافظة وخاصة في المشروبات المسماة "light" يحملان على التوالي الرمز $E210$ والرمز $E211$.

1- اكتب معادلة ذوبان بنزوات الصوديوم في الماء.

2- عين المزدوجة قاعدة/حمض التي تبرز حمض البنزويك واكتب نصف المعادلة البروتونية الموافقة لها.

3- نجعل كتلة $m=3,00g$ من حمض البنزويك تتفاعل مع $150mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C=2,50.10^{-1}mol.L^{-1}$.

3.1- حدد المزدوجتين المتفاعلتين واكتب معادلة التفاعل.

3.2- أنشئ الجدول الوصفي للتحول الكيميائي وحدد قيمة التقدم الأقصى وعين المتفاعل المحد.

3.3- احسب التركيز النهائي لأيونات البنزوات.

الحـــــل

1- معادلة الذوبان:

$$C_6H_5COONa(s) \xrightarrow{\text{ماء}} Na^+_{(aq)} + C_6H_5COO^-_{(aq)}$$

2- تعيين المزدوجة قاعدة/حمض وكتابة نصف المعادلة:

المزدوجة هي: $C_6H_5COOH_{(aq)}/C_6H_5COO^-_{(aq)}$

نصف المعادلة البروتونية: $C_6H_5COOH_{(aq)}=C_6H_5COO^-_{(aq)}+H^+$

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

3/ 3.1- المزدوجتان ومعادلة التفاعل:

المزدوجة الأولى: $C_6H_5COOH_{aq}/C_6H_5COO^-_{aq}$

المزدوجة الثانية: $H_2O(l)/HO^-_{(aq)}$

المعادلة:

$$C_6H_5COOH_{aq} + HO^-_{aq} \rightarrow C_6H_5COO^-_{aq} + H_2O(l)$$

3.2- الجدول الوصفي و x_{max} والمتفاعل المحد:

الجدول الوصفي:

المعادلة		$C_6H_5CO_2H_{aq} + HO^-_{aq} \rightarrow C_6H_5CO_{2\,aq}^- + H_2O(l)$			
	التقدم	$n(C_6H_5CO_2H)$	$n(HO^-)$	$n(C_6H_5CO_2^-)$	$n(H_2O)$
الحالة البدئية	0	$n_i(C_6H_5CO_2H)$	$n_i(HO^-)$	0	وفير
خلال التطور	x	$n_i(C_6H_5CO_2H)-x$	$n_i(HO^-)-x$	x	وفير
الحالة النهائية	x_{max}	$n_i(C_6H_5CO_2H)-x_{max}$	$n_i(HO^-)-x_{max}$	x_{max}	وفير

* قيمة x_{max}:

لنحدد كميات المادة البدئية للمتفاعلين:

لدينا بالنسبة لـ $C_2H_5CO_2H$: $n_i = \frac{m}{M} = \frac{3,00}{122}$ ؛ $n_i = 2,46.10^{-2}mol$

وبالنسبة لـ HO^-: $n_i = C.V = 2,50.10^{-1} \times 150.10^{-3}$ ؛ $n_i = 3,75.10^{-2}mol$

وحسب الجدول الوصفي لدينا:

بالنسبة لـ $C_2H_5CO_2H$: $n_i(C_6H_5CO_2H) - x_{max} \geqslant 0$

ومنه: $x_{max} \leqslant n_i(C_6H_5CO_2H)$ أي $x_{max} \leqslant 2,46.10^{-2}mol$

وبالنسبة لـ HO^-: $n_i(HO^-) - x_{max} \geqslant 0$

ومنه: $x_{max} \leqslant n_i(HO^-)$ أي $x_{max} \leqslant 3,75.10^{-2}mol$

يوافق التقدم الأقصى أصغر قيمة لـ x_{max} إذا: $x_{max} = 2,46.10^{-2}mol$

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

* المتفاعل المحد هو: حمض البنزويك $C_6H_5CO_2H$.

3.3-حساب التركيز النهائي للأيونات $C_6H_5CO_2^-$:

لدينا: $[C_6H_5CO_2^-] = \frac{n_f(C_6H_5CO_2^-)}{V}$

وحسب الجدول الوصفي لدينا عند الحالة النهائية: $n_f(C_6H_5CO_2^-) = x_{max}$

إذا: $[C_6H_5CO_2^-] = \frac{x_{max}}{V}$

تطبيق عددي: $[C_6H_5CO_2^-] = \frac{2,46.10^{-2}}{150.10^{-3}}$، $[C_6H_5CO_2^-] = 1,64.10^{-1} mol.L^{-1}$

تمرين 6 — **حمض الكلوريدريك التجاري**

تحمل البطاقة الوصفية لمحلول حمض الكلوريدريك التجاري المعلومات التالية:

«HCl ; d=1,12 ; p=25% $en\ masse$; M_{HCl}=36,5$g.mol^{-1}$»

1- هل يحتوي المحلول على غاز كلورور الهيدروجين؟

2- ما مدلول المعلومات المدونة على البطاقة؟

3- اكتب معادلة التفاعل قاعدة/حمض بين غاز كلورور الهيدروجين والماء.

4- حدد كمية مادة المذاب اللازمة لتحضير $1L$ من المحلول.

الحـــــل

1- محتوى المحلول:

لا يحتوي المحلول المائي لحمض الكلوريدريك على غاز كلورور الهيدروجين وإنما يحتوي على $H_3O^+_{aq}$ و Cl^-_{aq}.

2- مدلول المعلومات:

* HCl: صيغة كلورور الهيدروجين.
* d: كثافة المحلول (مقدار بدون وحدة).
* p: النسبة المائوية الكتلية.
* M_{HCl}: الكتلة المولية لـ HCl.

3- معادلة التفاعل:

$$HCl(g) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

4- تحديد كمية مادة المذاب:

لدينا: $n(HCl)=\frac{m(HCl)}{M(HCl)}$

مع: $m(HCl)=p.m$ حيث $m=\rho.V$ كتلة الحجم V من المحلول

وحسب كثافة المحلول: $\rho=d.\rho_{eau}$ نستخلص: $m=\rho_{eau}.V.d$

و $m(HCl)=p.\rho_{eau}.V.d$ وبالتالي: $n(HCl)=\frac{p.\rho_{eau}.V.d}{M(HCl)}$

تطبيق عددي : $n(HCl)=\frac{0,25\times 1\times 1\times 10^3\times 1,12}{36,6}$، $n(HCl)=7,67mol$

بما أن وحدة ρ هي g/cm^3 يُعبر عن الحجم V ب cm^3

$1L=10^3cm^3$

تمرين 7 — محلول حمض بروميدريك

1- صيغة حمض البروميدريك هي HBr، اكتب معادلة تفاعل هذا الحمض مع الماء.

2- النسبة الكتلية ل HBr بالنسبة لمحلول S_0 هي: $p=47,0\%$، وكثافة S_0 بالنسبة للماء $d=1,47$.

2.1- ما التركيز C لمحلول S تم تحضيره بإضافة الحجم $V_0=10,0mL$ من المحلول S_0 على الماء للحصول على $V=250mL$ من المحلول S؟

نعطي الكتلة الحجمية للماء $\rho_{eau}=1,00.10^3g/L$

2.2- ما تركيب المحلول S بالتركيز المولي؟

3- نضيف للحجم $V_1=15,0mL$ من المحلول S، حجما $V_2=20,0mL$ لمحلول الأمونياك NH_3 تركيزه المولي $C_2=0,10mol.L^{-1}$

اكتب معادلة التفاعل الحاصل وأعط التركيب النهائي للمجموعة الكيميائية.

الحـــــل

1- كتابة المعادلة:

يتفاعل الحمض HBr مع القاعدة H_2O حسب المعادلة:

$$HBr_{aq}+H_2O(\ell)\rightarrow Br^-_{aq}+H_3O^+_{aq}$$

الكثافة:

$$d=\frac{m}{m_{eau}}=\frac{\rho}{\rho_{eau}}$$

2-

2.1- تركيز المحلول S:

كتلة الحجم V_0 من المحلول S_0 هي: $m_0=\rho_0.V_0$

مع ρ_0 الكتلة الحجمية للمحلول S_0 بحيث: $\rho_0=d.\rho_{eau}$ نحصل على: $m_0=d.\rho_{eau}.V_0$

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

- يحتوي الحجم V_0 من المحلول S_0 على الكتلة $m(HBr)=p.m_0$

إذا كمية مادة حمض البروميدريك المذاب في V_0 هي: $n_0=\frac{m(HBr)}{M(HBr)}=\frac{p.d.\rho_{eau}.V_0}{M(HBr)}$

وبما أن حجم المحلول المحصل عليه هو: $V=250mL$.

فإن: $C=\frac{n_0}{V}$ أي : $C=\frac{p.d.\rho_{eau}.V_0}{M(HBr).V}$

تطبيق عددي: $C=\frac{0,470\times 1,47\times 1,00.10^3\times 10,0}{(1+79,9)\times 250,0}$ $C=0,342mol.L^{-1}$

2.2- تركيب المحلول S:

يتفاعل حمض البروميدريك مع الماء فينتج عن ذلك تكون أيونات الأوكسونيوم H_3O^+ والبرومور Br^- بكميات مادة متساوية: $n_0(H_3O^+)=n(Br^-)$

هاتان الكميتان توجدان في الحجم V من المحلول، وبالتالي:

$[Br^-]=[H_3O^+]=\frac{n_0}{V}$ أي $[Br^-]=[H_3O^+]=C$

تطبيق عددي: $[Br^-]=[H_3O^+]=0,342mol.L^{-1}$

3- معادلة التفاعل الحاصل:

الأمونياك NH_3 قاعدة يمكن أن تتفاعل مع أيونات الأوكسونيوم H_3O^+ وفق المعادلة:

$$H_3O^+_{aq}+NH_{3aq}\rightarrow H_2O(\ell)+NH^+_{4aq}$$

- تركيب المجموعة الكيميائية عند نهاية التحول:

كميات المادة البدئية:

- بالنسبة ل H_3O^+: $n_1=C.V_1$

تطبيق عددي: $n_1=0,342\times 15,0.10^{-3}$؛ $n_1=5,13.10^{-3}mol$ أو $n_1=5,13mmol$

- بالنسبة ل NH_3: $n_2=C_2.V_2$

تطبيق عددي: $n_2=0,10\times 20,0.10^{-3}$ $n_2=2,0.10^{-3}mol$ $n_2=2,0mmol$

يعطي الجدول التالي تقدم التفاعل:

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

المعادلة	$H_3O^+(aq)$	+ $NH_3(aq)$	→ $H_2O(\ell)$	+ $NH_4^+(aq)$
الحالة البدئية	n_1	n_2	وفير	0
الحالة النهائية	$n_1 - x_{max}$	$n_2 - x_{max}$	وفير	x_{max}

لدينا: $n_1 - x_{max} \geq 0$ ومنه $x_{max} \leq n_1$

و $n_2 - x_{max} \geq 0$ ومنه $x_{max} \leq n_2$

بما أن: $n_2 < n_1$ فإن $x_{max} = n_2 = 2{,}0mmol$

ومنه تركيب المجموعة الكيميائية:

$n_f(NH_3) = 0mol$ ؛ $n_f(NH_4^+) = x_{max} = 2{,}0mmol$

$n_f(H_3O^+) = n_1 - x_{max} = 3{,}1mol$

تمرين 8 إزالة الرواسب المتوضعة في جهاز تحضير القهوة:

تتوضع أجسام في أجهزة تحضير القهوة أو في قنوات الماء نتيجة عن تَكَون راسب صلب لكربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$ بسبب تسخين الماء. لإزالة *le tartre*، نستعمل حمض سولفاميك *sulfamique* صيغته $H_2N-SO_3H(s)$.

في مرحلة أولى، نحضر محلولا بإذابة حمض السولفاميك في الماء الدافئ. عند تمرير هذا المحلول في جهاز تحضير القهوة، نلاحظ زوال الراسب الأبيض ل *tartre*: تتحول أيونات الكربونات CO_3^{2-} إلى أيونات هيدروجينو كربونات HCO_3^-.

هيدروجينو كربونات الكالسيوم قابل للذوبان في الماء، وفي بعض الحالات نلاحظ تصاعد غاز.

1- أعط صيغة القاعدة المرافقة لحمض سولفاميك (البروتون الداخل في التفاعل هو المكتوب بالأخضر).

اكتب صيغة المزدوجة لحمض سولفاميك.

2- خلال ذوبانه في الماء، يتفاعل حمض سولفاميك مع الماء.

اكتب معادلة هذا التفاعل. ما النوع الكيميائي الحمضي الموجود بعد نهاية التحول؟

3- يتفاعل هذا النوع الكيميائي مع أيونات الكربونات الصادرة من الراسب المتوضع.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

ما المزدوجتان حمض قاعدة اللتان تدخلان في هذا التفاعل؟
اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذا التحول.

4- يمكن للأيونات هيدروجينوكربونات أن تتفاعل مع أيونات أوكسونيوم. اكتب معادلة التفاعل، هل يسمح هذا التفاعل بتفسير صعود غاز في حالات معينة؟ ما الظروف اللازمة التي تسمح بصعود الغاز؟

الحـــــل

1- صيغة القاعدة المرافقة:

القاعدة المرافقة لحمض سيلفاميك H_2N-SO_3H هي:

$H_2N-SO_{3\,aq}^-$.

تكتب صيغة المزدوجة: $H_2N-SO_3H(s)/H_2N-SO_{3\,aq}^-$.

لتحديد صيغة القاعدة المرافقة يُحذف بروتون H^+ من صيغة الحمض.

2- معادلة التفاعل:

المزدوجتان المتفاعلتان هما:

- $H_2N-SO_3H(s)/H_2N-SO_{3\,aq}^-$ نصف معادلته: $H_2N-SO_3H(s)=H_2N-SO_3^-(aq)+H^+$
- $H_3O^+_{aq}/H_2O(\ell)$ نصف معادلته: $H_3O^+_{aq}=H_2O(\ell)+H^+$

يتم التفاعل بين الحمض H_2N-SO_3H والقاعدة H_2O للمزدوجة $H_3O^+_{aq}/H_2O(\ell)$.

نمثل التحولات التي تطرأ على طرفي كل من المزدوجتين:

$H_2N-SO_3H(s)\rightarrow H_2N-SO_{3\,aq}^-+H^+$

و $H_2O(\ell)+H^+\rightarrow H_3O^+$

إذن معادلة التفاعل تكتب:

$H_2N-SO_3H(s)+H_2O(\ell)\rightarrow H_2N-SO_{3\,aq}^-+H_3O^+_{aq}$

الحمض الذي يوجد عند نهاية التفاعل هو $H_3O^+_{(aq)}$.

ليتم التفاعل يجب أن يكون أحد المتفاعلين حمض والآخر قاعدة.
فبالنسبة لهذا التمرين يجب أن يلعب H_2O دور القاعدة لأن H_2N-SO_3H حمض.

3- المزدوجتان حمض-قاعدة:

تتفاعل أيونات $H_3O^+_{(aq)}$ مع أيونات CO_3^{2-}: المزدوجتان حمض قاعدة الداخلتان في هذا التفاعل هما:

$H_3O^+_{aq}/H_2O(\ell)$ نصف معادلته: $H_3O^+_{(aq)}\longrightarrow H_2O+H^+$

$HCO_{3\,aq}^-/CO_3^{2-}{}_{aq}$ نصف معادلته: $HCO_{3\,aq}^-\rightarrow CO_3^{2-}+H^+$

تحدد معادلة التفاعل انطلاقا من نصفي المعادلة.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

تتم التحولات في المنحى التالي: $H_3O^+_{aq} \rightarrow H_2O(\ell) + H^+$

$$CO_3^{2-} + H^+ \rightarrow HCO_{3\,aq}^-$$

وبالتالي معادلة التفاعل تكتب: $H_3O^+_{aq} + CO_3^{2-}{}_{aq} \rightarrow H_2O(\ell) + HCO_{3\,aq}^-$

4- معادلة التفاعل:

يتم التفاعل بين الحمض $H_3O^+_{(aq)}$ للمزدوجة $H_3O^+_{aq}/H_2O(\ell)$ والقاعدة $HCO_{3\,aq}^-$ للمزدوجة $(CO_2 + H_2O)/HCO_{3\,aq}^-$.

$$H_3O^+_{aq} \rightarrow H_2O(\ell) + H^+$$

$$HCO_{3\,aq}^- + H^+ \rightarrow CO_2, H_2O_{aq}$$

معادلة التفاعل هي: $H_3O^+_{aq} + HCO_{3\,aq}^- \rightarrow H_2O(\ell) + CO_3, H_2O_{aq}$

ليحدث التفاعل يجب أن يكون كل من المتفاعلين حاضراً في المجموعة الكيميائية.

الأيونات $HCO_{3\,aq}^-$ متواجدة لأنها من نواتج التفاعل بين أيونات CO_3^{2-} ل *tartre* وأيونات $H_3O^+_{(aq)}$.

الأيونات $H_3O^+_{(aq)}$ لا توجد في المجموعة الكيميائية إلا إذا استعمل حمض سولفاميك بكمية وافرة.

تمرين 9 — سماد التربة:

نحصل على نترات الأمونيوم الذي يستعمل كسماد للتربة بمزج الأمونياك مع محلول مائي لحمض النتريك في محرك. معادلة التفاعل المنمذج لهذا المحلول هي:

$$NH_3(g) + H_3O^+_{aq} \rightarrow NH_{4\,aq}^+ + H_2O(\ell)$$

نستخلص، بعد إزالة الماء، نترات الأمونيوم الصلب.

1- بين أن المعادلة تتعلق بتفاعل حمض قاعدة وحدد الحمض والقاعدة.

2- أنشئ الجدول الوصفي وعبّر عن التقدم الأقصى باعتبار $H_3O^+_{aq}$ كمتفاعل محد.

3- يُحضَّر محلول حمض النتريك بتفاعل حمض قاعدة بين حمض النتريك $HNO_3(\ell)$ والماء. اكتب معادلة التفاعل.

4- احسب كمية مادة أيونات الأكسونيوم الموجودة في حجم $V=1000L$ من محلول تمثل فيه النسبة الكتلية المائوية ل HNO_3 : $p=60,0\%$.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

5- احسب الحجم V' للأمونياك $NH_3(g)$ الدنوي اللازم لتتفاعل أيونات الأوكسونيوم كليا عند درجة الحرارة $20^\circ C$ وتحت الضغط الجوي.

نعطي: $M(NHO_3)=63,0g.mol^{-1}$؛ كثافة محلول حمض النتريك $d=1,37$

الكتلة الحجمية للماء $\rho = 1,000g/cm^3$ الحجم المولي للغازات عند $20^\circ C$ و $1,013.10^5Pa$: $V_m=24,0L$.

الحـــــل

1-البرهنة وتحديد الحمض والقاعدة:

يكتسب الأمونياك $NH_3(g)$ خلال التفاعل بروتونا H^+ ليُكَوِّنَ الأيون $NH_{4\,aq}^+$، ويفقد أيون الأوكسونيوم $H_3O_{aq}^+$ بروتونا H^+ ليُكَوِّنَ الماء $H_2O(\ell)$. إذا بما أن هناك انْتِقَالَ بُروتُونٍ H^+ بين المتفاعلين فإن التفاعل تفاعل حمض-قاعدة.

وحسب تعريف برونشد:

الحمض هو $H_3O_{aq}^+$ والقاعدة هي $NH_3(g)$.

2- إنشاء الجدول الوصفي وتحديد تعبير التقدم الأقصى:

- **الجدول الوصفي:**

المعادلة		$NH_3(g) + H_3O^+(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + H_2O(\ell)$			
	التقدم	$n(NH_3)$	$n(H_3O^+)$	$n(NH_4^+)$	$n(H_2O)$
الحالة البدئية	0	$n_i(NH_3)$	$n_i(H_3O^+)$	$n_i(NH_4^+)$	وفير
خلال التطور	x	$n_i(NH_3)-x$	$n_i(H_3O^+)-x$	x	وفير
الحالة النهائية	x_{max}	$n_i(NH_3)-x_{max}$	$n_i(H_3O^+)-x_{max}$	x_{max}	وفير

تعبير التقدم الأقصى:

بما أن H_3O^+ هو المتفاعل الأقصى فإن: $n_i(H_3O^+)-x_{max}=0$

ومنه: $x_{max}=n_i(H_3O^+)$

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

3- معادلة التفاعل:

المزدوجتان المتفاعلتان: $HNO_3(\ell)/NO_{3\,aq}^-$ و $H_3O^+_{aq}/H_2O(\ell)$

المعادلة: $HNO_3(\ell) + H_2O(\ell) \rightarrow H_3O^+_{aq} + NO_{3\,aq}^-$

4- حساب كمية مادة الأيونات H_3O^+:

حسب المعادلة أعلاه لدينا: $n_i(H_3O^+)=n(HNO_3)$

مع: $n(HNO_3) = \frac{m(HNO_3)}{V(HNO_3)}$

وبما أن كتلة الحجم V من المحلول هي: $m = d.\rho_{eau}.V$

وحسب النسبة الكتلية المائوية: $m(HNO_3)=p.m$

فإن: $n(HNO_3) = \frac{p.d.\rho_{eau}.V}{M(HNO_3)}$ وبالتالي: $n_i(H_3O^+) = \frac{p.d.\rho_{eau}.V}{M(H_3O^+)}$

بما أن وحدة ρ هي g/cm^3، نعبر عن الحجم V ب cm^3

$1l=1dam^3$

$=10^3cm^3$

تطبيق عددي: $n_i(H_3O^+) = \frac{0,600 \times 1,37 \times 1,000 \times 1000.10^3}{63,0}$ ؛ $n_i(H_3O^+)=1,30.10^4mol$

5- حساب الحجم V' للأمونياك اللازم:

لدينا: $V'=n_{i\,min}(NH_3).V_m$

وحسب الجدول الوصفي (السؤال 2) لدينا: $n_i(NH_3)-x_{max} \geqslant 0$

أي: $n_i(NH_3) \geq x_{max}$ مع: $x_{max}=n_i(H_3O^+)$

نحصل على: $n_i(NH_3) \geqslant n_i(H_3O^+)$ كمية المادة الدنوية للأمونياك هي $n_{i\,min}(NH_3) = n_i(H_3O^+)$

وبالتالي: $V'=n_i(H_3O^+).V_m$

تطبيق عددي: $V'=1,30.10^4 \times 24,0$ ؛ $V'=3,12.10^5L$

تمرين 10 — تحديد النسبة المائوية لمنتوج تجاري

يتفاعل حمض الإيثانويك الموجود في الخل مع هيدروجينوكربونات الصوديوم ليعطي تصاعدَ غاز.

لتحديد النسبة المائوية الكتلية لهيدروجينوكربونات الصوديوم لمنتوج تجاري ننجز التجربة التالية:

ندخل بأنبوب اختبار مزود بأنبوب تصاعد عينة من المنتوج التجاري كتلتها $m_0=2,0g$ ونصب عليها حمض الإيثانويك بإفراط.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

حجم الغاز المتصاعد المحصل عليه عند نهاية التحول هو $V=89mL$.

1- اكتب الصيغة الكيميائية لهيدروجينوكربونات الصوديوم الصلب وحدد نواتج ذوبانه في الماء.

2- عين المزدوجتين قاعدة/حمض المتفاعلين في الأنبوب.

3- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول وحدد الغاز الناتج.

4- أنشئ الجدول الوصفي للتحول الكيميائي وحدد التقدم الأقصى. نعطي الحجم المولي في ظروف التجربة $V_m=24,0L.mol^{-1}$

5- ما كتلة هيدروجينوكربونات الصوديوم المتفاعل؟

6- استنتج النسبة المائوية الكتلية لهيدروجينوكربونات الصوديوم في المنتوج التجاري.

الحـــــل

1- صيغة المركب ونواتج ذوبانه في الماء:

الصيغة: $NaHCO_3$

النواتج: يؤدي ذوبان $NaHCO_3$ في الماء إلى تكون:

الأيونات Na^+_{aq} و $HCO^-_{3\,aq}$

2- تعيين المزدوجتين:

المزدوجة الأولى: $(CO_2 + H_2O)/HCO^-_{3\,aq}$

المزدوجة الثانية: $CH_3CO_2H_{aq}/CH_3CO^-_{2\,aq}$

3- معادلة التفاعل وتحديد الغاز الناتج:

لدينا نصف المعادلة الأولى: $HCO^-_{3\,aq} + H^+ = CO_2(g) + H_2O(\ell)$

ونصف المعادلة الثانية: $CH_3CO_2H_{aq} = CH_3CO^-_{2\,aq} + H^+$

إذا معادلة التفاعل هي:

$$HCO^-_{3\,aq} + CH_3CO_2H_{aq} \rightarrow CO_2(g) + CH_3CO^-_{2\,aq} + H_2O(\ell)$$

الغاز الناتج هو ثنائي أوكسيد الكربون (CO_2).

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

4- الجدول الوصفي و x_{max}:

• الجدول الوصفي:

المعادلة		$HCO_{3\,aq}^- + CH_3CO_2H_{aq} \rightarrow CO_2(g) + CH_3CO_{2\,aq}^- + H_2O(\ell)$				
	التقدم	$n(HCO_3^-)$	$n(CH_3CO_2H)$	$n(CO_2)$	$n(CH_3CO_2^-)$	$n(H_2O)$
الحالة البدئية	0	$n_i(HCO_3^-)$	وفير	0	وفير	وفير
خلال التطور	x	$n_i(HCO_3^-) - x$	وفير	x	وفير	وفير
الحالة النهائية		$n_i(HCO_3^-) - x_{max}$	وفير	x_{max}	وفير	وفير

• تحديد قيمة x_{max}:

لدينا حسب الجدول الوصفي: $x_{max}=n_f(CO_2)$

وحسب حجم CO_2 الناتج عند نهاية التحول نجد: $n_f = \frac{V}{V_m} = \frac{89.10^{-3}}{24,0}$

أي $n_f=3,7.10^{-3}mol$

وبالتالي: $x_{max}=3,7.10^{-3}mol$

5- كتلة هيدروجينوكربونات الصوديوم المتفاعل:

لدينا: $m=n(NaHCO_3).M(NaHCO_3)$

مع: $n(NaHCO_3) = n(HCO_3^-)$

وبما أن الحمض مستعمل بوفرة فإن: $n_i(HCO_3^-) - x_{max} = 0$

أي: $n(HCO_3^-) = x_{max}$

وبالتالي: $m=x_{max}.M(NaHCO_3)$

تطبيق عددي: $m=3,7.10^{-3}\times 84$ ؛ $m=0,31g$

6- استنتاج النسبة المائوية:

تحتوي كتلة العينة m_0 على m من $(NaHCO_3)$

وبالنسبة ل $100g$ نجد: $\frac{m}{m_0}\times 100 = 16\%$

إذا النسبة المائوية الكتلية هي: 16%.