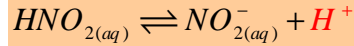


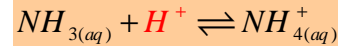
التفاعلات الحمضية-القاعدية

تمرين 1

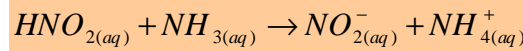
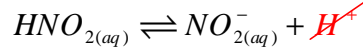
1- نصف المعادلة البروتونية لحمض النتروز:



• نصف المعادلة البروتونية للأمونياك:



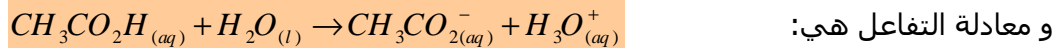
2- معادلة التفاعل: يجمع نصفا المعادلة مع إقصاء البروتون:



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)

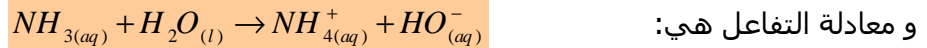


و معادلة التفاعل هي:

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)

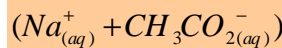


و معادلة التفاعل هي:

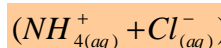
يلاحظ أن هذا التفاعل ينتج أيونات الهيدروكسيد $HO^-_{(aq)}$ و لذلك يكون المحلول الناتج **قاعديا**.

2

أ- صيغة محلول إيثانوات الصوديوم:

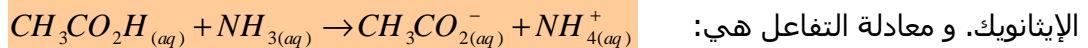


• صيغة محلول كلورور الأمونيوم:



ب- المحلول الذي يمكنه التفاعل مع محلول الأمونياك:

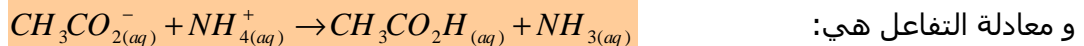
محلول الأمونياك (قاعدة) لا يمكنه التفاعل إلا مع محلول حمض ينتمي لمزدوجة أخرى، و هو محلول حمض



الإيثانويك. و معادلة التفاعل هي:

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.

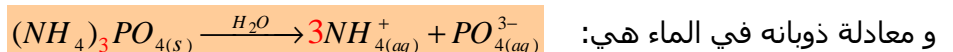


و معادلة التفاعل هي:

تمرين 3

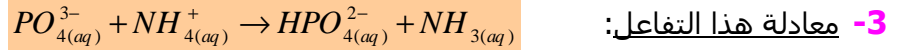
1- صيغة فوسفات الأمونيوم و معادلة ذوبانه في الماء:

• يتكون هذا المركب الأيوني من أيونات الفوسفات PO_4^{3-} و أيونات الأمونيوم NH_4^+ إذن صيغته هي: $(NH_4)_3PO_4$

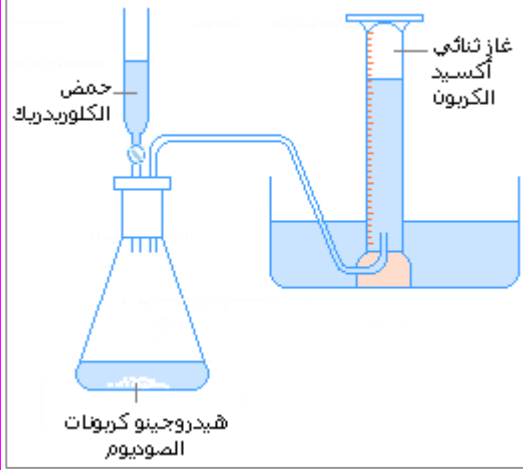


و معادلة ذوبانه في الماء هي:

-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
 $HPO_4^{2-}(aq) / PO_4^{3-}(aq)$ ، إذن يمكن أن يتفاعلا وفق تفاعل حمضي-قاعدي.



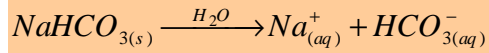
تمرين 4



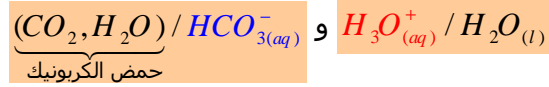
-1 شكل التركيب التجريبي المستعمل:

أنظر الشكل جانبه

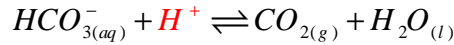
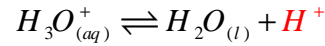
-2 معادلة ذوبان هيدروجينوكربونات الصوديوم في الماء:



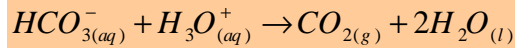
-3 المزدوجتان حمض-قاعدة المتدخلتان:



-4 نصف المعادلة البروتونية لكل من المزدوجتين:



-5 معادلة التفاعل الذي يحدث في الدورق:



و الغاز المنطلق هو ثاني أكسيد الكربون.

-6 حجم المحلول الحمضي اللازم لاختفاء الكتلة m:

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل:

$HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$				معادلة التفاعل	
كميات المادة (mol)				تقدم التفاعل	حالة المجموعة
n_0	$c \cdot V$	0	وافر	0	البداية
$n_0 - x$	$c \cdot V - x$	x	وافر	x	خلال التحول
$n_0 - x_{\max}$	$c \cdot V - x_{\max}$	x_{\max}	وافر	x_{\max}	النهائية

اختفاء الكتلة m يعني أن المتفاعل المحد هو $HCO_3^-(aq)$ ، إذن: $n_0 - x_{\max} = 0 \leftarrow x_{\max} = n_0$

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

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

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

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

7- حجم الغاز الناتج:

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

$$V_f(CO_2) = \frac{m}{M} \cdot V_m$$

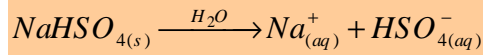
و حجمه هو إذن:

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

$$V_f(CO_2) = 143 mL \quad \text{أي}$$

تمرين 5

1- معادلة ذوبان هيدروجينوكربونات الصوديوم في الماء:



2- معادلة تفاعل أيون الهيدروجينوكربونات مع الماء

المزدوجتان المتدخلتان هما: $HSO_{4(aq)}^- / SO_{4(aq)}^{2-}$ و $H_3O_{(aq)}^+ / H_2O_{(l)}$

و معادلة التفاعل هي: $HSO_{4(aq)}^- + H_2O_{(l)} \rightarrow SO_{4(aq)}^{2-} + H_3O_{(aq)}^+$

3- التركيز النهائي للأيونات $H_3O_{(aq)}^+$ في ماء المسيح:

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل:

$HSO_{4(aq)}^- + H_2O_{(l)} \rightarrow SO_{4(aq)}^{2-} + H_3O_{(aq)}^+$				معادلة التفاعل	
كميات المادة (mol)				تقدم التفاعل	حالة المجموعة
n_0	وافر	0	0	0	البدئية
$n_0 - x$	وافر	x	x	x	خلال التحول
$n_0 - x_{\max}$	وافر	x_{\max}	x_{\max}	x_{\max}	النهائية

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

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

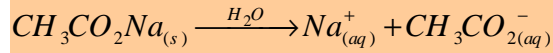
يستنتج تركيزها النهائي: $[H_3O^+]_f = \frac{n_0}{V}$

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

$$[H_3O^+]_f = \frac{17,8}{100} \times \frac{500(g)}{120,11(g \cdot mol^{-1}) \times 50 \times 10^3(L)} = 1,48 \cdot 10^{-5} mol \cdot L^{-1} \quad \text{ت.ع.}$$

تمرين 6

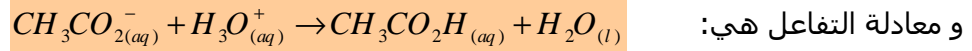
1- معادلة ذوبان إيثانوات الصوديوم في الماء:



2-

أ- معادلة التفاعل الحاصل بين المحلولين:

المزدوجتان المتدخلتان هما: $CH_3CO_2H_{(aq)} / CH_3CO_2^-_{(aq)}$ و $H_3O^+_{(aq)} / H_2O_{(l)}$



و معادلة التفاعل هي:

ب- المتفاعل المحد:

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل:

معادلة التفاعل				معادلة التفاعل	
$CH_3CO_2^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow CH_3CO_2H_{(aq)} + H_2O_{(l)}$				تقدم التفاعل	حالة المجموعة
كميات المادة (mol)					
$c_1 \cdot V_1$	$c_2 \cdot V_2$	0	وافر	0	البدئية
$c_1 \cdot V_1 - x$	$c_2 \cdot V_2 - x$	x	وافر	x	خلال التحول
$c_1 \cdot V_1 - x_{\max}$	$c_2 \cdot V_2 - x_{\max}$	x_{\max}	وافر	x_{\max}	النهائية

في الحالة البدئية: $n_{01} = c_1 \cdot V_1 = 2,5 \cdot 10^{-2} \times 25,0 \times 10^{-3} = 6,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$n_{02} = c_2 \cdot V_2 = 2,0 \cdot 10^{-2} \times 75,0 \times 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

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

ت- التركيب النهائي للمحلول بالمول:

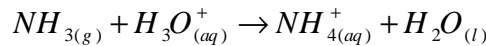
بما أن $CH_3CO_2^-$ هو المتفاعل المحد، فإن: $c_1 \cdot V_1 - x_{\max} = 0 \leftarrow x_{\max} = 6,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

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

$CH_3CO_2^-_{(aq)}$	$H_3O^+_{(aq)}$	$CH_3CO_2H_{(aq)}$	$H_2O_{(l)}$
0	$8,75 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$	$6,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$	وافر

تمرين 7

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



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 $H_3O^+_{(aq)} / H_2O_{(l)}$

3- كمية المادة لأيونات الأوكسنيوم:

$$n_0 = n_0(HNO_3) = \frac{m(HNO_3)}{M(HNO_3)}$$

كمية المادة البدئية لأيونات الأوكسنيوم:

$$m(HNO_3) = \frac{60}{100} \cdot m_s$$

كتلة حمض النتريك المذابة في المحلول:

$$m_s = \rho \cdot V = \rho_e \cdot d \cdot V$$

كتلة المحلول:

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

يستنتج:

$$n_0 = \frac{60}{100} \times \frac{1000(g \cdot L^{-1}) \times 1,37 \times 1000(L)}{63,01(g \cdot mol^{-1})} = 1,30 \cdot 10^4 \text{ mol} \quad \text{ت.ع.}$$

4- حجم غاز الأمونياك اللازم لاستهلاك جميع أيونات الأوكسنيوم:

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل:

$NH_{3(g)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow NH_4^+_{(aq)} + H_2O_{(l)}$				معادلة التفاعل	
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^+ :

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

$$V = 312 \text{ m}^3 \quad \text{أي} \quad V = 1,30 \cdot 10^4 (mol) \times 24,0 (L \cdot mol^{-1}) = 3,12 \cdot 10^5 \text{ L} \quad \text{ت.ع.}$$