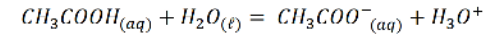


أ - نمذج التحول الكيميائي المحدود لحمض الإيثانويك (حمض الخل) مع الماء بتفاعل كيميائي معادلته.



1- أعط تعريفا للحمض وفق نظرية برونستد.

2- اكتب الثنائيتين (acide/base) الداخلتين في التفاعل الحاصل.

3- اكتب عبارة ثابت التوازن K الموافق للتفاعل الكيميائي السابق.

ب - نحضر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك حجمه $V = 100\text{mL}$ ، وتركيزه المولي $C = 2.7 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ، وقيمة الـ pH له في الدرجة 25°C تساوي 3,7.

1- استنتج التركيز المولي النهائي لشوارد الهيدرونيوم في محلول حمض الإيثانويك.

2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل، ثم احسب كلا من التقدم النهائي x_f والتقدم الأعظمي x_{max} .

3- احسب قيمة النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟

4- احسب: أ - التركيز المولي النهائي لكل من $[CH_3COO^-]_f$ و $[CH_3COOH]_f$.

ب - قيمة pKa للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) ، واستنتج النوع الكيميائي المتغلب، برر اجابتك.

التمرين 2: بكالوريا رياضيات 2011

محلول مائي S_0 لحمض الإيثانويك CH_3COOH ، حجمه V_0 وتركيزه المولي $C_0 = 0.01 \text{ mol/L}$.

1 - اكتب معادلة التفاعل المنمذجة لاحتلال حمض الإيثانويك في الماء.

2 - أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل. نرمز بـ x_{eq} إلى تقدم التفاعل عند التوازن.

3 - اكتب عبارة كل من :

أ - نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة C_0 و $[H_3O^+]_f$.

ب - كسر التفاعل عند التوازن، وبيّن أنه يمكن كتابته على الشكل: $Q_{r,\text{eq}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{eq}}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{\text{eq}}}$.

ج - الناقلية النوعية σ_{eq} عند التوازن بدلالة $\lambda_{H_3O^+}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-}$ و λ_{HO^-} (نهمل $[HO^-]_{\text{eq}}$).

4 - أ - باستخدام العلاقات المستنتجة سابقاً، أكمل الجدول المالي:

علماً أن $\lambda_{CH_3COO^-} = 3.6 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35.9 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

المحلول	$c(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$\sigma_{\text{eq}}(\text{S} \cdot \text{m}^{-1})$	$[H_3O^+]_{\text{eq}}(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$\tau_f(\%)$	$Q_{r,\text{eq}}$
S_0	$1,0 \times 10^{-2}$	0,016			
S_1	$5,0 \times 10^{-2}$	0,036			

ب - استنتج تأثير التركيز المولي للمحلول على كل من :

- نسبة التقدم النهائي τ_f .

- كسر التفاعل عند التوازن $Q_{r,\text{eq}}$.

التمرين 3: بكالوريا رياضيات 2008

أ - نأخذ محلولاً مائياً (S_1) لحمض البنزويك $COOH - C_6H_5$ تركيزه المولي $C_1 = 10^{-2} \text{ mol/L}$ ، نقيس عند التوازن في

الدرجة 25°C ناقلية النوعية فنجدها $\sigma = 0,86 \times 10^{-2} \text{ S/m}$.

1 - اكتب معادلة التفاعل المنمذج لتحول حمض البنزويك في الماء.

2 - أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

3 - احسب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول (S_1) عند التوازن.

تعطي الناقلية المولية للشوارد $\lambda_{H_3O^+} = 35.0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ، $\lambda_{C_6H_5-COO^-} = 4 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

4 - أوجد النسبة النهائية τ_{1f} لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟

5 - احسب ثابت التوازن الكيميائي k_1 .

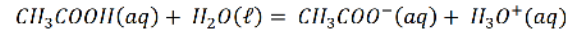
ب - نعتبر محلولاً مائياً (S_2) لحمض الساليسيليك نرمز له HA تركيزه المولي $C_1 = C_2$ وله $pH = 3,2$ في الدرجة 25°C .

1 - أوجد النسبة النهائية τ_{2f} لتقدم تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء.

2 - قارن بين τ_{1f} و τ_{2f} . استنتج أي الحمضين أقوى.

التمرين 4: بكالوريا علوم تجريبية 2011

احتلال حمض الإيثانويك CH_3COOH في الماء هو تحول كيميائي يتمذج بالتفاعل ذي المعادلة التالية:



نقيس في الدرجة 25°C الناقلية النوعية للمحلول الذي تركيزه المولي الابتدائي $C_0 = 0.01 \text{ mol/l}$ فنجدها $\sigma = 1,6 \times 10^{-2} \text{ S/m}$.

1 - حدد الثنائيات (acide/base) المشاركة في هذا التحول.

2 - اكتب عبارة ثابت التوازن الكيميائي K بدلالة C_0 و $[H_3O^+]_{\text{eq}}$.

3 - يعطى الشكل العام لعبارة الناقلية النوعية في كل لحظة بدلالة التراكيز المولية والناقلات النوعية المولية الشارديّة لمختلف الأفراد

الكيميائية المتواجدة في المحلول بالصيغة: $\sigma(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i [X_i]$.

اكتب العبارة الحرفية للناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمحلول السابق، (يهمل التفكك الذاتي للماء).

4 - أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل الحادث.

5 - أ - احسب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند توازن الجملة الكيميائية.

ب - احسب ثابت التوازن الكيميائي K .

ج - عيّن النسبة النهائية للتقدم τ_f . ماذا تستنتج؟

المعطيات: $\lambda_{H_3O^+} = 35.9 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-} = 4.1 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

التمرين 5: بكالوريا رياضيات 2008

نعتبر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك حجمه $V = 100 \text{ mL}$ وتركيزه المولي $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$. نقيس الناقلية G لهذا المحلول في

الدرجة 25°C بجهاز قياس الناقلية، ثابت خليته $k = 1,2 \times 10^{-2} \text{ m}$ فكانت $G = 1,92 \times 10^{-4} \text{ S}$.

1 - احسب كتلة الحمض النقي المنحلة في الحجم V من المحلول.

2 - اكتب معادلة التفاعل المنمذج لاحتلال حمض الإيثانويك في الماء.

3 - أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل. عرف التقدم الأعظمي x_{max} وعيّر عنه بدلالة التركيز C للمحلول وحجمه V .

4 - أ/ أعط عبارة الناقلية النوعية σ للمحلول:

- بدلالة الناقلية G للمحلول والثابت k للخلية.

- بدلالة التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ ، والناقلية المولية الشارديّة $\lambda_{H_3O^+}$ والناقلية المولية الشارديّة

$\lambda_{CH_3COO^-}$ (نهمل التشرّد الذاتي للماء).

ب/ استنتج عبارة $[H_3O^+]_f$ في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة G ، k ، $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{CH_3COO^-}$. احسب قيمته.

ج/ استنتج قيمة pH المحلول.

5 - أوجد عبارة كسر التفاعل Q_{rf} في حالة التوازن بدلالة $[H_3O^+]_f$ والتركيز C للمحلول. ماذا يمثل Q_{rf} في هذه الحالة؟

6 - احسب pKa للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .

$\lambda_{H_3O^+} = 35.0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ و $\lambda_{CH_3COO^-} = 4 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

$M(H) = 1 \text{ g/mol}$ ، $M(C) = 12 \text{ g/mol}$ ، $M(O) = 16 \text{ g/mol}$



نحضر محلولاً مائياً S_1 حجمه $V = 200\text{ml}$ لحمض البنزويك C_6H_5COOH بتركيز مولي $C_1 = 10^{-2}\text{ mol/l}$ ثم نقيس الـ $pH_1 = 3.1$.

1- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء .

2- أنشئ جدولاً لنقدم هذا التفاعل .

3- احسب نسبة التقدم لهذا التفاعل τ_1 لهذا التفاعل ، ماذا تستنتج ؟

4- اكتب عبارة ثابت الحموضة K_{a1} للثنائية $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

5- أثبت أن K_{a1} يعطى بالعلاقة $K_{a1} = C_1 \frac{\tau_1^2}{1-\tau_1}$ ، ثم احسب قيمته .

6- نأخذ حجماً 20ml من المحلول S_1 ونمدده عشر مرات بالماء فنحصل على محلول S_1' لحمض البنزويك بتركيز مولي C_1' ،

ثم نقيس الـ $pH_1' = 3.6$ لهذا المحلول فنجده .

أ- أثبت ان $C_1' = 1 \times 10^{-3}\text{ mol/l}$

ب- احسب القيمة الجديدة لنسبة التقدم النهائي τ_2 لتفاعل حمض البنزويك مع الماء .

ج- ما هو تأثير تخفيف المحاليل على نسبة التقدم النهائي ؟

التمرين 7: بكالوريا علوم تجريبية 2009

محلول مائي لحمض الايثانويك CH_3COOH تركيزه C مقدراً بالوحدة (mol/l) .

1 - اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحويل الكيميائي الحاصل بين حمض الايثانويك والماء.

2 - أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل الكيميائي السابق.

3 - أوجد عبارة $[H_3O^+]$ بدلالة C ، τ_f (نسبة تقدم التفاعل).

4 - بين أنه يمكن كتابة عبارة ثابت الحموضة للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) على الشكل: $K_a = \frac{\tau_f^2 C}{1-\tau_f}$.

5 - نحدد قيمة τ لتحول من أجل تراكيز مولية مختلفة (C) وندون النتائج في الجدول أدناه.

$C(\text{mol.L}^{-1}) \times 10^{-2}$	17,8	8,77	1,78	1,08
$\tau(\times 10^{-2})$	1,0	1,4	3,1	4,0
$A = 1/C(\text{L.mol}^{-1})$				
$B = \tau^2 / (1 - \tau)$				

أ - أكمل الجدول السابق.

ب - مثل البيان $A = f(B)$.

ج - استنتج ثابت الحموضة ka للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .

التمرين 8 : بكالوريا علوم 2012

تؤخذ كل المحاليل في 25°C .

i. حضرنا محلولاً S_1 لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي $C_1 = 10^{-2}\text{ mol/l}$ وله $pH = 3.4$

1- اكتب معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء .

2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل الكيميائي .

3- بين ان CH_3COOH لا يتفاعل كلياً مع الماء.

4- أثبت أن K_1 ثابت التوازن للتفاعل يعطى بالعلاقة: $K_1 = C_1 \frac{\tau_1^2}{1-\tau_1}$ ، ثم احسب قيمته حيث τ_1 هي نسبة التقدم النهائي

5- ما هو النوع الكيميائي الذي يشكل الصفة الغالبة في المحلول ؟

ii. في تجربة ثانية حضرنا محلولاً S_2 لحمض الإيثانويك تركيزه المولي: $C_2 = 10^{-1}\text{ mol/l}$ ، الناقلية النوعية له:

$$\sigma = 50\text{ms.m}^{-1}$$

1- احسب التراكيز المولية لأنواع الشارديّة المتواجدة في المحلول.

2- احسب كلا من: τ_2 و K_2 .

3- أ- ما هو تأثير التراكيز الابتدائية على نسبة التقدم النهائي ؟

ب- هل يتعلّق ثابت التوازن بالتراكيز المولية الابتدائية ؟

$$\lambda_{CH_3COO^-} = 4.1\text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1} \quad \text{و} \quad \lambda_{H_3O^+} = 35.0\text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

التمرين 9: بكالوريا علوم تجريبية 2016

كل القياسات مأخوذة في الدرجة 25°C وتعطى $M(C_6H_5COOH) = 122\text{g/mol}$.

1- حمض البنزويك جسم صلب أبيض اللون يستعمل كحافظ للمواد الغذائية صيغته C_6H_5COOH أساسه المرافق شاردة البنزوات

$C_6H_5COO^-$. نحضر منه محلولاً مائياً (S_1) حجمه $V_1 = 50\text{mL}$ ، تركيزه المولي $C_1 = 0.01\text{ mol/L}$ انطلاقاً من محلول

تجاري ذي التركيز المولي $C_0 = 0.025\text{ mol/L}$.

أ- ما هو حجم المحلول التجاري V_0 الواجب استعماله للتحضير ؟

ب- اكتب البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S_1) مبيناً الزجاجات المستعملة من بين ما يلي:

- حوجلات عيارية $(50\text{mL} , 100\text{mL} , 500\text{mL})$.

- ماصات عيارية $(5\text{mL} , 10\text{mL} , 20\text{mL})$.

ج - ماذا يعني مصطلح عيارية المقترن بالماصات والحوجلات المذكورة في السؤال 1- أ .

2- إن قياس pH المحلول (S_1) اعطى القيمة 3.12 .

أ- اكتب معادلة تشرّد حمض البنزويك في الماء موضحاً الثنائيتين أساساً/ حمض المشاركتين في ذا التحول.

ب- احسب كسر التفاعل النهائي Q_{rf} .

3- نسكب 10mL من المحلول (S_1) في بيشر ونضع هذا الأخير فوق مخلّاط مغناطيسي ونضيف له كل مرة حجماً من الماء

المقطر ثم نقيس pH المحلول الناتج فنحصل على النتائج المدونة في الجدول التالي:

$V_{H_2O}(mL)$ حجم الماء المضاف	0	10	40
$C(\text{mol/L})$			
pH	3.12	3.28	3.49
τ_f			

أ- ما الفائدة من استعمال المخلّاط المغناطيسي في هذه العملية ؟

ب - أكمل الجدول أعلاه واستنتج تأثير إضافة الماء للمحاليل الحمضية على C و τ_f .

التمرين 10: بكالوريا علوم تجريبية 2014

في حصة الأعمال التطبيقية، طلب الأستاذ من تلامذته تحضير محاليل مائية لأحد الأحماض الصلبة HA بتركيز مولية مختلفة

وقياس pH كل محلول في درجة الحرارة 25°C ،

فكانت النتائج كالتالي:

1- أعط بروتوكولاً تجريبياً توضح فيه كيفية

تحضير محلولاً للحمض الصلب HA تركيزه

المولي C وحجمه V .

2- عرف الحمض HA حسب برونشتد و اكتب

معادلة تفاعله مع الماء.

$e(\text{mol/L})$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
pH	3,10	3,28	3,65	3,83	4,27
$[H_3O^+]_{eq}(\text{mol} \cdot L^{-1})$					
$[A^-]_{eq}(\text{mol} \cdot L^{-1})$					
$[HA]_{eq}(\text{mol} \cdot L^{-1})$					
$\text{Log} \frac{[A^-]_{eq}}{[HA]_{eq}}$					

تمارين الوحدة 4: تطور جملته كيميائية نحو حالة التوازن

3- أكمل الجدول السابق.

4- جد عبارة pH المحلول المائي للحمض HIA بدلالة الثابت pKa للثنائية (HA/A⁻).

5- ارسم المنحنى $pH = f \left(\log \frac{[A^-]_{eq}}{[HA]_{eq}} \right)$ واكتب معادلته.

ب- حدد بيانيا قيمة الثابت pKa للثنائية (HA/A⁻) ثم استنتج صيغة الحمض HA من الجدول التالي :

الثنائية	HCOOH / HCOO ⁻	C ₂ H ₃ COOH / C ₂ H ₃ COO ⁻	C ₆ H ₅ COOH / C ₆ H ₅ COO ⁻
pK _a	3,8	4,87	4,2

ج- رتب هذه الأحماض حسب تزايد قوتها الحمضية مع التعليل.

التمرين 11: باك 2015 علوم

I. نحضر محلولاً لحمض الميثانويك HCOOH حجمه V وتركيزه المولي C = 0.01 mol/l وله pH = 2.9 عند 25°C .

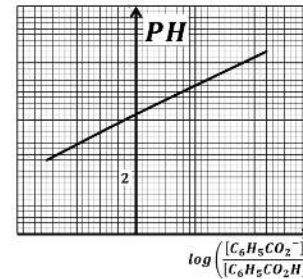
1- اكتب معادلة انحلال الحمض في الماء وانكر الثنائيين (أساس/ حمض) الداخلتين في التفاعل .

2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

3- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل . ماذا تستنتج؟

4- احسب قيمة الـ pKa للثنائية (HCOOH/HCOO⁻) .

II. نحضر عدة محاليل من حمض البنزويك C₆H₅CO₂H ومختلفة التركيز C ونحسب في كل مرة النسبة $\frac{[C_6H_5CO_2^-]}{[C_6H_5CO_2H]}$ لترسم البيان



$$pH = f \left(\log \frac{[C_6H_5CO_2^-]}{[C_6H_5CO_2H]} \right)$$

1- اكتب عبارة Ka ثابت الحموضة للثنائية (C₆H₅CO₂H/C₆H₅CO₂⁻) .

2- أوجد علاقة pH المحلول بدلالة الـ pKa للثنائية (C₆H₅CO₂H/C₆H₅CO₂⁻) والنسبة $\frac{[C_6H_5CO_2^-]}{[C_6H_5CO_2H]}$.

3- اعتماداً على البيان استنتج قيمة الثابت pKa للثنائية (C₆H₅CO₂H/C₆H₅CO₂⁻) .

4- أي الحمضين أقوى HCOOH أم C₆H₅CO₂H إذا علمت أن لهما نفس التركيز

المولي؟ برر اجابتك.

التمرين 12: بكالوريا 2016 شعبة رياضيات

تحتوي قارورة على محلول S₀ حمض عضوي HA تركيزه المولي C₀ .

1- أ- اكتب معادلة انحلال الحمض HA في الماء .

ب- أنشئ جدولاً لتقدم لهذا التفاعل .

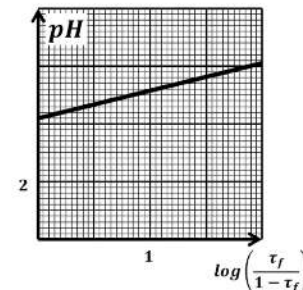
ج- اكتب عبارة النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل بدلالة pH المحلول و C₀ .

د- بين أن pH المحلول S₀ يعطى بالعلاقة التالية:

$$pH = pKa + \log \left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f} \right)$$

2- لغرض تحديد التركيز المولي C₀ لهذا الحمض والتعرف على صيغته ، نحضر مجموعة من المحاليل ممددة ومختلفة التركيز

المولية انطلاقاً من المحلول S₀ . قياس الـ pH لكل محلول سمح برسم بيان الدالة $pH = f \left(\log \left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f} \right) \right)$



أ- اكتب عبارة الدالة الموافقة للمنحنى البياني.

ب- استنتج ثابت الحموضة Ka للثنائية (HA/A⁻) .

تمارين الوحدة 4: تطور جملته كيميائية نحو حالة التوازن

ج- حدد النوع الكيميائي الغالب في محلول للحمض HA من أجل τ_f = 0.4 .

د- أعطى قياس لاحت المحاليل الممددة بـ 160 مرة القيمة pH = 4.2 ، احسب التركيز المولي C₀ .

هـ- يبين الجدول التالي قيم الثابت pKa لبعض الثنائيات (HA/A⁻) . تعرف على الحمض HA الموجود في القارورة .

كل الحاليل مأخوذة عند 25°C	C ₆ H ₆ COOH / C ₆ H ₅ COO ⁻	HCOOH / HCOO ⁻	CH ₃ COOH / CH ₃ COO ⁻	HA/A ⁻
	4.2	3.8	4.8	pKa

التمرين 13: بكالوريا رياضيات 2010

بغرض تحضير محلول (S₁) لغاز النشادر NH₃، نحل 1,2 L منه في 500 ml من الماء المقطر .

1- أ- احسب التركيز المولي C₁ للمحلول (S₁)، علماً أن الحجم المولي في شروط التجربة V_M = 24 L/mol .

ب- اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمذج لتحويل الكيميائي الحاصل .

2- إن قياس pH المحلول (S₁) في الدرجة 25°C أعطى القيمة 11,1 .

أ- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .

ب- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f . ماذا تستنتج ؟

3- كلف الأستاذ في حصة الأعمال المخبرية فوج من التلاميذ لتحضير محلولاً (S₂) حجمه V = 50 ml وتركيزه المولي

C₀ = 2 × 10⁻² mol/l انطلاقاً من المحلول (S₁) .

أ- ما هي الخطوات العملية المتبعة لتحضير المحلول (S₂) ؟

ب- إن قيمة pH المحلول (S₂) المحضر تساوي 10,8 . احسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل .

ج- ما تأثير الحالة الابتدائية للجملته على نسبة التقدم النهائي للتفاعل ؟

4- احسب قيمة ثابت الحموضة ka للثنائية ((NH₄⁺(aq)/NH₃(aq)) .

التمرين 14 :

يهمل التفكك الذاتي للماء في كامل التمرين .

أ- نحضر محلولاً (S₁) لغاز النشادر NH₃ تركيزه المولي C = 0.02 mol/l وحجمه V = 100ml نقيس الناقلية النوعية له

فجددها : σ = 15.3 mS . m⁻¹ .

1- اكتب معادلة انحلال غاز النشادر في الماء .

2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل الحادث ،

3- احسب تراكيز الأفراد المتواجدة في المحلول .

4- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f . ماذا تستنتج؟

5- احسب قيمة ثابت التوازن k لهذا التفاعل ثم استنتج قيمة الـ pka للثنائية ((NH₄⁺/NH₃) .

ب- نحضر محلولاً (S₂) حجمه V₂ = 200ml انطلاقاً من المحلول (S₁) بتمديد 20 مرة .

1- احسب C₂ تركيز المحلول (S₂) .

2- بين أن نسبة التقدم النهائي τ_f تعطى بالعلاقة: $\tau_f = \frac{1}{1+10^{pH-pKa}}$ ثم احسب قيمتها علماً أن pH = 10.08 .

3- هل يؤثر تخفيف المحلول على نسبة التقدم؟

معطيات: λ_{NH₄⁺} = 7.34 mS . m²/mol ، λ_{OH⁻} = 19.9 mS . m²/mol ، Ke = 10⁻¹⁴ .

التمرين 15: بكالوريا تفني رياضي 2013

1- نحضر محلولاً مائياً S₁ لحمض الإيثانويك CH₃COOH وذلك بانحلال كتلة m = 0.72g من حمض الإيثانويك النقي في

800ml من الماء المقطر ، في درجة الحرارة 25°C كانت قيمة الـ pH له 3.3 .

تمارين الوحدة 4: تطور جملته كيميائية نحو حالة التوازن

أ- احسب C_1 التركيز المولي للمحلول S_1 .

ب- اكتب المعادلة المنمجة لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء .

ج- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .

د- عبر عن التقدم x_{eq} عند التوازن بدلالة pH و V . حيث V حجم المحلول S_1 .

هـ- بين أن قيمة الـ pKa للتثائية : $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$ هي : 4.76 .

2- نمزج حجماً V_1 من المحلول S_1 كمية مادته n_0 مع حجم V_2 من محلول الشاردر له نفس كمية المادة n_0 .

أ- اكتب معادلة التفاعل الحادث بين CH_3COOH و NH_3 .

ب- احسب ثابت التوازن K .

ج- بين أن النسبة النهائية τ_{eq} لتقدم التفاعل يمكن كتابتها على الشكل : $\tau_{eq} = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$.

د- احسب τ_{eq} ماذا تستنتج ؟

$M(C) = 12 \text{ g/mol}$, $M(H) = 1 \text{ g/mol}$, $M(O) = 16 \text{ g/mol}$, $pKa(NH_4^+/NH_3) = 9.2$

تمرين 16:

تريد دراسة التفاعل المباشر بين شوارد الأيونات CH_3COO^- مع حمض الميثانويك $HCOOH$.

من أجل ذلك نضع في بيشر يحتوي على 500ml من الماء المقطر، 0.1mol من إيثانوات الصوديوم CH_3COONa

و 0.1mol من حمض الميثانويك .

1- اكتب معادلة التفاعل الحادث وبين انه تفاعل حمض - أساس .

2- اكتب جدول تقدم التفاعل الحادث .

3- عين كسر التفاعل الابتدائي Q_{Pi} .

4- عين عبارة كسر التفاعل النهائي بدلالة النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f .

5- علماً أن ثابت التوازن الموافق هذا التفاعل $K = 13$ استنتج النسبة النهائية لتقدم التفاعل في هذه التجربة .

6- كيف يمكن تحسين قيمة τ_f لهذا التفاعل؟

التمرين 17:

محلول (S_0) للمثيل أمين CH_3NH_2 تركيزه المولي $C = 0.01 \text{ mol/l}$ وحجمه $V = 100 \text{ ml}$ ، نقيس الـ pH نجدها 11,3 .

1- اكتب معادلة تفاعل المثيل امين مع الماء محددا الثنائيات (أساس/حمض) .

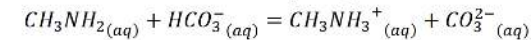
2- أنجز جدولاً لتقدم هذا التفاعل .

3- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f وماذا تستنتج؟

4- بين ان قيمة الـ pKa للتثائية $CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$ هي $pka = 10.6$.

5- نحقق مزيج متساوي المولات يتكون من المثيل امين CH_3NH_2 وكربونات الصوديوم $(Na^+ + HCO_3^-)$ ، حيث كمية المادة

لكل متفاعل هي: $n = CV$. معادلة التفاعل الحادث تتمذج كالتالي :



أ- بين ان التفاعل الحادث هو تفاعل حمض - أساس .

ب- أنجز جدولاً لتقدم التفاعل ثم احسب التقدم الاعظمي .

تمارين الوحدة 4: تطور جملته كيميائية نحو حالة التوازن

ج- احسب k ثابت التوازن لهذا التفاعل .

د- بين أن ثابت التوازن لهذا التفاعل يعطى بالعلاقة : $k = \frac{(x_f)^2}{(CV-x_f)^2}$ ، ثم احسب قيمة التقدم النهائي x_f .

هـ- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f لهذا التفاعل وماذا تستنتج؟

و- ما هي قيمة الـ pH للمزيج التفاعلي؟

$$pka(HCO_3^-/CO_3^{2-}) = 10.3 \quad , \quad Ke = 10^{-14}$$

التمرين 18: باكالتوريا علوم 2012

تؤخذ كل المحاليل في $25^\circ C$.

نحضر محلولاً مائياً S حجمه 500ml لحمض البنزويك النقي C_6H_5COOH في الماء .

1- اكتب معادلة اتحلل حمض البنزويك في الماء .

2- اعط عبارة ثابت الحموضة K_a للتثائية أساس/حمض .

3- نعاير حجماً $V_a = 20 \text{ ml}$ من محلول حمض البنزويك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{aq} + OH^-_{aq})$ تركيزه المولي :

$C_b = 0.2 \text{ mol/l}$ المنحنى البياني يعطي تطور pH المزيج بدلالة حجم الأساس المضاد V_b .

أ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب- عين احدائيات النقطتين E و E' من الشكل ، ما مدلولهما الفيزيائي ؟

ج- جد التركيز المولي C_a لحمض البنزويك .

د- احسب الكتلة m لحمض البنزويك النقي المستعملة لتحضير المحلول S .

هـ- جد قيمة K_a للتثائية : $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

و- ما هو النوع الكيميائي الذي يشكل الصفة الغالبة عند $pH = 6$ ؟

$$M(C) = 12 \text{ g/mol} \quad , \quad M(H) = 1 \text{ g/mol} \quad , \quad M(O) = 16 \text{ g/mol}$$

التمرين 19: باكالتوريا علوم 2013

نعاير حجماً $V_a = 20 \text{ ml}$ من محلول مائي ممدد لحمض البنزويك $C_6H_5CO_2H$ ، تركيزه المولي C_a بمحلول هيدروكسيد

الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 10^{-1} \text{ mol/l}$ وحجمه V_b . النتائج المتحصل

عليها مكنت من رسم البيان $pH = f(V_b)$

1- ارسم بشكل تخطيطي التركيب التجريبي لعملية المعايرة

2- بين كيف يمكن تحقيق قياس الـ pH لمحلول .

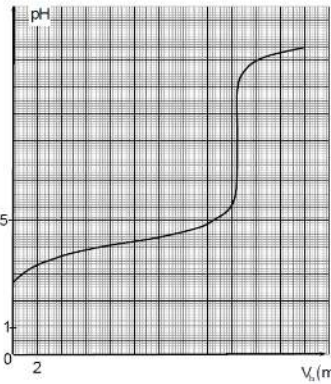
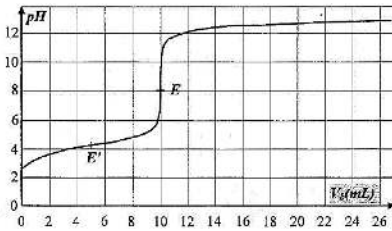
3- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

4- حدد بيانياً :

أ- احدائيات نقطة التكافؤ E ، ثم احسب C_a .

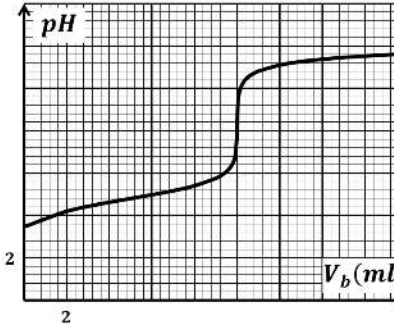
ب- قيمة الـ pKa للتثائية $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

ج- قيمة الـ pH من أجل $V_b = 0$ ثم بين أن حمض البنزويك حمض ضعيف



المحاليل مأخوذة عند الدرجة 25°C ، يعطى $K_e = 10^{-14}$

أثناء عملية تنظيم محتويات مخبر ثانوية، عثر التلاميذ على قارورات لمحاليل أحماض عضوية أتلفت بطاقيتها المحددة للاسم والصيغة والتركيز المولي C_a للحمض HA . لتعرف على احداها، قام التلاميذ بمعايرة الحجم $V_a = 20\text{mL}$ من محلول أحد هذه الاحماض بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(K^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_b = 0.02\text{ mol/L}$. باستعمال لاقط pH متر وواجهة دخول موصولة بجهاز اعلام الي مزود ببرمجية مناسبة تحصلنا على المنحنى البياني $pH = f(V_b)$ حيث V_b حجم الأساس المضاف أثناء المعايرة .



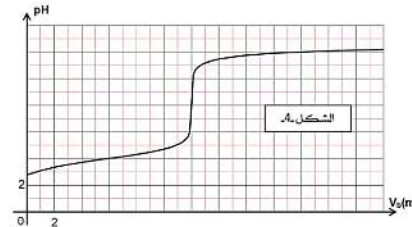
1. اعط المفهوم الكيميائي لنقطة التكافؤ.
2. عين احدائيات نقطة التكافؤ واستنتج التركيز المولي C_a للحمض المعابر .
3. عين بيانها pKa الثنائية (HA/A^-) ثم تعرف على الحمض المعابر .

ثنائية (HA/A^-)	pKa
CH_3COOH/CH_3COO^-	4,8
$HCOOH/HCOO^-$	3,8
$C_6H_6COOH/C_6H_5COO^-$	4,2

4. اعتمادا على البيان بين دون حساب ان الحمض HA ضعيف.
5. أ- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث اثناء المعايرة.
ب - احسب ثابت التوازن K لهذا التفاعل. ماذا تستنتج؟
ج - ما هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة؟

التمرين 21، بكالوريا علوم تجريبية 2008

يحتوي الحليب على حمض اللاكتيك (حمض اللبن) الذي تزداد كميته عندما لا تحترم شروط الحفظ، ويكون الحليب غير صالح للاستهلاك إذا زاد تركيز حمض اللاكتيك فيه عن $2.4 \times 10^{-2}\text{ mol/L}$. الصيغة الكيميائية لحمض اللاكتيك هي $CH_3CHOHCOOH$ ونرمز لها اختصارا HA . أثناء حصة الأعمال المخبرية، طلب الأستاذ من تلميذين تحقيق معايرة عينة من حليب فصد معرفة مدى صلاحيته.

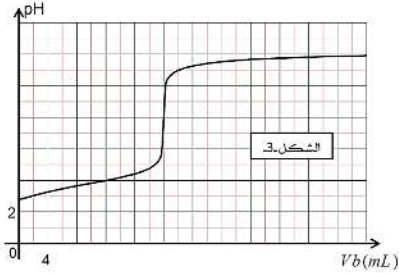


- التجربة الأولى: أخذ التلميذ الأول حجما $V_a = 20\text{mL}$ من الحليب وعابره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المول $C_b = 5 \times 10^{-2}\text{ mol/L}$ متتبعاً تغيرات pH المزيج بواسطة pH متر، فتحصل على المنحنى المقابل.
- التجربة الثانية: أخذ التلميذ الثاني حجما $V_a = 20\text{mL}$ من الحليب ومدده بالماء المقطر إلى أن أصبح حجمه 200mL ثم عابره المحلول الناتج بمحلول هيدروكسيد الصوديوم السابق مستعملا كاشفا ملونا مناسباً فلاحظ أن لون الكاشف يتغير عند إضافة حجم من الصودا قدره $V_a = 12.9\text{mL}$.
- 1 - اكتب معادلة التفاعل المنمذج لعملية المعايرة.
 - 2 - ضع رسماً تخطيطياً للتجربة الأولى.
 - 3 - لماذا أضاف التلميذ الماء في التجربة الثانية؟ هل يؤثر ذلك على نقطة التكافؤ؟
 - 4 - عين التركيز المولي لحمض اللاكتيك في الحليب المعابر في كل تجربة. ماذا تستنتج عن مدى صلاحيته للاستهلاك؟
 - 5 - برأيك، أي تجربة أكثر دقة؟

المحاليل المائية في الدرجة 25°C .

لأجل تعيين قيمة التركيز المولي لمحلول مائي (S_0) لحمض الميثانويك $HCOOH(aq)$ نحقق التجريبتين التاليتين:
التجربة الأولى: نأخذ حجما $V_0 = 20\text{mL}$ من المحلول (S_0) ونمدده 10 مرات (أي إضافة 180mL من الماء المقطر) لنحصل على محلول (S_1) .

التجربة الثانية: نأخذ حجما $V_1 = 20\text{mL}$ من المحلول الممدد (S_1) ونعابره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_b = 0.02\text{ mol/L}$. أعطت نتائج المعايرة البيان الشكل - 3

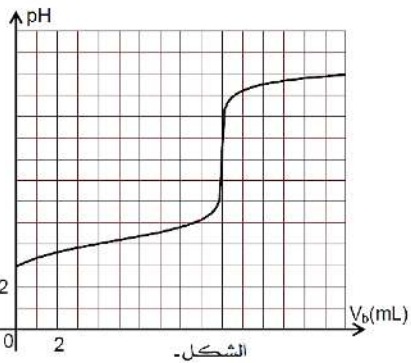


- 1 - اشرح باختصار كيفية تمديد المحلول (S_0) وما هي الزجاجيات الضرورية لذلك؟
- 2 - اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث أثناء المعايرة.
- 3 - عين بيانها إحدائتي نقطة التكافؤ، واستنتج التركيز المولي للمحلول الممدد (S_1)
- 4 - أوجد بالاعتماد على البيان القيمة التقريبية لثابت الحموضة ka للثنائية $(HCOOH(aq)/HCOO^-(aq))$.
- 5 - استنتج قيمة التركيز المولي للمحلول الأصلي (S_0) .

التمرين 23، بكالوريا علوم تجريبية 2010

يتكون مشروب غازي من ثنائي أكسيد الكربون CO_2 منحل في الماء والسكر وحمض البنزويك C_6H_5COOH . يريد أحد التلاميذ إجراء عملية معايرة لمعرفة التركيز المولي C_a للحمض في هذا المشروب، ولأجل ذلك يأخذ منه حجما قدره $V_a = 50\text{mL}$ بعد إزالة غاز CO_2 عن طريق رجه جيدا ويضعه في بيشر ثم يعابره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ ذي التركيز المولي $C_b = 0.1\text{ mol/L}$.

1 - من أجل كل حجم V_b هيدروكسيد الصوديوم المضاف يسجل التلميذ في كل مرة قيمة pH المحلول عند الدرجة 25°C باستعمال مقياس الـ pH متر فتمكن من رسم المنحنى البياني $pH = f(V_b)$. الشكل - 1 .



اسم الكاشف	pH مجال التغير اللوني
أحمر الميثيل	6.2 - 4.2
ازرق البروموثيمول	7.6 - 6.0
الفينول فتالين	10.0 - 8.0

- باعتبار حمض البنزويك الحمض الوحيد في المشروب الغازي.
- أ - اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحاصل خلال المعايرة.
 - ب - حدد بيانها إحدائتي نقطة التكافؤ K .
 - ج - استنتج التركيز المولي C_a لحمض البنزويك.
- 2 - من أجل حجم $V_b = 10\text{mL}$ هيدروكسيد الصوديوم المضاف:
- أ - أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل.
 - ب - أوجد كمية مادة كل من شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ . وجزيئات حمض البنزويك المتبقية في الوسط التفاعلي مستعينا بجدول التقدم.
 - 3 - ما هو الكاشف المناسب لمعرفة نقطة التكافؤ من بين الكواشف المذكورة أدناه مع التعليل؟

المحاليل مأخوذة عند 25°C .

لإزالة الطبقة الكسبية على جدران أدوات الطهي المنزلية يمكن استعمال منظف تجاري لمسحوك حمض السولفاميك القوي ذي الصيغة الكيميائية H_2SO_3 والذي نرسم له اختصارا HA ونقاوته (%P) .

1- للحصول على المحلول (S_A) لحمض السولفاميك ذي التركيز المولي C_A ، نحضر محلولاً حجمه $V = 100\text{mL}$ ويحتوي الكتلة $m = 0.9\text{g}$ من المسحوق التجاري لحمض السولفاميك.

أ- اكتب معادلة انحلال الحمض في الماء.

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

2- لمعايرة المحلول (S_A) نأخذ منه حجماً $V_A = 20\text{mL}$ ونظيف له 80mL من الماء المقطر، وباستعمال التركيب التجريبي المبين في الشكل نعايره بواسطة هيدروكسيد الصوديوم ($Na^+ + HO^-$) ذي التركيز المولي $C_B = 0.1\text{mol/L}$. نبلغ نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{BE} = 15.3\text{mL}$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم ويكون $pH_E = 7$.

أ- تعرف على أسماء العناصر المرقمة في الشكل.

ب- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

ج- احسب التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) ثم استنتج الكتلة m_A للحمض HA الذائب في هذا المحلول.

د- احسب النقاوة (%P) للمنظف التجاري.

تعطي الكتلة المولية للحمض HA : $M = 97\text{g/mol}$

التمرين 25: بكالوريا رياضيات 2010

نحضر محلولاً (S) لحمض الإيثانويك CH_3COOH لهذا الغرض نحل كتلة m في حجم قدره 100ml من الماء المقطر . نقيس pH المحلول (S) بواسطة مقياس الـ pH متر عند الدرجة 25°C فكانت قيمته 3,4 .

1 - اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث.

2 - أ/ أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل الكيميائي . ب/ أوجد قيمة التقدم النهائي x_f .

ج/ إذا علمت أن نسبة التقدم النهائي $\tau_f = 0.039$ بين أن قيمة التركيز المولي $C = 0.01\text{mol/L}$. ثم استنتج m قيمة الكتلة المنحلة في المحلول (S) .

3 - احسب كسر التفاعل الابتدائي Q_{PI} وكسر التفاعل عند التوازن Q_{PF} ما هي جهة تطور الجملة الكيميائية؟

4 - بهدف التأكد من قيمة التركيز المولي C للمحلول (S) ، نعاير حجماً $V_A = 10\text{mL}$ منه بواسطة محلول أساسي هيدروكسيد الصوديوم ($Na^+ + HO^-$) تركيزه المولي $C_B = 4 \times 10^{-3}\text{mol/L}$ فيحدث التكافؤ عند إضافة حجم من المحلول الأساسي مقداره $V_{BE} = 25\text{mL}$.

أ/ اذكر البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة .

ب/ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحويل .

ج/ احسب قيمة التركيز المولي C للمحلول (S) ، قارنها مع القيمة المعطاة سابقاً .

د/ ما هي قيمة pH المزيج لحظة إضافة $12,5\text{ml}$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم؟

$M(H) = 1\text{g/mol}$ ، $M(C) = 12\text{g/mol}$ ، $M(O) = 16\text{g/mol}$ ، $pKa(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4,8$

نحضر محلولاً مائياً S لحمض الإيثانويك CH_3COOH حجمه V ، تركيزه $C = 10^{-2}\text{mol/l}$. نقيس الناقلية الكهربائية النوعية σ للمحلول S في درجة الحرارة 25°C فكانت : $\sigma = 16\text{ms.m}^{-1}$.

1- اكتب معادلة التفاعل المنمذجة لانحلال حمض الإيثانويك في الماء .

2- جد عبارة $[H_3O^+]$ في المحلول S بدلالة σ و $\lambda_{CH_3COO^-}$ و $\lambda_{H_3O^+}$ حيث : λ الناقلية النوعية المولية الشاردية ، ثم احسبه .

3- بين ان قيمة الـ pH للمحلول هي 3,4 .

4- نعاير حجماً V_A من المحلول السابق S بواسطة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم ($K^+_{aq} + OH^-_{aq}$) تركيزه المولي

$C_B = 2 \times 10^{-3}\text{mol/l}$. قبل عملية المعايرة ، كانت النسبة : $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 41.43 \times 10^{-3}$ وأثناء المعايرة عند

إضافة حجم $V_B = 10\text{ml}$ أصبحت النسبة : $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 1$.

أ- استنتج قيمة K_A ثابت الحموضة للتثانية $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$

ب- احسب قيمة V_A .

$\lambda_{CH_3COO^-} = 4.1\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ و $\lambda_{H_3O^+} = 35.0\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

التمرين 27: بكالوريا 2015 رياضيات.

تعرض اغلب الأجهزة الكهرومنزلية مثل المسخن المائي وآلة تقطير القهوة الى ترسبات كلسية يمكن ازالتها باستعمال منظفات تجارية ، يفضل استعمال المنظفات التي تحتوي على حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ نظراً لفاعليته وعدم تفاعله مع مكونات الأجهزة وتحلله بسهولة في الطبيعة ، إضافة إلى انه غير ملوث للبيئة. كتب على لاصقة قارورة المنظف التجاري المعلومات التالية:

- النسبة المئوية لحمض اللاكتيك في المنظف $P = 45\%$.

- يستعمل المنظف التجاري المركز مع التسخين .

- الكتلة المولية الجزيئية لحمض اللاكتيك $M = 90\text{g/mol}$.

- الكتلة الحجمية للمنظف التجاري $\rho = 1.13\text{kg/l}$.

1- نحضر حجماً $V = 500\text{ml}$ من محلول مائي لحمض اللاكتيك تركيزه $C = 0.1\text{mol/l}$ ، أعطى قياس pH هذا المحلول $pH = 2.4$ عند 25°C .

أ- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل حمض اللاكتيك مع الماء .

ب- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .

ج- احسب تراكيز الافراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند التوازن عدا الماء .

د- احسب ثابت الحموضة pKa للتثانية $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$.

2- بهدف التحقق من النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري المركز ، نمدده 100 مرة فنحصل على محلول

(S_A) لحمض اللاكتيك تركيزه المولي C_A . نعاير حجماً $V_A = 10\text{ml}$ من المحلول (S_A) بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد

الصوديوم ($Na^+ + HO^-$) تركيزه المولي $C_B = 0.02\text{mol/l}$. نصل الى نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{BE} = 28.3\text{ml}$.

أ- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل المعايرة .

ب- احسب قيمة C_A ، واستنتج قيمة C_0 التركيز المولي للمنظف التجاري المركز .

عينة مخبرية S_0 لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تحمل المعلومات التالية: 27% و $d = 1,3$.

1- أ- بين بالحساب أن التركيز المولي للمحلول يقارب $C_0 = 8,8 \text{ mol/l}$.

ب- ما هو حجم محلول حمض كلور الهيدروجين الذي تركيزه المولي $C_a = 0,1 \text{ mol/l}$ اللازم لمعايرة $V_0 = 10 \text{ ml}$ من

العينة المخبرية السابقة؟

ج- هل يمكن تحقيق هذه المعايرة بسهولة؟ علّل.

2- نحضر محلولاً S بتمديد العينة المخبرية 50 مرة. صف

البروتوكول التجريبي الذي يسمح بتحضير 500 ml من

المحلول S .

3- نأخذ بواسطة ماصة حجماً $V_b = 10 \text{ ml}$ من المحلول

S . نضعها في بيشر، نضع مسبار جهاز الـ pH متر في

البيشر ونضيف إليه كمية مناسبة من الماء المقطر تجعل

المسبار مغموراً بشكل ملائم. نقيس قيمة الـ pH ، بعدها نسكب بواسطة سحاحة حجماً من المحلول الحمضي ثم نعيد قياس الـ pH

تكرر العملية، ونرسم البيان.

أ- كيف نضع مسبار الـ pH - متر حتى يكون مغموراً بشكل ملائم في البيشر؟ لماذا؟

ب- اكتب المعادلة الممنهجة للتحويل الحادث أثناء المعايرة.

ج- عيّن الإحداثيتين $(V_{aE}; PH_E)$ لنقطة التكافؤ E مع ذكر الطريقة المتبعة.

د- احسب التركيز المولي للمحلول S ثم استنتج التركيز المولي للعينة المخبرية.

$$M(H) = 1 \text{ g/mol}, M(Na) = 23 \text{ g/mol}, M(O) = 16 \text{ g/mol}$$

التمرين 31: بكالوريا رياضات 2014

نريد تحديد تجريبياً التركيز المولي C_b لمحلول مائي (S) للنشادر NH_3 عن طريق المعايرة الـ pH مترية، لذلك نعاير حجماً

$V_b = 20 \text{ ml}$ من المحلول (S) بواسطة حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $C_a = 0,015 \text{ mol/L}$

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

ب- أنجز جدول تقدم التفاعل الذي يمدج التحويل الكيميائي الحادث بين محلول النشادر وحمض كلور الماء .

2- النتائج المحصل عليها عند $25^\circ C$ سمحت برسم البيان (الشكل-09) بالاعتماد على البيان جد:

أ- إحداثيتي نقطة التكافؤ .

ب- التركيز المولي الابتدائي C_b .

ج- قيمة الـ pKa للثنائية NH_4^+/NH_3 .

3- احسب قيمة ثابت التوازن K لهذا التفاعل .

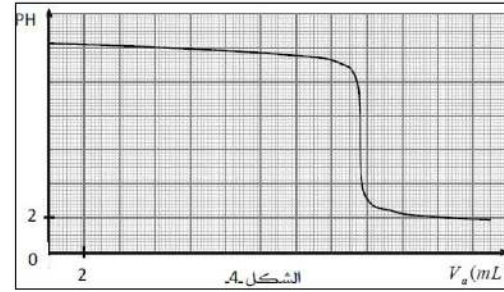
4- عند إضافة حجم $V_a = 9 \text{ ml}$ من المحلول الحمضي :

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

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

ج- احسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ_f لتفاعل المعايرة عند

الإضافة السابقة. ماذا تستنتج؟



الشكل 4.

تستعمل المنتجات الصناعية الأروية في المجال الفلاحي لتوفرها على عنصر الأروت الذي يعد من بين العناصر الضرورية

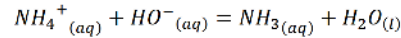
لتخصيب التربة . يحتوي منتج صناعي على نترات الامونيوم NH_4NO_3 كثير الذوبان في الماء . تشير لاصقة كيس المنتج

الصناعي الأروتي الى النسبة المئوية لعنصر الأروت 33% . القياسات تمت عند $25^\circ C$.

في اللحظة $t = 0$ نمزج حجماً $V_1 = 20 \text{ ml}$ من محلول شوارد الامونيوم NH_4^+ تركيزه المولي $C_1 = 0,15 \text{ mol/l}$ مع حجم

$V_2 = 10 \text{ ml}$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_2 = 0,15 \text{ mol/l}$. قيس pH المزيج

التفاعلي فوجد $pH = 9,2$. نمذج التحويل الكيميائي الحادث بالمعادلة الكيميائية التالية:



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

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

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

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

2- بهدف التأكد من النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأروت في المنتج الصناعي ، نذيب عينة كتلتها $m = 6 \text{ g}$ منه في حوجة عيارة

، فنحصل على محلول (S_a) حجمه 250 ml نأخذ حجماً $V_a = 10 \text{ ml}$ من المحلول (S_a) ونعايره بواسطة محلول هيدروكسيد

الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 0,2 \text{ mol/l}$ ، نصل الى نقطة التكافؤ عند اضافة الحجم $V_{bE} = 14 \text{ ml}$.

أ- احسب التركيز المولي C_a للمحلول (S_a) واستنتج كتلة الأروت في العينة.

ب- تعرف النسبة المئوية الكتلية للأروت بأنها : النسبة بين كتلة الأروت في العينة وكتلة العينة .

- احسب النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأروت في العينة . ماذا تستنتج؟

$$\text{نعطي : } PKa(NH_4^+/NH_3) = 9,2 \quad M(H) = 1 \text{ g/mol}, M(N) = 14 \text{ g/mol}, M(O) = 16 \text{ g/mol}$$

التمرين 33: بكالوريا تقني رياضي 2012

الايوبروفين حمض كربوكسيلي صيغته الجزيئية الاجمالية : $C_{13}H_{18}O_2$ ، دواء يعتبر من المضادات ثلاثية ، سببه بالاسبيرين ،

ممكن استعماله للألام ومخفض للحرارة . تباع مستحضراته في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار 200 mg

يذوب في الماء . في كل هذا النشاط نرمز لحمض الايوبروفين بـ $RCOOH$ ولأساسه المرافق $RCOO^-$. $M(RCOOH) =$

206 g/mol . تؤخذ كل المحاليل في $25^\circ C$.

أولاً : نذيب محتوى كيس الايوبروفين 200 mg من الحمض في بيشر به ماء فنحصل على محلول مائي S_0 تركيزه المولي C_0

وحجمه $V_0 = 500 \text{ ml}$.

1- تأكد من أن $C_0 \approx 0,002 \text{ mol/l}$

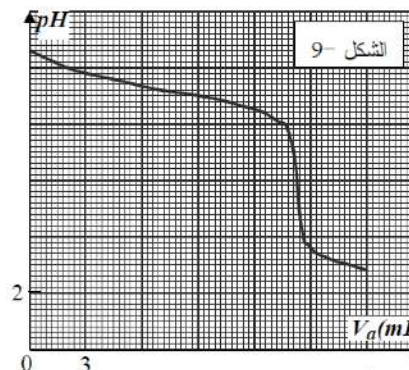
2- أعطى قياس الـ pH للمحلول S_0 القيمة : $pH = 3,5$.

أ- تحقق باستعانتك بجدول التقدم أن تفاعل حمض الايوبروفين مع الماء محدود .

ب- اكتب كسر التفاعل Q_r لهذا التحويل .

ج- بين ان عبارة Q_r عند التوازن تكتب من الشكل : $Q_{req} = \frac{x_{max}\tau_f^2}{V_0(1-\tau_f)}$ حيث τ_f نسبة التقدم النهائي و x_{max} التقدم الاعظمي .

د- استنتج قيمة ثابت التوازن K .

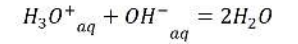


الشكل 9-

تمارين الوحدة 4: تطور جملته كيميائية نحو حالة التوازن

ثانياً: للتحقق من صحة المقدار المسجل على الكيس، نأخذ حجماً $V_b = 100ml$ من محلول مائي S_b لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{aq} + OH^-_{aq})$ تركيزه المولي: $C_b = 2 \times 10^{-2} mol/l$ ونذيب فيه كليا محتوى الكيس فنحصل على محلول مائي S .

نعتبر ان حجمه V_b ، نأخذ $20ml$ من المحلول S ونضعه في بيشر ونعايره بمحلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه $C_a = 2 \times 10^{-2} mol/l$ فنحصل على المنحنى البياني، معادلة تفاعل المعايرة هي:



- 1- ارسم بشكل تخطيطي عماية المعايرة .
- 2- عرف نقطة التكافؤ، ثم حدد إحداثيات هذه النقطة E
- 3- حدد كمية شوارد OH^-_{aq} التي تمت معايرتها .
- 4- حدد كمية المادة الاصلية لشوارد OH^-_{aq} ثم استنتج تلك التي تفاعلت مع الحمض $RCOOH$ المتواجد في الكيس .

احسب m كتلة حمض الايبوبروفين المتواجدة في الكيس، ماذا تستنتج؟

التمرين 34:

المثيل أمين $CH_3NH_2(aq)$ هو اساسا ضعيف ينحل في الماء ليعطي شوارد الميثيل أمونيوم $CH_3NH_3^+(aq)$.

يوجد في مخبر ثانوية قارورة من المثيل أمين مجهولة التركيز نرمل لها بالمحلول (S) ، لمعرفة قيمة تركيزه قام فوج من التلاميذ بتحضير محلول (S_1) للمثيل أمين ممدد 10 مرات انطلاقاً من القارورة . أخذ أحد التلاميذ بواسطة ماصة حجماً $V_b = 20 ml$ من المحلول الممدد وضعه في بيشر ثم أضاف اليه تدريجياً

بواسطة سحاحة محلولاً من كلور الهيدروجين تركيزه

$C_a = 0.02 mol/l$. بعد اجراء القياسات تمكن التلاميذ

من الحصول على البيان في الشكل :

1- ارسم مخطط البروتوكول التجريبي للمعايرة.

2- اكتب معادلة تفاعل المعايرة . ثم انجز جدولاً لتقدم تفاعل

المعايرة.

3- حدد من البيان قيمة حجم نصف التكافؤ ثم استنتج حجم التكافؤ.

4- احسب التركيز المولي C_b للمحلول الممدد ثم استنتج التركيز داخل القارورة .

5- عند اضافة $V_a = 2.8ml$ الى البيشر:

أ- احسب pH المحلول .

ب- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f وماذا تستنتج؟

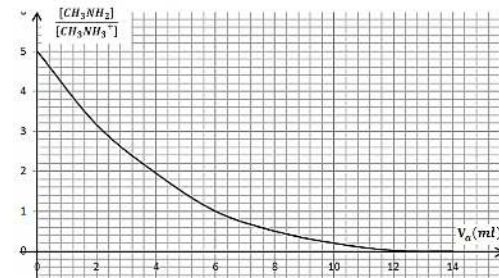
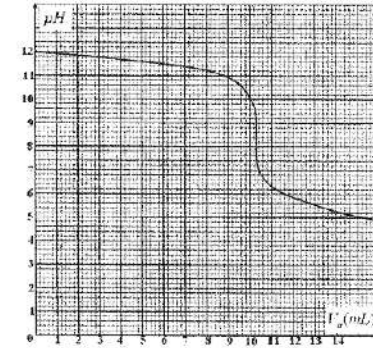
6- للتأكد ان انحلال محلول المثيل أمين في الماء غير تام نستعين بالمحلول (S_1) .

أ- اكتب معادلة انحلال المثيل أمين في الماء.

ب- عبر عن نسبة تقدم التفاعل τ_f بدلالة التركيز المولي C_b ، و K_e و P_H المحلول .

ج- احسب τ_f ، ماذا تستنتج؟

يعطى: $K_e = 10^{-14}$ ، $PKa(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2) = 10.6$



تمارين الوحدة 4: تطور جملته كيميائية نحو حالة التوازن

التمرين 35:

درجة حموضة الخل d هي كتلة حمض الايثانويك النقي المحتوات في $100g$ منه .

قارورة من الخل الشفاف التجاري كتب عليها $\rho = 1.02 g/ml$ ، نريد أن نحدد درجة حموضتها . من اجل ذلك وضع الأستاذ في متناول تلاميذه الوسائل التالية:

- حوولة سعتها $100ml$ واخري سعتها $200ml$.
- ماصة سعتها $10ml$ ، وماصة اخرى سعتها $20ml$.
- سحاحة مدرجة + بيشر سعته $100ml$ + مخلوط مغناطيسي + pH متر .
- محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي: $C_b = 0.1 mol/L$.

قام أحد التلاميذ بتمديد الخل التجاري 10 مرات للحصول على محلول (S_1) حجمه $V_1 = 100ml$ ، قيس الـ pH له فوجد يساوي 2.4 . بعد ذلك قام بمعايرة حجماً $V_a = 20ml$ من المحلول (S_1) بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $C_b = 0.1 mol/l$. قيل

المعايرة كانت النسبة $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 3.98 \times 10^{-3}$ وعند اضافة $V_b = 13.75ml$ من هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$

تصبح النسبة $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 1$.

1- ان قياس pH محلول الخل مكثنا من القول انه محلول حامضي . أثبت ان المحلول الذي له $pH < 7$ حامضي.

2- أ- ما هي الزجاجيات المستعملة في تمديد الخل التجاري للحصول على المحلول (S_1) .

ب- اذكر البروتوكول التجريبي لعملية المعايرة .

3- أ- اكتب معادلة المعايرة بين حمض الايثانويك CH_3COOH وشاردة الهيدروكسيد . ثم انشئ جدولاً لتقدم هذا التفاعل .

ب - استنتج التركيز المولي C_a للمحلول (S_1) و التركيز C_b للخل التجاري ثم حدد درجة حموضته.

4- احسب قيمة الـ pka_1 للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .

5- احسب قيمة pH المحلول في البيشر عند اضافة $V_b = 15ml$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم . ما هي الصفة السائدة عندئذ

معطيات: $M_O = 16 g/mol$ ، $M_H = 1 g/mol$ ، $M_C = 12 g/mol$

$pka_2(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2) = 10.7$ ، $Ke = 10^{-14}$

التمرين 36:

توجد في مخبر ثانوية حوولة تحتوي على محلول مركز لحمض كلور الماء بطاقتها تحمل المعلومات : 33% كتلياً من حمض كلور الهيدروجين . نسمي هذا المحلول S_0 تركيز C_0 . لمعرفة التركيز C_0 نقوم بتمديد المحلول S_0 بـ 1000 مرة فنحصل على محلول

S_1 تركيزه المولي C_1 . نأخذ حجماً $V_1 = 100ml$ من المحلول الممدد ثم نعاير العينة عن طريق قياس الناقلية بواسطة محلول

هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 0.01 mol/l$. البيان يمثل تغيرات الناقلية بدلالة V_b حجم هيدروكسيد الصوديوم .

1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

2- عين من البيان V_{BF} الحجم المضاف عند التكافؤ ثم استنتج C_1 .

3- عين التركيز المولي C_0 للمحلول S_0 .

4- تمثل النسبة المئوية الكتلية للمحلول كتلة كلور الهيدروجين المذابة

في $100g$ من المحلول . عين هذه النسبة في المحلول S_0 وهل

تتوافق مع ما هو مكتوب على الملصقة؟

