تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

التفاعلات الحمضية-القاعدية

حلول تمارين

تمرين 1

1- • نصف المعادلة البروتونية لحمض النتروز: $HNO_{2(aq)} \rightleftharpoons NO_{2(aq)}^{-} + H^{+}$

• نصف المعادلة البروتونية للأمونياك: $NH_{3(aq)} + H^{+} \rightleftharpoons NH_{4(aq)}^{+}$

2- معادلة التفاعل: يجمع نصفا المعادلة مع إقصاء البروتون:

$$HNO_{2(aq)} \rightleftharpoons NO_{2(aq)}^{-} + \cancel{H^{+}}$$
$$NH_{3(aq)} + \cancel{H^{+}} \rightleftharpoons NH_{4(aq)}^{+}$$
$$HNO_{2(aq)} + NH_{3(aq)} \rightarrow NO_{2(aq)}^{-} + NH_{4(aq)}^{+}$$

تمرين 2

1- • معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء:

المزدوجتان المتدخلتان هما $CH_3CO_2H_{(aq)} / CH_3CO_{2(aq)}^{-}$ و $H_3O_{(aq)}^{+} / H_2O_{(l)}$ (الماء يتدخل كقاعدة)

و معادلة التفاعل هي: $CH_3CO_2H_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow CH_3CO_{2(aq)}^{-} + H_3O_{(aq)}^{+}$

يلاحظ أن هذا التفاعل ينتج أيونات الأكسنيوم $H_3O_{(aq)}^{+}$ و لذلك يكون المحلول الناتج حمضيا.

• معادلة تفاعل الأمونياك مع الماء:

المزدوجتان المتدخلتان هما $NH_{4(aq)}^{+} / NH_{3(aq)}$ و $H_2O_{(l)} / HO_{(aq)}^{-}$ (الماء يتدخل كحمض)

و معادلة التفاعل هي: $NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NH_{4(aq)}^{+} + HO_{(aq)}^{-}$

يلاحظ أن هذا التفاعل ينتج أيونات الهيدروكسيد $HO_{(aq)}^{-}$ و لذلك يكون المحلول الناتج قاعديا.

2-

أ- • صيغة محلول إيثانوات الصوديوم: $(Na_{(aq)}^{+} + CH_3CO_{2(aq)}^{-})$

• صيغة محلول كلورور الأمونيوم: $(NH_{4(aq)}^{+} + Cl_{(aq)}^{-})$

ب- المحلول الذي يمكنه التفاعل مع محلول الأمونياك:

محلول الأمونياك (قاعدة) لا يمكنه التفاعل إلا مع محلول حمض ينتمي لمزدوجة أخرى، و هو محلول حمض الإيثانويك. و معادلة التفاعل هي: $CH_3CO_2H_{(aq)} + NH_{3(aq)} \rightarrow CH_3CO_{2(aq)}^{-} + NH_{4(aq)}^{+}$

ت- المحلول الذي يمكنه التفاعل مع محلول إيثانوات الصوديوم:

محلول الإيثانوات (قاعدة) لا يمكنه التفاعل إلا مع محلول حمض ينتمي لمزدوجة أخرى، و هو محلول الأمونيوم.

و معادلة التفاعل هي: $CH_3CO_{2(aq)}^{-} + NH_{4(aq)}^{+} \rightarrow CH_3CO_2H_{(aq)} + NH_{3(aq)}$

تمرين 3

1- صيغة فوسفات الأمونيوم و معادلة ذوبانه في الماء:

• يتكون هذا المركب الأيوني من أيونات الفوسفات $PO_{4(aq)}^{3-}$ و أيونات الأمونيوم $NH_{4(aq)}^{+}$ إذن صيغته هي: $(NH_4)_3PO_4$

و معادلة ذوبانه في الماء هي: $(NH_4)_3PO_{4(s)} \xrightarrow{H_2O} 3NH_{4(aq)}^{+} + PO_{4(aq)}^{3-}$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

2- بيان أن الأيونات المكونة لهذا السماد يمكنها أن تتفاعل فيما بينها وفق تفاعل حمضي-قاعدي

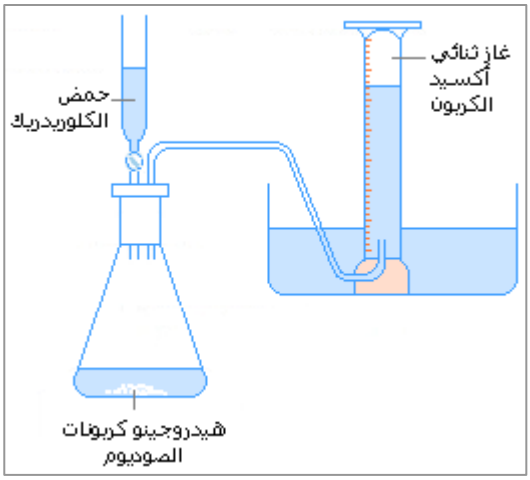
أيون الأمونيوم $NH_{4(aq)}^{+}$ حمض ينتمي للمزدوجة $NH_{4(aq)}^{+} / NH_{3(aq)}$ ، بينما أيون الفوسفات قاعدة تنتمي للمزدوجة $HPO_{4(aq)}^{2-} / PO_{4(aq)}^{3-}$ ، إذن يمكن أن يتفاعلا وفق تفاعل حمضي-قاعدي.

3- معادلة هذا التفاعل: $PO_{4(aq)}^{3-} + NH_{4(aq)}^{+} \rightarrow HPO_{4(aq)}^{2-} + NH_{3(aq)}$

تمرين 4

1- شكل التركيب التجريبي المستعمل:

أنظر الشكل جانبه



2- معادلة ذوبان هيدروجينوكربونات الصوديوم في الماء:

$$NaHCO_{3(s)} \xrightarrow{H_2O} Na_{(aq)}^{+} + HCO_{3(aq)}^{-}$$

3- المزدوجتان حمض-قاعدة المتدخلتان:

$H_3O_{(aq)}^{+} / H_2O_{(l)}$ و $\underbrace{(CO_2, H_2O)}_{\text{حمض الكربونيك}} / HCO_{3(aq)}^{-}$

4- نصف المعادلة البروتونية لكل من المزدوجتين:

$$H_3O_{(aq)}^{+} \rightleftharpoons H_2O_{(l)} + H^{+}$$

$$HCO_{3(aq)}^{-} + H^{+} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

5- معادلة التفاعل الذي يحدث في الدورق: $HCO_{3(aq)}^{-} + H_3O_{(aq)}^{+} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

و الغاز المنطلق هو ثنائي أكسيد الكربون.

6- حجم المحلول الحمضي اللازم لاختفاء الكتلة m:

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$HCO_{3(aq)}^{-} + H_3O_{(aq)}^{+} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة (mol)			
البدئية	0	n_0	$c \cdot V$	0	وافر
خلال التحول	x	$n_0 - x$	$c \cdot V - x$	x	وافر
النهائية	x_{max}	$n_0 - x_{max}$	$c \cdot V - x_{max}$	x_{max}	وافر

اختفاء الكتلة m يعني أن المتفاعل المحد هو $HCO_{3(aq)}^{-}$ ، إذن: $n_0 - x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = n_0$

الحجم الذي ينبغي صبه من المحلول الحمضي يحقق الشرط: $c \cdot V - x_{max} \geq 0$

يستنتج الحجم الأدنى اللازم لاختفاء الكتلة m : $c \cdot V - x_{max} = 0 \rightarrow c \cdot V = n_0$

$$c \cdot V = \frac{m}{M} \rightarrow V = \frac{m}{c \cdot M}$$

ت.ع. $V = \frac{0,50\ (g)}{0,10\ (mol.L^{-1}) \times 84,01\ (g.mol^{-1})} = 0,06\ L$ أي $V = 60\ mL$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

7- حجم الغاز الناتج:

حسب الجدول كمية المادة للغاز الناتج في الحالة النهائية هي: $n_f(CO_2) = x_{max}$ ← $n_f(CO_2) = \frac{m}{M}$

و حجمه هو إذن: $V_f(CO_2) = \frac{m}{M} \cdot V_m$

ت.ع. $V_f(CO_2) = \frac{0,50\ (g)}{84,01\ (g.mol^{-1})} \times 24,0\ (L.mol^{-1}) = 0,143\ L$

أي $V_f(CO_2) = 143\ mL$

تمرين 5

1- معادلة ذوبان هيدروجينوكبريتات الصوديوم في الماء:

$$NaHSO_{4(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + HSO^-_{4(aq)}$$

2- معادلة تفاعل أيون الهيدروجينوكبريتات مع الماء

المزدوجتان المتدخلتان هما: $HSO^-_{4(aq)} / SO^{2-}_{4(aq)}$ و $H_3O^+_{(aq)} / H_2O_{(l)}$

و معادلة التفاعل هي: $HSO^-_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow SO^{2-}_{4(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

3- التركيز النهائي للأيونات $H_3O^+_{(aq)}$ في ماء المسبح:

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$HSO^-_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow SO^{2-}_{4(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة (mol)			
البدئية	0	0	0	وافر	n_0
خلال التحول	x	x	x	وافر	$n_0 - x$
النهائية	x_{max}	x_{max}	x_{max}	وافر	$n_0 - x_{max}$

الماء نوع وافر إذن HSO_4^- هو المتفاعل المحد، و بالتالي: $n_0 - x_{max} = 0$ ← $x_{max} = n_0$

و حسب الجدول كمية المادة للأيونات H_3O^+ الناتجة في الحالة النهائية هي: $n_f(H_3O^+) = x_{max}$

يستنتج تركيزها النهائي: $[H_3O^+]_f = \frac{n_0}{V}$

و علما أن $n_0 = \frac{17,8}{100} \times \frac{m}{M}$ فإن بالتالي: $[H_3O^+]_f = \frac{17,8}{100} \times \frac{m}{M \cdot V}$

ت.ع. $[H_3O^+]_f = \frac{17,8}{100} \times \frac{500(g)}{120,11(g.mol^{-1}) \times 50 \times 10^3 (L)} = 1,48.10^{-5} mol.L^{-1}$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

تمرين 6

1- معادلة ذوبان إيثانوات الصوديوم في الماء:

$$CH_3CO_2Na_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + CH_3CO^-_{2(aq)}$$

2-

أ- معادلة التفاعل الحاصل بين المحلولين:

المزدوجتان المتدخلتان هما: $CH_3CO^-_{2(aq)} / CH_3CO_2H_{(aq)}$ و $H_3O^+_{(aq)} / H_2O_{(l)}$

و معادلة التفاعل هي: $CH_3CO^-_{2(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow CH_3CO_2H_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

ب- المتفاعل المحد:

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$CH_3CO^-_{2(aq)}$ + $H_3O^+_{(aq)}$ → $CH_3CO_2H_{(aq)}$ + $H_2O_{(l)}$			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة (mol)			
البدئية	0	وافر	0	$c_2 \cdot V_2$	$c_1 \cdot V_1$
خلال التحول	x	وافر	x	$c_2 \cdot V_2 - x$	$c_1 \cdot V_1 - x$
النهائية	x_{max}	وافر	x_{max}	$c_2 \cdot V_2 - x_{max}$	$c_1 \cdot V_1 - x_{max}$

في الحالة البدئية: $n_{01} = c_1 \cdot V_1 = 2,5.10^{-2} \times 25,0 \times 10^{-3} = 6,25.10^{-4} mol$

$n_{02} = c_2 \cdot V_2 = 2,0.10^{-2} \times 75,0 \times 10^{-3} = 1,5.10^{-3} mol$

المعاملات التناسبية متساوية، المتفاعل المحد هو الذي له أقل كمية بدئية. و هو أيون الإيثانوات $CH_3CO_2^-$.

ت- التركيب النهائي للمحلول بالمول:

بما أن $CH_3CO_2^-$ هو المتفاعل المحد، فإن: $c_1 \cdot V_1 - x_{max} = 0 \leftarrow x_{max} = 6,25.10^{-4} mol$

يستنتج التركيب النهائي بتعويض x_{max} بقيمتها في الجدول:

$CH_3CO^-_{2(aq)}$	$H_3O^+_{(aq)}$	$CH_3CO_2H_{(aq)}$	$H_2O_{(l)}$
0	$8,75.10^{-4}$ mol	$6,25.10^{-4} mol$	وافر

تمرين 7

1- بيان أن هذا التفاعل هو تفاعل حمضي-قاعدي مع تحديد الحمض و القاعدة المتفاعلين:

$$NH_{3(g)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$$

خلال هذا التفاعل أيون الأكسنيوم H_3O^+ فقد بروتونا: فهو حمض، بينما جزيئة الأمونياك NH_3 اكتسبته: فهي قاعدة.

و التفاعل الحاصل هو تفاعل حمضي_قاعدي.

2- المزدوجتان حمض-قاعدة المتدخلتان

المزدوجتان المتدخلتان هما: $NH^+_{4(aq)} / NH_{3(g)}$ و $H_3O^+_{(aq)} / H_2O_{(l)}$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

3- كمية المادة لأيونات الأكسونيوم:

كمية المادة البدئية لأيونات الأكسونيوم: $n_0 = n_0(HNO_3) = \dfrac{m(HNO_3)}{M(HNO_3)}$

كتلة حمض النتريك المذابة في المحلول: $m(HNO_3) = \dfrac{60}{100} \cdot m_S$

كتلة المحلول: $m_S = \rho \cdot V = \rho_e \cdot d \cdot V$

يستنتج: $n_0 = \dfrac{60}{100} \cdot \dfrac{\rho_e \cdot d \cdot V}{M(HNO_3)}$

ت.ع. $n_0 = \dfrac{60}{100} \times \dfrac{1000(g.L^{-1}) \times 1,37 \times 1000(L)}{63,01(g.mol^{-1})} = \underline{1,30.10^4\ mol}$

4- حجم غاز الأمونياك اللازم لاستهلاك جميع أيونات الأكسونيوم:

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل:

$NH_{3(g)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$				معادلـــــــة التفاعـــــــل	
كميات المادة (mol)				تقدم التفاعل	حالة المجموعة
n'_0	n_0	0	وافر	0	البدئية
$n'_0 - x$	$n_0 - x$	x	وافر	x	خلال التحول
$n'_0 - x_{max}$	$n_0 - x_{max}$	x_{max}	وافر	x_{max}	النهائية

استهلاك جميع الأيونات H_3O^+ يعني أن المتفاعل المحد هو H_3O^+، إذن: $n_0 - x_{max} = 0 \leftarrow x_{max} = n_0$

كمية المادة لغاز الأمونياك تحقق الشرط: $n'_0 - x_{max} \geq 0$

يستنتج الحجم الأدنى V لغاز الأمونياك اللازم لاستهلاك جميع الأيونات H_3O^+:

$$n'_0 - x_{max} = 0 \leftarrow n'_0 = n_0 \leftarrow \frac{V}{V_m} = n_0 \leftarrow V = n_0 \cdot V_m$$

ت.ع. $V = 1,30.10^4(mol) \times 24,0(L.mol^{-1}) = \underline{3,12.10^5\ L}$ أي $\underline{V = 312\ m^3}$