

تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

الوحدة 04

الباقية رقم 03

التمرين رقم: 01

بكالوريا 2014 ت.ر.ر

نريد تحديد تجريبياً التركيز المولي C_b لمحلول مائي (S) لنشادر NH_3 عن طريق المعايرة الـ pH مترية، لذلك نعاير حجماً $V_b = 20 mL$ من المحلول (S) بواسطة حمض كلور الماء ($H_3O^+ + Cl^-$) تركيزه المولي $C_a = 0,015 mol.L^{-1}$.

1- أعط البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة مع رسم تخطيطي للتجهيز المستعمل.
ب- أنجز جدول تقدم التفاعل الذي يرمز التحول الكيميائي الحادث بين محلول النشادر و حمض كلور الماء.

2- النتائج المحصل عليها عند $25^\circ C$ سمحت برسم المنحنى (الشكل-3).
بالاعتماد على المنحنى جد:
أ- إحداثيي نقطة التكافؤ.

ب- التركيز المولي الابتدائي C_b لمحلول النشادر.

ج- قيمة الـ pKa للشثائية (NH_3/NH_4^+).

3- أحسب قيمة ثابت التوازن K لهذا التفاعل.

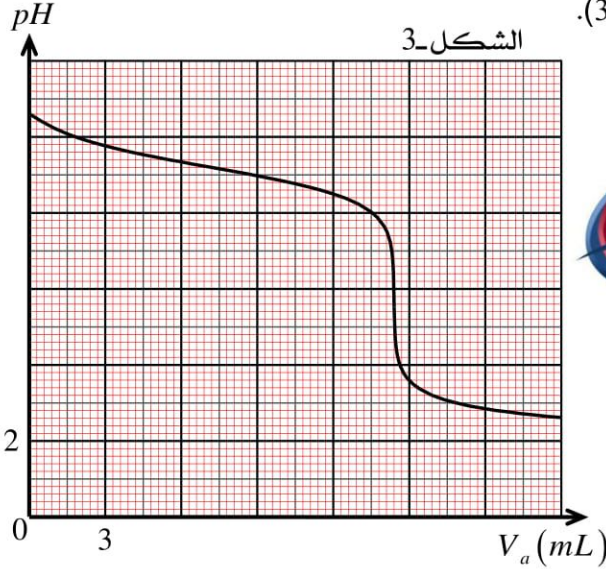
4- عند إضافة حجم $V_a = 9 mL$ من المحلول الحمضي:

أ- أحسب النسبة $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$ للمزيج التفاعلي النهائي.

ب- عبر عن النسبة السابقة بدلالة C_b و V_b و التقدم النهائي x_f .

ج- أحسب قيمة النسبة النهائية τ_f لتقدم تفاعل المعايرة عند

الإضافة السابقة. ماذا تستنتج؟



الشكل-3

بكالوريا 2015 ع.ت

التمرين رقم: 02

نعاير حجماً $V_a = 20 mL$ من محلول مائي ممدد لحمض البنزويك $C_6H_5CO_2H$ تركيزه المولي C_a مجهول بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+ + OH^-$) تركيزه المولي $C_b = 10^{-1} mol.L^{-1}$.

النتائج المتحصلة عليها مكنت من رسم البيان ($pH = f(V_b)$) (الشكل-4)

حيث V_b هو حجم الأساس المسكوب.

1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة الحادث.

2- حدد بيانياً إحداثيي نقطة التكافؤ E .

3- أ- أحسب التركيز المولي C_a للحمض.

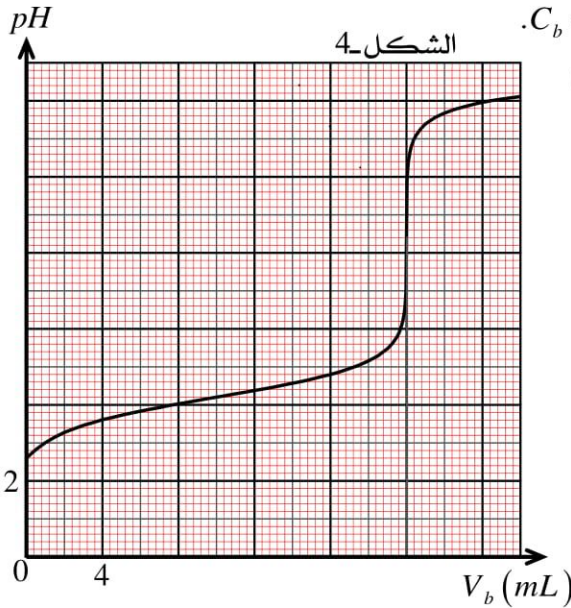
ب- عين بيانياً قيمة pKa للشثائية ($C_6H_5CO_2H / C_6H_5CO_2^-$).

4- أحسب تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند سكب

$14 mL$ من المحلول الأساسي، ثم جد قيمة النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل.

- ماذا تستنتج؟

علماً أن المعايرة تمت عند الدرجة $25^\circ C$.



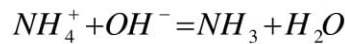
الشكل-4

بكالوريا 2015 ت.ر.ر

التمرين رقم: 03

تستعمل المنتوجات الصناعية الأزوتية في المجال الفلاحي لتوفرها على عنصر الأزوت الذي يعد من بين العناصر الضرورية لتخصيب التربة. يحتوي منتج صناعي على نترات الأمونيوم $NH_4NO_3(s)$ كثير الذوبان في الماء. تشير لاصقة كيس المنتج الصناعي الأزوتي إلى النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت (33%). القياسات تمت عند درجة الحرارة $25^\circ C$.

في اللحظة $t = 0$ نمزج حجما $V_1 = 20 \text{ mL}$ من محلول شوارد الأمونيوم NH_4^+ تركيزه المولي $C_1 = 0,15 \text{ mol.L}^{-1}$ مع حجم $V_2 = 10 \text{ mL}$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $C_2 = 0,15 \text{ mol.L}^{-1}$.
قيس pH المزيج التفاعلي فوجد $pH = 9,2$. نمذج التحول الحادث بالمعادلة الكيميائية التالية:



1- أ- بين أن التفاعل السابق هو تفاعل حمض-أساس.

ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل. حدد المتفاعل المحد واستنتج قيمة التقدم الأعظمي x_{\max} .

ج- بين أنه عند التوازن: $x_{eq} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

د- أحسب النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟

2- بهدف التأكد من النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت في المنتج الصناعي، نذيب عينة كتلتها $m = 6 \text{ g}$ منه في حوجلة عيارية، فنحصل على محلول (S_a) حجمه 250 mL . نأخذ حجما $V_a = 10 \text{ mL}$ من المحلول (S_a) ونعايره بواسطة محلول

هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ ، نصل إلى نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{bE} = 14 \text{ mL}$.

أ- أحسب التركيز المولي C_a للمحلول (S_a) ، واستنتج كتلة الأزوت في العينة.

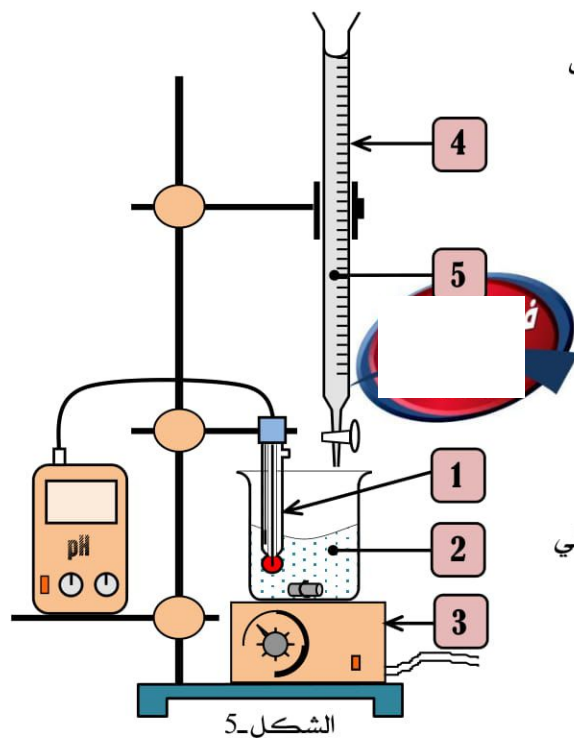
ب- تعرف النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت بأنها: النسبة بين كتلة الأزوت في العينة وكتلة العينة.

ج- أحسب النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت في العينة. ماذا تستنتج؟

تعطى: $pKa(NH_3/NH_4^+) = 9,2$ ، $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ ، $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ ، $M(N) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$

التمرين رقم: 04

بكالوريا 2016 ع ت



الشكل-5

المحاليل مأخوذة عند درجة الحرارة 25°C .

لإزالة الطبقة الكلسية المترسبة على جدران أدوات الطهي المنزلية يمكن استعمال منظف تجاري مسحوق حمض السولفاميك القوي ذو الصيغة الكيميائية

HSO_3NH_2 والذي نرمزله اختصارا HA ونقاوته $(P\%)$.

1- للحصول على المحلول (S_A) لحمض السولفاميك ذي التركيز المولي C_A ،

نحضر محلولاً حجمه $V = 100 \text{ mL}$ و يحتوي كتلة $m = 0,9 \text{ g}$ من المسحوق التجاري لحمض السولفاميك.

أ- أكتب معادلة انحلال الحمض HA في الماء.

ب- صف البروتوكول التجريبي المناسب لعملية تحضير المحلول (S_A) .

2- لمعايرة المحلول (S_A) نأخذ منه $V_A = 20 \text{ mL}$ ونضيف له 80 mL

من الماء المقطر، وباستعمال التركيب التجريبي المبين في الشكل-5

نعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ ذي التركيز المولي

$C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

نبلغ نقطة التكافؤ عند إضافة حجم $V_{BE} = 15,3 \text{ mL}$ من محلول هيدروكسيد

الصوديوم $pH_E = 7$.

أ- تعرف على أسماء العناصر المرقمة في الشكل-5.

ب- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

ج- أحسب التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) ، ثم استنتج الكتلة m_A للحمض HA المذابة في هذا المحلول.

د- أحسب النقاوة $(P\%)$ للمنظف التجاري.

تعطى: الكتلة المولية للحمض HA : $M = 97 \text{ g.mol}^{-1}$

التمرين رقم: 05

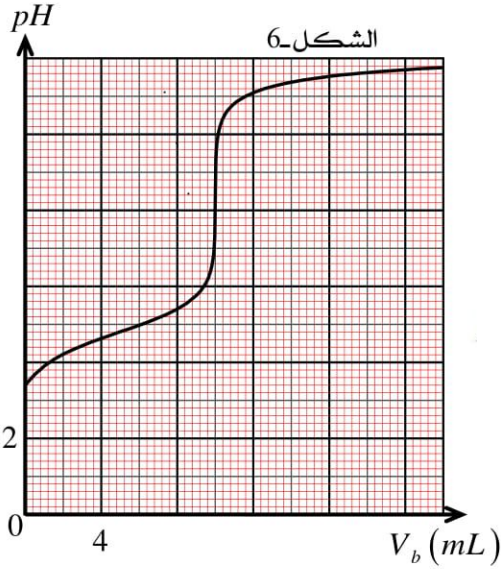
بكالوريا 2016 ت ر

المحاليل مأخوذة عند درجة الحرارة 25°C . يعطى $Ke = 10^{-14}$.

أثناء عملية تنظيم محتويات مخبر ثانوية، عثر التلاميذ على قارورات لمحاليل أحماض عضوية أتلقت بطاقتها المحددة للاسم و الصيغة الجزيئية و التركيز المولي C_a للحمض HA . للتعرف على أحدهما، قام التلاميذ بمعايرة الحجم $V_a = 20 \text{ mL}$ من محلول

أحد هذه الأحماض بمحلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم $(K^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $C_b = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. باستعمال

لاقط pH متر و واجهة دخول موصولة بجهاز إعلام ألي مزود ببرمجية مناسبة، تحصلنا على المنحنى البياني $pH = f(V_b)$ حيث V_b حجم الأساس المضاف أثناء المعايرة (الشكل-6).



- 1- أعط المفهوم الكيميائي لنقطة التكافؤ.
- 2- عين إحداثيي نقطة التكافؤ واستنتج التركيز المولي C_a للحمض المعاير.
- 3- عين بيانيا قيمة pKa الثنائية (HA/A^-) ثم تعرف على الحمض المعاير.

يعطى الجدول:

الثنائية (HA/A^-)	pKa
$(CH_3CO_2H / CH_3CO_2^-)$	4,8
(HCO_2H / HCO_2^-)	3,8
$(C_6H_5CO_2H / C_6H_5CO_2^-)$	4,2

- 4- اعتمادا على البيان، بين دون أي حساب أن الحمض HA ضعيف.
- 5- أ- اكتب معادلة التفاعل النموذج للتحويل الكيميائي الحادث أثناء المعايرة.

ب- أحسب ثابت التوازن K لهذا التفاعل. ماذا تستنتج؟
ج- ما هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة؟

اسم الكاشف	pH مجال التغير اللوني
أزرق البروموتيمول	7,6 – 6,2
الفينول فتالين	10,0 – 8,2
أحمر الميثيل	6,2 – 4,2

حلول التمارين

الباقية رقم 03

التمرين رقم: 01

بكالوريا 2014 ت.ر.ر

1- أ. البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة مع رسم تخطيطي للتجهيز المستعمل:

- نملأ السحاحة بمحلول حمض كلور الهيدروجين عند التدريجة الصفر (0).

- نسحب باستعمال ماصة عيارية حجما V_0 من محلول النشادر ونضعه في بيشر الذي يوضع بدوره فوق مخلوط مغناطيسي.

- نغمر مسبار الـ pH متر شاقوليا في البيشردون أن يلامسه.

- نشغل المخلوط المغناطيسي ونبدأ في إضافة المحلول الحمضي من السحاحة في البيشر.

- نقيس قيمة الـ pH بالنسبة لكل حجم مضاف و النتائج المحصل عليها تدون في جدول و تسمح برسم المنحنى $pH = f(V_a)$.

ب- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$NH_3 + H_3O^+ = NH_4^+ + H_2O$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة بـ (mol)			
الابتدائية	0	$C_b V_b$	$C_a V_a$	0	بوفرة
الانتقالية	x	$C_b V_b - x$	$C_a V_a - x$	x	بوفرة
النهائية	x_f	$C_b V_b - x_f$	$C_a V_a - x_f$	x_f	بوفرة

2- أ. إحداثيي نقطة التكافؤ:

بالاعتماد على طريقة المماسين المتوازيين نجد: $E(14,4 mL, pH_E = 5,8)$.

ب- التركيز المولي الابتدائي C_b لمحلول النشادر:

عند التكافؤ يتحقق لنا مزيج ستيكيومتري أي: $n_b = n_a$ ومنه: $C_b V_b = C_a V_{aE}$ وعليه: $C_b = \frac{C_a V_{aE}}{V_b}$

$$C_b = \frac{0,015 \times 14,4}{20} = 0,0108 \text{ mol.L}^{-1} \text{ ت.ع.}$$

ج- قيمة الـ pK_a للشثائية (NH_3/NH_4^+) :

عند نقطة نصف التكافؤ E نجد: $pH = pK_a$

$$pH = pK_a = 9,2 \text{ توافق: } V_{aE} = \frac{V_{aE}}{2} = \frac{14,4}{2} = 7,2 \text{ mL}$$

3- قيمة ثابت التوازن K لهذا التفاعل:

$$K = \frac{1}{K_a} = \frac{1}{10^{-pK_a}} = 10^{pK_a} \text{ وعليه: } K_a = \frac{[H_3O^+]_f [NH_3]_f}{[NH_4^+]_f} \text{ و } K = \frac{[NH_4^+]_f}{[H_3O^+]_f [NH_3]_f}$$

$$K = 10^{9,2} = 1,58 \times 10^9 \text{ ت.ع.}$$

4- عند إضافة حجم $V_a = 9 \text{ mL}$ من المحلول الحمضي:

أ- حساب النسبة $\frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$ للمزيج التفاعلي النهائي:

$$\frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f} = 10^{pH - pK_a} \text{ ومنه: } pH = pK_a + \log \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f} \text{ وعليه: } \log \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f} = pH - pK_a$$

عند إضافة $V_a = 9 \text{ mL}$ من البان نجد: $pH = 9$.

$$\frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f} = 10^{9-9.2} = 10^{-0.2} = 0,63 \text{ ت.ع.}$$

ب- تعبير عن النسبة السابقة بدلالة C_b و V_b والتقدم النهائي x_f :

$$\text{من جدول تقدم التفاعل لدينا: } n_f(NH_3) = C_b V_b - x_f \text{ ومنه: } [NH_3]_f = \frac{C_b V_b - x_f}{V_T} \text{ حيث: } V_T = V_b + V_a$$

$$\text{ولدينا كذلك: } n_f(NH_4^+) = x_f \text{ ومنه: } [NH_4^+]_f = \frac{x_f}{V_T}$$

$$\text{وعليه: } \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f} = \frac{\frac{C_b V_b - x_f}{V_T}}{\frac{x_f}{V_T}} = \frac{C_b V_b - x_f}{x_f}$$

ج- حساب قيمة النسبة النهائية τ_f لتقدم تفاعل المعايرة عند الإضافة السابقة:

$$\text{لدينا: } V_a = 9 \text{ mL و } V_{aE} = 14,4 \text{ mL ومنه: } V_{aE} > V_a \text{ وعليه المتفاعل المحد هو الحمض المضاف من السحاحة } (H_3O^+).$$

$$\text{ومنه: } x_{\max} = C_a V_a \text{ أي: } C_a V_a - x_{\max} = 0$$

$$\text{ولدينا مما سبق: } 0,63 = \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f} = \frac{C_b V_b - x_f}{x_f} \text{ ومنه: } C_b V_b - x_f = 0,63 x_f \text{ وعليه: } C_b V_b = 1,63 x_f$$

$$\text{إذن: } x_f = \frac{C_b V_b}{1,63}$$

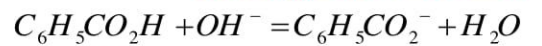
$$\tau_f = \frac{0,0108 \times 20}{1,63 \times 0,015 \times 9} = 0,98 \approx 1 \text{ ت.ع. } \tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{\frac{C_b V_b}{1,63}}{C_a V_a} = \frac{C_b V_b}{1,63 \times C_a V_a}$$

- نستنتج أن تفاعل المعايرة تفاعل تام لأن: $\tau_f \approx 1$.

بكالوريا 2015 ع ت

التمرين رقم: 02

1- معادلة تفاعل المعايرة الحادث:



2- تحديد بيانيا احداثي نقطة التكافؤ E :

بالاعتماد على طريقة المماسين المتوازيين نجد: $(20 \text{ mL}, pH_E = 8,4)$.

3- حساب التركيز المولي C_a للحمض:

$$\text{عند التكافؤ يتحقق لنا مزيج ستيوميترى أي: } n_a = n_b \text{ ومنه: } C_a V_a = C_b V_{bE} \text{ وعليه: } C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V_a}$$

$$\text{ت.ع. } C_a = \frac{10^{-1} \times 20}{20} = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

ب- تعين بيانيا قيمة pK_a للثنائية $(C_6H_5CO_2H / C_6H_5CO_2^-)$:

عند نقطة نصف التكافؤ E' نجد: $pH = pK_a$

$$pH = pK_a = 4,2 \text{ توافق: } V_{bE'} = \frac{V_{bE}}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ mL}$$

4- حساب تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند سكب 14 mL من المحلول الأساسي:

عند إضافة حجما قدره 14 mL من المحلول الأساسي نجد: $pH = 4,5$

$$[H_3O^+]_f = 10^{-pH} = 10^{-4,5} = 3,16 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[OH^-]_f = \frac{K_e}{[H_3O^+]_f} = \frac{10^{-pK_e}}{10^{-pH}} = 10^{pH-pK_e} = 10^{4,5-14} = 3,16 \times 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$$

معادلة التفاعل		$C_6H_5CO_2H + OH^- = C_6H_5CO_2^- + H_2O$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة ب (mol)			
الابتدائية	0	$C_a V_a$	$C_b V_b$	0	بوفرة
الانتقالية	x	$C_a V_a - x$	$C_b V_b - x$	x	بوفرة
النهائية	x_f	$C_a V_a - x_f$	$C_b V_b - x_f$	x_f	بوفرة

من جدول تقدم التفاعل: $n_f(OH^-) = C_b V_b - x_f$ ومنه: $[OH^-]_f (V_a + V_b) = C_b V_b - x_f$ وعليه: $x_f = C_b V_b - [OH^-]_f (V_a + V_b)$ ت.ع: $x_f = 10^{-1} \times 14 \times 10^{-3} - 3,16 \times 10^{-10} \times 34 \times 10^{-3}$

$$x_f = 1,4 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[C_6H_5CO_2^-]_f = \frac{x_f}{V_a + V_b} = \frac{1,4 \times 10^{-3}}{(20+14) \times 10^{-3}} = 4,117 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[C_6H_5CO_2H]_f = \frac{C_a V_a - x_f}{V_a + V_b} = \frac{10^{-1} \times 20 \times 10^{-3} - 1,4 \times 10^{-3}}{(20+14) \times 10^{-3}} = 1,764 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Na^+] = \frac{C_b V_b}{V_a + V_b} = \frac{10^{-1} \times 14 \times 10^{-3}}{(20+14) \times 10^{-3}} = 4,117 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

- قيمة النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل:

لدينا: $V_b = 14 \text{ mL}$ و $V_{bE} = 14,4 \text{ mL}$ ومنه: $V_{bE} > V_b$ وعليه المتفاعل المحد هو الأساس المضاف من السحاحة (OH^-) .

ومنه: $0 = C_b V_b - x_{\max}$ أي: $x_{\max} = C_b V_b$ ت.ع: $x_{\max} = 10^{-1} \times 14 \times 10^{-3}$ إذن: $x_{\max} = 1,4 \times 10^{-3} \text{ mol}$

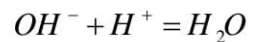
$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{1,4 \times 10^{-3}}{1,4 \times 10^{-3}} = 1 \text{ ومنه:}$$

- نستنتج أن تفاعل المعايرة تفاعل تام لأن: $\tau_f = 1$.

التمرين رقم: 03

بكالوريا 2015 ت.ر.ر

1- أ- تبين أن التفاعل السابق هو تفاعل حمض-أساس:



ومنه التفاعل حمض-أساس.

ب- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$NH_4^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة ب (mol)			
الابتدائية	0	$C_1 V_1$	$C_2 V_2$	0	بوفرة
الانتقالية	x	$C_1 V_1 - x$	$C_2 V_2 - x$	x	بوفرة
النهائية	x_{eq}	$C_1 V_1 - x_{eq}$	$C_2 V_2 - x_{eq}$	x_{eq}	بوفرة

- تحديد المتفاعل المحد واستنتاج قيمة التقدم الأعظمي x_{\max} :

نفرض أن (NH_4^+) ينتهي أولا: $0 = C_1 V_1 - x_{\max}$ ومنه: $x_{\max} = C_1 V_1 = 0,15 \times 20 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}$

نفرض أن (OH^-) ينتهي أولا: $0 = C_2 V_2 - x_{\max}$ ومنه: $x_{\max} = C_2 V_2 = 0,15 \times 10 \times 10^{-3} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

ومنه المتفاعل المحد هو (OH^-) وقيمة التقدم الأعظمي $x_{\max} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

جـ- تبيان أنه عند التوازن: $x_{eq} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

من جدول تقدم التفاعل: $n_{eq}(OH^-) = C_2 V_2 - x_{eq}$ ومنه: $x_{eq} = C_2 V_2 - n_{eq}(OH^-)$

$$x_{eq} = C_2 V_2 - [OH^-]_{eq} V_T \text{ وعليه:}$$

$$[OH^-]_{eq} = \frac{Ke}{[H_3O^+]_{eq}} = \frac{10^{-pKe}}{10^{-pH}} = 10^{pH-pKe} \text{ ومنه: } Ke = [H_3O^+]_{eq} \times [OH^-]_{eq} \text{ و } V_T = V_1 + V_2 \text{ حيث:}$$

$$x_{eq} = C_2 V_2 - 10^{pH-pKe} V_T \text{ إذن:}$$

$$x_{eq} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \text{ ت.ع: } x_{eq} = 1,5 \times 10^{-3} - 10^{9,2-14} \times 30 \times 10^{-3}$$

د- حساب النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل:

$$\tau_f = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = \frac{1,5 \times 10^{-3}}{1,5 \times 10^{-3}} = 1$$

- نستنتج أن التفاعل تام لأن $\tau_f = 1$.

2- أ- حساب التركيز المولي C_a للمحلول (S_a) :

$$C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V_a} \text{ وعليه: } C_a V_a = C_b V_{bE} \text{ ومنه: } n_a = n_b \text{ عند التكافؤ يتحقق لنا مزيج ستكيومتري أي: } n_a = n_b$$

$$C_a = \frac{0,2 \times 14}{10} = 0,28 \text{ mol} \cdot L^{-1} \text{ ت.ع:}$$

- استنتاج كتلة الأزوت في العينة:

$$m(N) = 2 \times 0,28 \times 250 \times 10^{-3} \times 14 = 1,96 \text{ g} \text{ ت.ع: } m(N) = 2 C_a V M(N) \text{ ومنه: } \begin{cases} 1 \text{ mol} \rightarrow 2 M(N) \\ C_a V \rightarrow m(N) \end{cases}$$

ب- تعرف النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت بأنها: النسبة بين كتلة الأزوت في العينة وكتلة العينة.

- حساب النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت في العينة:

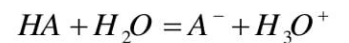
$$N \% = \frac{m(N)}{m} = \frac{1,96}{6} = 0,33 = 33 \%$$

- هذا يطابق على ما كتب على اللاصقة.

بكالوريا 2016 ع ت

التمرين رقم: 04

1- أ- معادلة انحلال الحمض HA في الماء:



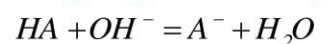
ب- وصف البروتوكول التجريبي المناسب لعملية تحضير المحلول (S_A) :

نزن الكتلة $m = 0,9 \text{ g}$ من المسحوق التجاري لحمض السولفاميك ونذيبها في حوجلة عيارية سعتها (100 mL) تحتوي مسبقا على كمية من الماء المقطر موضوعة على خلاط مغناطيسي ثم نكمل الحجم إلى خط العيار بالماء المقطر نحصل على المحلول (S_A) لحمض السولفاميك.

2- أ- تعرف على أسماء العناصر المرقمة في الشكل-5.

الرقم	اسم العنصر
1	مسطرة pH متر
2	محلول حمض السولفاميك
3	مخلوط مغناطيسي
4	سحاحة مدرجة
5	محلول هيدروكسيد الصوديوم

ب- معادلة تفاعل المعايرة:



جـ- حساب التركيز المولي C_A للمحلول (S_A):

عند التكافؤ يتحقق لنا مزيج ستيكيومتري أي: $n_A = n_B$ ومنه: $C_A V_A = C_B V_{BE}$ وعليه: $C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A}$

$$C_A = \frac{0,1 \times 15,3}{100} = 7,65 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \text{ ت.ع.}$$

- استنتاج الكتلة m_A للحمض HA المذابة في هذا المحلول:

$$m_A = 7,65 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-3} \times 97 = 0,742 \text{ g} \text{ ت.ع.} \quad m_A = C_A V M \text{ ومنه: } n_A = \frac{m_A}{M} = C_A V$$

د- حساب النقاوة ($P\%$) للمنظف التجاري:

$$P\% = \frac{m_A}{m} \times 100 = \frac{0,742}{0,9} \times 100 = 82,22\%$$

التمرين رقم: 05

بكالوريا 2016 ت.ر.ر

1- نقطة التكافؤ:

هي النقطة التي يتم في التفاعل الكلي للنوع الكيميائي المعايير وفق المعاملات الستكيومتريّة.

2- تعيين إحداثي نقطة التكافؤ:

بالاعتماد على طريقة المماسيين المتوازيين نجد: $E(V_{bE} = 10 \text{ mL}, pH_E = 8,4)$

- استنتاج التركيز المولي C_a للحمض المعايير:

عند التكافؤ يتحقق لنا مزيج ستيكيومتري أي: $n_a = n_b$ ومنه: $C_a V_a = C_b V_{bE}$ وعليه: $C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V_a}$

$$C_a = \frac{2 \times 10^{-2} \times 10}{20} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \text{ ت.ع.}$$

3- تعيين بيانيا قيمة pKa الثنائية (HA/A^-):

عند نقطة نصف التكافؤ $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$ يكون $pH = pKa$

$$pH = pKa = 4,8 \text{ من البيان نقراً: } V_b = \frac{10}{2} = 5 \text{ mL}$$

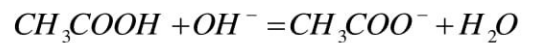
- التعرف على الحمض المعايير:

من الجدول المرفق الحمض المعايير هو حمض الإيثانويك (CH_3COOH)

4- تبين دون أي حساب أن الحمض HA ضعيف:

لدينا $pH_E = 8,4$ ومنه: $pH_E > 7$ إذن الحمض HA ضعيف.

5- أ- معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث أثناء المعايرة:



ب- حساب ثابت التوازن K لهذا التفاعل:

$$K = \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f [OH^-]_f} \times \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_f} = \frac{Ka}{Ke} = 10^{pKe - pKa}$$

$$K = 10^{14 - 4,8} = 10^{9,2} = 1,58 \times 10^9 \text{ ت.ع.}$$

- لدينا $K > 10^4$ وبالتالي تفاعل المعايرة تفاعل تام.

ج- الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة:

الكاشف المناسب لهذه المعايرة هو الفينول فتالين لأن مجال تغيره اللوني يحوي قيمة pH_E نقطة التكافؤ.