التمرين 1:

1- هل التفاعلات التالية تفاعلات حمض أساس ؟ برر أجابتك .

A) $Cu^{2+}_{(aq)} + 2HO^-_{(aq)} = Ca(OH)_{2\,(s)}$

B) $CH_3NH_{2(aq)} + CH_3COOH_{(aq)} = CH_3NH_3^+{}_{(aq)} + CH_3COO^-{}_{(aq)}$

C) $CH_3COOH_{(l)} + CH_3OH_{(l)} = CH_3COOCH_{3(l)} + H_2O_{(aq)}$

D) $HCl_{(g)} + NH_{3(g)} = NH_4^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$

E) $C_6H_5COOH_{(s)} + H_2O_{(l)} = C_6H_5COO^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$

2- أكمل الجدول التالي ثم بين كيف يتغير pH محلول عندما يتناقص $[H_3O^+]$:

pH	2		3.4		8		
$[H_3O^+]$ (mol.L^{-1})		$4 . 10^{-3}$				$1.25 . 10^{-7}$	
$[HO^-]$ (mol.L^{-1})							$1.25 . 10^{-4}$
الطبيعة				معتدل			

3- فيما يلي قيم الـ pH لمحاليل لها نفس التركيز المولي $C = 10^{-3}$ mol/L .

- محلول حمض الإيثانويك CH_3COOH : $pH = 3.9$.
- محلول حمض كلور الهيدروجين HCl : $pH = 3.0$.
- محلول حمض الكبريت H_2SO_4 $pH = 2.7$.
- محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH : $pH = 11$.

من بين الأحماض السابقة بين من هي القوية و من هي الضعيفة .

4- نحضر محلول (B) لهيدروكسيد الصوديوم بحل $0.01\ g$ من هيدروكسيد الصوديوم النقي في $1L$ من الماء المقطر .

أ- أحسب C التركيز الابتدائي للمحلول (B) .

ب- أحسب pH المحلول (B) .

5- نحضر عند الدرجة 25°C محلول (A) لكلور الهيدروجين بحل V_{HCl} من غاز كلور الهيدروجين نقاس في الشرطين النظاميين في $1L$ من الماء النقي ، قيمة pH المحلول (A) المتحصل عليه فوجدنا $pH = 2$. أوجد :

- التركيز المولي للمحلول (A) .
- قيمة V_{HCl} .

التمرين 2:

حضرنا محلول حمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي $C = 10^{-3}$ mol/L و حجمه $V = 100$ mL و عندما قمنا بقياس pH المحلول الناتج عند الدرجة 25° م ، وجدنا $pH = 3.9$.

1- أكتب معادلة الإنحلال حمض الإيثانويك في الماء .

2- أكتب الثنائيتين (أساس/ حمض) الداخلتين في هذا التفاعل .

3- أحسب نسبة التقدم النهائي τ_f ، ماذا تستنتج ؟

4- أحسب تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة بالمحلول .

5- أحسب بطريقتين ثابت الحموضة للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) ثم استنتج قيمة الـ pKa هذه الثنائية .

6- قارن بين الحمضين CH_3COOH ، H-COOH من حيث القوة علما أن قيمة الـ pKa للثنائية ($H\text{-}COOH/HCOO^-$) هي $pKa_2 = 3.78$.

التمرين 3:

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

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

1- أعط تعريفا للحمض وفق نظرية برونشتد .

2- أكتب الثنائيتين (أساس/ حمض) الداخلتين في التفاعل الحاصل .

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

II- نحضر محلولا مائيا لحمض الإيثانويك حجمه $V = 100\ mL$ ، و تركيزه المولي $C = 2.7 \cdot 10^{-3}\ mol/L$ ، و قيمة الـ pH له في الدرجة $25°C$ تساوي 3.7 .

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

2- انشئ جدولا لتقدم التفاعل ، ثم احسب كلا من التقدم النهائي x_f و التقدم الأعظمي x_{max} .

3- أحسب قيمة النسبة النهائية (τ_f) لتقدم التفاعل . ماذا تستنتج ؟

4- أحسب :

أ- التركيز المولي النهائي لكل من (CH_3COO^-) و (CH_3COOH) .

ب- قيمة pka للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) ، و استنتج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول الحمضي .

برر أجابتك .

التمرين 4:

يعرض تحضير محلول (S_1) لغاز النشادر $NH_3(g)$ ، تحل $1,2L$ منه في $500mL$ من الماء المقطر.

1. أ. احسب التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1) ، علما ان الحجم المولي في شروط التجربة $V_m = 24L.mol^{-1}$.

ب. اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل النمذج للتحول الكيميائي الحاصل.

2. إن قياس pH للمحلول (S_1) ، في الدرجة $25°C$ اعطى القيمة $pH_1 = 11,1$.

أ. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

ب. احسب نسبة التقدم النهائي τ_1 ، ماذا تستنتج؟

3. يكلف الأستاذ في حصة الأعمال المخبرية فوج من التلاميذ بتحضير محلول (S_2) حجمه $V = 50mL$ وتركيزه المولي $C_2 = 0,02mol.L^{-1}$ انطلاقا من المحلول (S_1).

أ. ماهي الخطوات العملية المتبعة لتحضير المحلول (S_2)؟

ب. إن قيمة pH المحلول (S_2) المحضر تساوي 10,8. احسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ_2 للتفاعل.

ج. ما تأثير الحالة الابتدائية للجملة على نسبة التقدم النهائي للتفاعل؟

4. احسب قيمة ثابت الحموضة K_a للثنائية $(NH_4^+(aq)/NH_3(aq))$.

التمرين 5:

نعتبر محلولا (S_1) لغاز النشادر تركيزه المولي $C_1 = 0.10\ mol/L$ و قيمة الـ $pH = 11.1$.

1) - أكتب معادلة تفاعل غاز النشادر NH_3 مع الماء ؟ يعطى : NH_4^+ / NH_3

2) - بين أن NH_3 لا يتفاعل كليا مع الماء ؟

3) - أقترح طريقة تمكن من تحضير محلول (S_2) لغاز النشادر حجمه $V_2 = 100\ mL$ و تركيزه المولي $C_2 = 2.5 \times 10^{-2}\ mol/L$ و هذا إنطلاقا من V_1 و (S_1) ؟

4) - إذا كان pH المحلول (S_2) يساوي 10.8 عين النسبة النهائية لتقدم التفاعل في المحلول (S_2) ؟

5) - ماذا يمكن القول عن تأثير عملية التمديد على تفاعل NH_3 مع الماء ؟

التمرين 6:

1-نحضر محلولاً مائياً S_1 حجمه $V = 200\ mL$ لحمض البنزويك C_6H_5COOH بتركيز مولي $c_1 = 1{,}00 \times 10^{-3}\ mol \cdot L^{-1}$ ، ثم نقيس pH هذا المحلول فنجده $pH_1 = 3{,}1$.

أ- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.

ب- أنشئ جدولا لتقدم هذا التفاعل.

ج- احسب نسبة التقدم النهائي τ_{f1} لهذا التفاعل ، ماذا تستنتج؟

د- اكتب عبارة ثابت الحموضة K_a للثنائية $C_6H_5COOH(aq)/C_6H_5COO^-(aq)$

ه- أثبت أن K_a يعطى بالعلاقة: $K_a = c_1 \times \frac{\tau_{f1}^2}{1-\tau_{f1}}$ ، ثم احسب قيمته.

2- نأخذ حجما $20\ mL$ من المحلول S_1 و نمدده 10 مرات بالماء فنحصل على محلول S'_1 لحمض البنزويك بتركيز مولي c'_1 ، ثم نقيس pH هذا المحلول فنجده $pH'_1 = 3{,}6$.

أ- أثبت أن: $c'_1 = 1{,}00 \times 10^{-4}\ mol \cdot L^{-1}$.

ب- احسب القيمة الجديدة لنسبة التقدم النهائي τ_{f2} لتفاعل حمض البنزويك مع الماء.

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

التمرين 7:

نعتبر محلولا مائيا لحمض الإيثانويك حجمه $V = 100\ mL$ و تركيزه المولي $C = 1.0 \cdot 10^{-2}\ mol/L$. نقيس الناقلية G لهذا المحلول في الدرجة $25°C$ بجهاز قياس الناقلية ، ثابت خليته $k = 1.2 \cdot 10^{-2}\ m$ فكانت النتيجة $G = 1.92 \cdot 10^{-4}\ S$.

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

2- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لانحلال حمض الإيثانويك في الماء.

3- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل ، عرف التقدم الأعظمي x_{max} و احسب حجم V بدلالة التركيز C للمحلول و حجمه V .

4- أ) أعط عبارة الناقلية النوعية σ للمحلول :

- بدلالة الناقلية G للمحلول و الثابت k للخلية .

- بدلالة التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ ، و الناقلية المولية الشاردية $\lambda(H_3O^+)$ و الناقلية المولية الشاردية $\lambda(CH_3COO^-)$ (نهمل التشرد الذاتي للماء) .

ب) استنتج عبارة $[H_3O^+]_f$ في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة G ، k ، $\lambda(H_3O^+)$ ، $\lambda(CH_3COO^-)$. أحسب قيمته .

ج) استنتج قيمة pH المحلول .

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

6) أحسب pka للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .

يعطى :

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

$\lambda(H_3O^+) = 35\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda(CH_3COO^-) = 4.1\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $Ke = 10^{-14}$

التمرين 8:

نحضر محلول لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي الابتدائي $C_1 = 2,7 \cdot 10^{-3}\ mol/l$ وحجمه $V_1 = 100ml$ قيمة pH له $pH = 3,7$ عند الدرجة 25^0C .

1- أكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء .

2- أنشئ جدول تقدم التفاعل .

3- أحسب نسبة التقدم النهائي τ_{f1} . ماذا تستنتج ؟

4- أعط عبارة ثابت التوازن للتفاعل ثم بين أنه يساوي القيمة : $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-5}$

5- نقيس عند الدرجة 25^0C الناقلية النوعية لمحلول آخر لحمض الإيثانويك تركيزه $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-1}\ mol/l$ فنجد : $\sigma = 5,00 \cdot 10^{-2} S/m$

أ- أكتب عبارة $[H_3O^+]_f$ و $[CH_3COO^-]_f$ بدلالة $\lambda(H_3O^+)$ و $\lambda(CH_3COO^-)$ و σ . ثم أحسب قيمتها

ب- بين أن نسبة التقدم النهائي $\tau_{f2} = 1.25\%$.

جـ- بين أن ثابت التوازن للتفاعل K_2 يعطى بالعلاقة ثم أحسب قيمته : $K_2 = \frac{\tau_{f2}^2 C_2}{1-\tau_{f2}}$

د- من خلال قيم كل من τ_{f1} ، τ_{f2} ، K_1 ، K_2 :

- هل يتعلق ثابت التوازن K بالتراكيز الابتدائية .
- ما تأثير التراكيز الابتدائية على نسبة التقدم النهائي τ_f .

يعطى : $\lambda(H_3O^+) = 35,9 \cdot 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda(CH_3COO^-) = 4,1 \cdot 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$

التمرين 9:

نقيس ناقليتي محلولين حمضيين (S_1) ، (S_2) الأول لحمض الإيثانويك CH_3COOH و الثاني لكلور الهيدروجين HCl ، لهما نفس التركيز $C_{a1} = C_{a2} = C = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ، و نفس الحجم $V_{a1} = V_{a2} = V = 1\ L$ فنجد : $\sigma_{f1} = 15.6 \cdot 10^{-3}\ S.m^{-1}$ ، $\sigma_{f2} = 43.5 \cdot 10^{-2}\ S.m^{-1}$

يعطى : $\lambda_{H_3O^+} = 35.9 \times 10^{-3}\ s\,m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-} = 4.1 \times 10^{-3}\ s\,m^2.mol^{-1}$

$\lambda_{Cr} = 7,6 \times 10^{-3}\ s.m^2.mol^{-1}$ (نذكر أن الحجم في عبارة الناقلية يؤخذ بالمتر مكعب m^3) .

1- أكتب معادلة انحلال كل حمض في الماء .

2- انجز جدول التقدم الموافق لكل تفاعل و استنتج منه :

- التقدم النهائي x_f .
- نسبة التقدم النهائي τ_f .
- pH كل محلول .
- نوع التفاعل (تام أم محدود) .

3- أحسب تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول (S_2) عند نهاية التفاعل ، ثم استنتج ثابت الحموضة Ka للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .

4- إذا علمت $pKa(HCOOH/HCOO^-) = 3.8$ ، قارن بين الحمضين CH_3COOH و $HCOOH$

التمرين 10:

I- نأخذ محلولا مائيا (S_1) لحمض البنزويك C_6H_5-COOH تركيزه المولي $C_1 = 1.0 \cdot 10^{-2}\ mol/L$. نقيس عند التوازن في الدرجة 25°C ناقليته النوعية فنجدها $\sigma = 0.86 \cdot 10^{-2}\ S.m^{-1}$.

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

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

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

تعطى الناقلية المولية للشاردة H_3O^+ و الشاردة $C_6H_5COO^-$:

$\lambda(C_6H_5COO^-) = 3.24 \cdot 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda(H_3O^+) = 35.0 \cdot 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$ (نهمل التفرد الذاتي للماء) .

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

5- أحسب ثابت التوازن الكيميائي K_1 .

II- نعتبر محلولا مائيا (S_2) لحمض السالسيليك ، الذي يمكن أن نرمز له (HA) ، تركيزه المولي $C_2 = C_1$ و له pH = 3.2 في الدرجة 25°C .

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

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

التمرين 11:

إنحلال حمض الإيثانويك CH_3COOH في الماء هو تحول كيميائي ينمذج بالتفاعل ذي المعادلة التالية:

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

نقيس في الدرجة 25°C الناقلية النوعية للمحلول الذي تركيزه المولي الإبتدائي $c_0 = 1{,}6 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}$ ، فنجدها $\sigma = 1{,}6 \times 10^{-2}\ S.m^{-1}$.

1- حدد الثنائيات حمض/ أساس المشتركة في هذا التحول.

2- أكتب عبارة ثابت التوازن الكيميائي K بدلالة c_0 و $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]$.

3- يعطى الشكل العام لعبارة الناقلية النوعية في كل المحلول بدلالة التراكيز المولية و الناقليات النوعية المولية الشاردية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول بالصيغة : $\sigma(\ell) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i [x_i]$.

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

4- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحادث.

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

ب – أحسب ثابت التوازن الكيميائي K.

جـ- عين النسبة النهائية للتقدم τ_f . ماذا تستنتج؟

المعطيات: $\lambda_{H_3O^+} = 35{,}9 \times 10^{-3} S\ m^2\ mol^{-1}$; $\lambda_{CH_3COO^-} = 4{,}10 \times 10^{-3} S\ m^2\ mol^{-1}$.

التمرين 12:

دراسة التفاعل الحادث بين البروبانويك و الماء

نرمز إلى حمض البروبانويك C_2H_5-COOH بالرمز AH و لشاردة البروبانوات $C_2H_5-COO^-$ بالرمز A^- .

نعتبر محلولا لحمض البروبانويك حيث تهمل فيه تركيز شوارد الهيدروكسيد HO^- أمام بقية التراكيز الأخرى و كذلك ناقليتها النوعية. تكون

الناقلية النوعية للمحلول في هذه الشروط $\sigma = \lambda_1 \cdot [H_3O^+] + \lambda_2 \cdot [A^-]$ حيث تكون الناقلية الشاردية المولية للشوارد H_3O^+ هي $\lambda_1 = 35,0.10^{-3}\ Sm^2/mol$ و للبروبانوات هي $\lambda_2 = 3,58.10^{-3}\ Sm^2/mol$.

نسكب مقدار 0,10 mol من حمض البروبانويك النقي في الماء للحصول على 500 mL من محلول (S_0) .

نريد الحصول على محلول مخفف (S) حجمه V=1,00-L بتركيز $2,0.10^{-3}\ mol/L$ ما هو الحجم V الواجب أخذه من المحلول (S_0) ثم أذكر باختصار الخطوات المتبعة من اجل الحصول على المحلول (S) .

1) اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث بين الحمض و الماء.
2) اوجد جدول تطور تقدم التفاعل عن تحول $2,0.10^{-3}\ mol$ من حمض البروبانويك في حجم معين من الماء بحيث نحصل على حجم V=1,00 L من المحلول(S) و ليكن X_{eq} التقدم عند التوازن.
3) اوجد العلاقة بين الناقلية النوعية σ للمحلول و الناقليتين المولیتين الشاردیتين λ_1 ، λ_2 و الحجم V و التقدم X_{eq} عند التوازن.
4) قياس ناقلية المحلول يعطي القيمة $\sigma = 6,20.10^{-3}\ S/m$. اوجد القيمة العددية لـ Xeq. ثم قيمتي التركيزين $[H_3O^+]_{eq}$ و $[A^-]_{eq}$ عند التوازن.
5) ماهو تركيز حمض البروبانويك $[AH]_{eq}$ عند التوازن؟
6) أعط عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية (AH/A^-) ثم احسب قيمته. و استنتج الـ pKa لهذه الثنائية.

التمرين 13:

يُعطى : كل المحاليل ملغرنة في الدرجة $25°C$ ، $C = 12g.mol^{-1}$ ، $O = 16g.mol^{-1}$ ، $H = 1g.mol^{-1}$ ،
$\lambda_{H_3O^+} = 35mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,1mS.m^2.mol^{-1}$

I - نحلّ في الماء المقطر كمية كتلتها $m = 60\ mg$ من حمض الإيثانويك (CH_3COOH) ، ونحصل على محلول (S_1) حجمه $V_1 = 100\ mL$ وله $pH = 3,4$.

1 – احسب التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1) .

2 – اكتب معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك والماء ، وأشيء جدول التقدم لهذا التفاعل .

3 – عبّر عن النسبة النهائية للتقدم τ_f بدلالة C_1 و pH ، ثم احسب قيمة τ_f ، واستنتج أن تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء محدود .

4 – احسب ثابت التوازن K لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء .

II - لدينا محلول آخر (S_2) لحمض الإيثانويك تركيزه المولي $C_2 = \frac{C_1}{10}$ وناقليته النوعية $\sigma = 4,8\ mS.m^{-1}$.

1 - اذكر باختصار كيفية تحضير حجم $V_2 = 50\ mL$ من المحلول (S_2) انطلاقا من المحلول (S_1) .

2 - اكتب عبارة الناقلية النوعية للمحلول (S_2) بدلالة $[H_3O^+]$ ، $\lambda_{CH_3COO^-}$ ، $\lambda_{H_3O^+}$ ، ثم احسب التركيز المولي لشوارد الأوكسونيوم (H_3O^+) في المحلول (S_2) .

3 - احسب ثابت التوازن للتفاعل بين حمض الإيثانويك والماء في المحلول (S_2) . هل يتعلق ثابت التوازن بالتركيز المولي للحمض ؟

التمرين 14:

حمض الميثانويك HCOOH أو حمض النمل من وسائل الدفاع الذاتي للنمل ، يتميز ببعض الخواص المميزة له من أجل معرفة بعض هذه الخواص نقوم بمايلي :

1- نحضر محلول S_1 لحمض الميثانويك تركيزه المولي $C_1 = 10^{-2}\ mol\ .\ L^{-1}$ بإذابة كتلة m من الحمض النقي في حجم $V_1 = 100ml$ من الماء المقطر .

أ / أحسب الكتلة m .

ب / أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتحول حمض الميثانويك في الماء .

جـ / أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحادث .

2 – إن قياس الناقلية النوعية للمحلول S_1 أعطى القيمة $\sigma_{f1} = 0.05\ s\ .m^{-1}$ عند الدرجة $25°C$.

أ / أكتب عبارة النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f بدلالة C_1 و $[H_3O^+]_f$ ، و أحسب قيمته ، ماذا تستنتج ؟

ب / أحسب الثابت pK_a للثنائية $HCOOH / HCOO^-$.

3 – نحضر محلولا آخر S_2 لحمض الميثانويك تركيزه $C_2 = 10\ C_1$ (أكبر ب 10 مرات من تركيز المحلول S_1) فتكون الناقلية النوعية له $\sigma_{f2} = 0.17\ s\ .m^{-1}$.

أ / كيف تتغير النسبة النهائية لتقدم τ_f ؟ ب / هل يتغير الثابت pK_a ؟ برر

يعطى عند $25°C$: $\lambda(HCOO^-) = 5.46\ ms.m^2.mol^{-1}$; $\lambda(H_3O^+) = 35\ ms\ .m^2\ .mol^{-1}$

$M(HCOOH) = 46\ g / mol$

التمرين 15:

نؤخذ كل المحاليل في $25°C$.

1- حضرنا محلولا S_1 لحمض الإيثانويك CH_3-COOH تركيزه المولي $c_1 = 1,0\times10^{-1}\ mol\cdot L^{-1}$ وله $pH = 3,4$.

أ- اكتب معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء. ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي.

جـ- بيّن أن CH_3-COOH لا يتفاعل كليا مع الماء.

د- أثبت أن K_1 ثابت التوازن للتفاعل يعطى بالعلاقة: $K_1 = c_1\dfrac{\tau_{1f}^2}{1-\tau_{1f}}$ ، ثم احسب قيمته

هـ- ما النوع الكيميائي الذي يشكل الصفة القالية في المحلول؟

2- في تجربة ثانية حضرنا محلولا S_2 لحمض الإيثانويك تركيزه المولي $c_2 = 1,0\times10^{-2}\ mol\cdot L^{-1}$.

الناقلية النوعية له $\sigma = 5,0\times10^{-2}\ mS\cdot m^{-1}$.

أ- احسب التراكيز المولية للأنواع الشاردية المتواجدة في المحلول.

ب- احسب τ_{2f} و K_2.

يعطى:
$\lambda_{CH_3-COO^-} = 4,1\ S\cdot m^2\cdot mol^{-1}$
$\lambda_{H_3O^+} = 35,9\ S\cdot m^2\cdot mol^{-1}$

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

ب- هل يتعلق ثابت التوازن K بالتراكيز المولية الابتدائية؟

التمرين 16:

أربعة محاليل مائية لها نفس التركيز المولي $C=10^{-2}\ mol/L$ و هي :

المحلول S_1 : محلول حمض الايثانويك CH_3COOH	المحلول S_2 : محلول أساسي لغاز ميثيل أمين CH_3NH_2
المحلول S_3 : محلول ماءات البوتاسيوم $K^+ + OH^-$	المحلول S_4 : محلول حمض الأزوت $H_3O^+ + NO_3^-$

نقيس pH كل محلول و نسجل النتائج في الجدول التالي :

PH	12	3,4	10,6	2
اسم المحلول				

1- حدد خلط لقيم الـ PH أثناء تسجيلها في الجدول ، أنقل الجدول مع وضع الإسم المناسب للمحلول لكل PH ، مبررا اختيارك.
2- أكتب معادلتي تفاعل كل من حمض الايثانويك و محلول ماءات البوتاسيوم .
3- أحسب النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f في حالة المحلول S_1 . ماذا تستنتج ؟

التمرين 17:

محلول مائي S_0 لحمض الايثانويك CH_3COOH، حجمه V_0 و تركيزه المولي $c_0 = 1,0\times10^{-2}mol\,L^{-1}$.

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لانحلال حمض الإيثانويك في الماء.
2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل، نرمز بـ x_{eq} إلى تقدم التفاعل عند التوازن.
3- أكتب عبارة كل من:

أ- نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة c_0 و $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{eq}$.

ب- خارج التفاعل عند التوازن، وبين أنه يمكن حسابه على الشكل: $Q_{r,eq} = \dfrac{\left[H_3O^+_{(aq)}\right]^2_{eq}}{c_0 - \left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{eq}}$

جـ- الناقلية النوعية σ_{eq} عند التوازن بدلالة $\lambda_{H_3O^+}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-}$ و $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{eq}$ فضل $\left[OH^-_{(aq)}\right]_{eq}$ أمام $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{eq}$

4- أ- باستخدام العلاقات المستنتجة سابقا ، أكمل الجدول التالي:

المحلول	$c(mol.L^{-1})$	$\sigma_{eq}(S.m^{-1})$	$\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{eq}\ (mol.L^{-1})$	$\tau_f(\%)$	$Q_{r,eq}$
S_0	$1,0\times10^{-2}$	0,016			
S_1	$5,0\times10^{-4}$	0,036			

علما أن $\lambda_{H_3O^+} = 35,0mS.m^2.mol^{-1}$; $\lambda_{CH_3COO^-} = 3,6mS.m^2.mol^{-1}$

ب- إستنتج تأثير التركيز المولي للمحلول على كل من :

- نسبة التقدم النهائي τ_f. - خارج التفاعل عند التوازن $Q_{r,eq}$.

التمرين 18:

محلول مائي لحمض الايثانويك CH_3COOH تركيزه C مقدرا بالوحدة $(mol.L^{-1})$.

1- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل بين حمض الايثانويك والماء.

2- انشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي السابق.
3- أوجد عبارة $[H_3O^+]$ بدلالة C ، τ (نسبة تقدم التفاعل).
4- بين أنه يمكن كتابة عبارة ثابت الحموضة (K_a) للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) على الشكل : $K_a = \frac{\tau^2 C}{1-\tau}$
5- تحدد قيمة τ للتحول من أجل تراكيز مولية مختلفة (C) وندون النتائج في الجدول أدناه.

$C(mol.L^{-1})\times10^{-2}$	17,8	8,77	1,78	1,08
τ $(\times10^{-2})$	1,0	1,4	3,1	4,0
$A=1/C\ (L.mol^{-1})$				
$B=\tau^2/1-\tau$				

أ/ أكمل الجدول السابق. ب/ أمثل البيان $A=f(B)$.
جـ/ استنتج ثابت الحموضة K_a للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-).

التمرين 19:

1- نحضر محلولا لحمض كلور الإيثانويك $CH_2ClCOOH$ حجمه $V = 20\ mL$ تركيزه $C = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ و له $pH = 2.4$.
أ- أكتب معادلة تفاعل الحمض مع الماء .
ب- مثل جدول التقدم ثم عين من خلاله التقدم الأعظمي x_{max} لهذا التفاعل .
جـ- عين التقدم النهائي x_f و النسبة النهائية للتقدم .
د- تأكد من أن التفاعل غير تام بطريقتين.
2- نحضر محلولا لحمض الإيثانويك حجمه $V = 1\ L$ و تركيزه المولي $C = 10^{-3} mol/L$. نقيس الناقلية النوعية لهذا المحلول فنجد $\sigma_f = 4.9 . 10^{-3}\ S/m$.
أ- أكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء المقطر .
ب- مثل جدول التقدم ثم عين من خلاله التقدم الأعظمي x_{max} لهذا التفاعل .
جـ- أوجد نسبة التقدم النهائي τ_f . ماذا نستنتج ؟
يعطى : $\lambda(H_3O^+) = 35 . 10^{-3}\ Sm^2/mol$ ، $\lambda(CH_3COO^-) = 4.1 . 10^{-3}\ S.m^2/mol$.
3- نشكل مزيج يتكون من 2 mol من حمض عضوي RCOOH و 2mol من كحول R'OH ثم نوفر الشروف الملائمة لحدوث التفاعل ، ينتج مركب عضوي صيغته RCOOR' (أستر) و ماء H_2O وفق المعادلة :

$$RCOOH + R'OH = RCOOR' + H_2O$$

أ- إذا علمت أن هذا التفاعل غير تام (محدود) و أن نسبة التقدم النهائي هي $\tau_f = 0.6$. أوجد التركيب المولي للمزيج عند حدوث التوازن الكيميائي .
ب- أحسب ثابت التوازن الكيميائي K لهذا التفاعل .
3- نشكل مزيج آخر يتكون من 4mol من كحول آخر R"OH و 4mol من الحمض العضوي السابق ثم نوفر الشروف الملائمة لحدوث التفاعل . إذا كان ثابت التوازن الكيميائي للتفاعل في هذه الحالة هو $K = 4$. أوجد مقدار التقدم النهائي x_f .

التمرين 20:

نريد دراسة التفاعل بين 0.1mol من شوارد الإيثانوات CH_3COO^- مع 0.1mol من حمض الميثانويك HCOOH الذي يتم التفاعل وفق المعادلة :

$$CH_3COO^-_{(aq)} + HCOOH_{(aq)} = CH_3COOH_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$$

1- قدم جدول التقدم لهذا التفاعل .
2- عين كسر التفاعل الابتدائي $Q_{r,i}$.

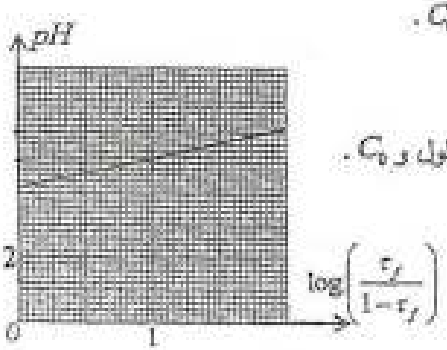
3- عين عبارة كسر في نهاية التفاعل بدلالة نسبة التقدم النهائي τ_f .
4- علما أن ثابت التوازن الموافق لهذه المعادلة هو $K = 13$. استنتج :
أ- النسبة النهائية لتقدم التفاعل . ب- التقدم النهائي جـ - التركيب المولي للمزيج عند نهاية التفاعل

التمرين 21:

تحتوي قارورة على محلول S_0 لحمض حضوي HA تركيزه المولي C_0 .

1. أ- اكتب معادلة انحلال الحمض HA في الماء.
ب- انشئ جدول التقدم لهذا التفاعل.
جـ- اكتب عبارة النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل بدلالة pH المحلول و C_0 .
د- بين أن pH المحلول S_0 يعطى بالعبارة:

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



الشكل-1

2. لغرض تحديد التركيز المولي C_0 لهذا الحمض و التعرف عليه سيتقدم، نُحضّر مجموعة محاليل ممددة مختلفة التراكيز المولية انطلاقا من المحلول S_0 .

قياس الـ pH لكل محلول سمح برسم بيان الدالة $pH = f\left(\log\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right)$ (الشكل-1)

أ- اكتب عبارة الدالة الموافقة للمنحنى البياني.
ب- استنتج ثابت الحموضة K_a للثنائية (HA/A^-).
جـ- حدد النوع الكيميائي الغالب في محلول الحمض HA من أجل $\tau_f = 0,7$.
د- اعطى قياس الـ pH لأحد المحاليل المعدّة بـ 160 مرة القيمة $pH = 4,2$. احسب قيمة التركيز المولي C_0 .
هـ- يبين الجدول التالي قيم الثابت pK_a لبعض الثنائيات HA/A^-. تعرّف على الحمض HA الموجود في القارورة.

HA/A^-	CH_3COOH/CH_3COO^-	$HCOOH/HCOO^-$	$C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$	كل المحاليل مأخوذة عند
pK_a	4,8	3,8	4,2	الدرجة 25°C

التمرين 22:

في حصة الأعمال التطبيقية، طلب الأستاذ من تلاميذته تحضير محاليل مائية لأحد الأحماض الضعيفة HA بتراكيز مولية مختلفة وقياس pH كل محلول في درجة الحرارة $25°C$، فكانت النتائج كالتالي:

1) أعط بروتوكولا تجريبيا توضح فيه كيفية تحضير محلولا للحمض الصلب HA تركيزه المولي c وحجمه V.
2) عرّف الحمض HA حسب برونشتد واكتب معادلة تفاعله مع الماء.
3) أكمل الجدول السابق.
4) جد عبارة pH المحلول المائي للحمض HA بدلالة الثابت pK_a للثنائية (HA/A^-).
5) أ- ارسم المنحنى: $pH = f\left(Log\frac{[A^-]_{eq}}{[HA]_{eq}}\right)$ واكتب معادلته.

$c(mol/L)$	$1,0\cdot10^{-2}$	$5,0\cdot10^{-3}$	$1,0\cdot10^{-3}$	$5,0\cdot10^{-4}$	$1,0\cdot10^{-4}$
pH	3,10	3,28	3,65	3,83	4,27
$[H_3O^+]_{éq}\ (mol\cdot L^{-1})$					
$[A^-]_{éq}\ (mol\cdot L^{-1})$					
$[HA]_{éq}\ (mol\cdot L^{-1})$					
$Log\dfrac{[A^-]_{éq}}{[HA]_{éq}}$					

ب- حدّد بيانيا قيمة الثابت pK_a للثنائية (HA/A^-) ثم استنتج صيغة الحمض HA من الجدول التالي:

الثنائية	$HCOOH/HCOO^-$	$C_2H_5COOH/C_2H_5COO^-$	$C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$
pK_a	3,8	4,87	4,2

التمرين 23:

I- نحضر محلولا مائيا لحمض الميثانويك HCOOH حجمه V وتركيزه المولي $C = 10^{-2}$ mol/L وله pH = 2,9 عند الدرجة 25°C.

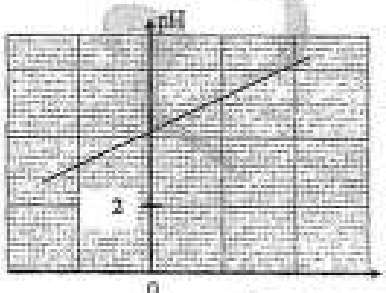
1- اكتب معادلة انحلال حمض الميثانويك في الماء واذكر الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل.

2- أنشئ جدول تقدم التفاعل.

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

4- احسب قيمة الـ pK_a للثنائية $HCOOH/HCOO^-$.

II- نحضّر عدّة محاليل من حمض البنزويك C_6H_5COOH مختلفة التركيز C ونحسب في كل مرة النسبة $\dfrac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$ لنرسم البيان ($pH = f(\log\dfrac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]})$) الممثل بالشكل-1.



الشكل- 1

1- اكتب عبارة K_a، ثابت الحموضة للثنائية $(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$.

2- أوجد علاقة pH المحلول بدلالة pK_a للثنائية $(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$ والنسبة $\dfrac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$.

3- اعتمادا على البيان، استنتج قيمة الثابت pK_a للثنائية: $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

4- أي الحمضين أقوى HCOOH أم C_6H_5COOH إذا علمت أن لهما نفس التركيز المولي؟ برّر إجابتك.

التمرين 24:

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

1-حمض البنزويك جسم صلب أبيض اللون يستعمل كحافظ للمواد الغذائية صيغته C_6H_5COOH أساسه المرافق شاردة البنزوات $C_6H_5COO^-$.

نحضر منه محلولا مائيا (S_1) حجمه $V_1 = 50\ mL$، تركيزه المولي $c_1 = 0{,}01\ mol/L$ انطلاقا من محلوله التجاري ذي التركيز $c_0 = 0{,}025\ mol/L$.

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

ب. اكتب البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S_1) مبينا الزجاجيات المستعملة من بين ما يلي:

- حوجلات عيارية $(50\ mL\ ,\ 100\ mL\ ,\ 500\ mL)$
- ماصات عيارية $(5\ mL\ ,\ 10\ mL\ ,\ 20\ mL)$

جـ. ماذا يعني مصطلح "عيارية" المقترن بالماصات والحوجلات المذكورة في السؤال 1-ب؟

2-إن قياس pH المحلول (S_1) أعطى القيمة 3,12.

أ. اكتب معادلة تشرد حمض البنزويك في الماء موضحا الثنائيتين أساس/حمض المشاركتين في هذا التحول.

ب. احسب كسر التفاعل النهائي $Q_{r,f}$.

3-نسكب 10 mL من المحلول (S_1) في بيشر ونضع هذا الأخير فوق مخلاط مغناطيسي ونضيف له كل مرة حجما من الماء ثم نقيس pH المحلول الناتج فنحصل على النتائج المدونة في الجدول التالي:

$V_{H_2O}(mL)$ حجم الماء المضاف	0	10	40
$c\ (mol/L)$			
pH	3,12	3,28	3,49
τ_f			

أ. ما الفائدة من استعمال المخلاط المغناطيسي في هذه العملية؟

ب. اكمل الجدول أعلاه واستنتج تأثير إضافة الماء للمحاليل الحمضية على c و τ_f.

التمرين 25:

نمزج حجما $V_1 = 30\ mL$ من محلول كبريتيد الصوديوم $(2Na^+ + SO_3^{2-})$ تركيزه المولي $C_1 = 0.10\ mol/L$ و حجما $V_2 = 30\ mL$ من محلول حمض الإيثانويك تركيزه المولي $C_2 = 0.10\ mol/L$.

المعطيات : HSO_3^- / SO_3^{2-} ، CH_3COOH / CH_3COO^-

1) ـ أكتب معادلة التفاعل الحادث ؟

2) ـ قم جدولا لتقدم التفاعل ؟

3) ـ أحسب Q_{r1} ؟

4) ـ عبر عن Q_{rf} بدلالة τ (عند حالة التوازن)

5) ـ علما أن ثابت التوازن الموافق للتفاعل $K = 251$. إستنتج τ في الشروط التجريبية ؟

التمرين 26:

لدينا حوجلة تحتوي على كاشف ملون مجهول تركيزه المولي $C_0 = 2.90 \times 10^{-4}$ mol / L له قيمة pH تعيين C_0 4.18 يمكن أن نرمز للثنائية المواقفة للكاشف (HIn / In^-) محلول الكاشف حضر من الصيغة الحمضية HIn للثنائية

1) ـ أكتب معادلة تفاعل HIn مع الماء ؟

2) ـ عين $[H_3O^+]_f$ في المحلول ؟

3) ـ بإعتبار حجم V = 100 mL من محلول الكاشف .

* عين النسبة النهائية لتقدم التفاعل HIn مع الماء ؟ هل تشرد الحمض كليا ؟ برر إجابتك ؟

4) ـ عين عبارة ثابت الحموضة K_a المواقفة للثنائية ؟

5) ـ بعد حساب التراكيز المولية لكل الأنواع المتواجدة

عند حالة التوازن تأكد أن $K = 1.95 \times 10^{-5}$

التمرين 27:

PH لمحلول S من النشادر NH_3 ذو التركيز المولي $C = 5,0.10^{-3} mol.l^{-1}$ هو 10,4 .

1- النشادر حمض او أساس ؟ علل

2- أكتب معادلة التفاعل الحادث بين NH_3 والماء وعبر عن الثابت التوازن K لهذا التفاعل

3- عبر عن ثابت الحموضة K_a للثنائية حمض-أساس التي ينتمي إليها النشادر.

4- انشأ العلاقة بين K ، K_a و K_e

5- انشأ جدول تقدم الجملة من أجل حجم المحلول V ،واستنتج العلاقة بين $[HO^-]_{éq}$ و $[NH_4^+]_{éq}$ والعلاقة بين C ، $[NH_4^+]_{éq}$ و $[NH_3]_{éq}$.

6- عين القيمة العددية لتراكيز $[HO^-]_{éq}$ و $[NH_4^+]_{éq}$ و $[NH_3]_{éq}$. واستنتج قيمة K.

7- استنتج قيم K_a و PK_a . الجداء الشاردي للماء عند 25°C : $K_e = 10^{-14}$

التمرين 28:

pH محلول S للأمونياك NH_3 تركيزه $c = 5,0 . 10^{-3}$ mol/L هو pH = 10,4.

1ـ هل الأمونياك حمض أم أساس ؟ 2ـ اكتب معادلة التفاعل بين الأمونياك و الماء ثم عبر عن ثابت التوازن K لهذا التفاعل .

3ـ عبر عن ثابت الحموضة K_a للثنائية التي ينتمي إليها الأمونياك . 4ـ أوجد العلاقة بين K ، K_a و K_e .

5ـ انشئ جدول التقدم الجملة من أجل حجم V للمحلول . استنتج العلاقة بين $[HO^-]_{éq}$ و $[NH_4^+]_{éq}$ و هذا العلاقة بين $[NH_3]_m$ و $[NH_4^+]_{éq}$.

6ـ حدد القيمة العددية للتراكيز $[HO^-]_{éq}$ ، $NH_4^+]_{éq}$ و $[NH_3]_{éq}$. استنتج قيمة K .

7ـ استنتج قيمة كل من K_a و pK_a . نعطى : الجداء الشاردي للماء عند 25 °C هو $K_e = 10^{-14}$.

تحضير محلول (S_1) لغاز النشادر تركيزه المولي $C_1 = 0,10$ mol/L حجمه V_1 و له pH = 11,1 .

1. اكتب معادلة تفاعل غاز النشادر NH_3 مع الماء . 2. بين أن NH_3 V يتفاعل كليا مع الماء .

3. اقترح طريقة تمكن من تحضير محلول (S_2) لغاز النشادر حجمه $V_2 = 100$ ml و تركيزه المولي $C_2 = 2,5.10^{-3}$ mol/L و هذا إنطلاقا من V_1 و(S_1) . 4. إذا كان pH المحلول (S_2) يساوي 10,8 عين النسبة النهائية للتقدم في المحلول (S_2)

5. ماذا يمكن القول عن تأثير عملية التمديد على تفاعل NH_3 مع الماء ؟ يعطى الثنائية : (NH_4^+ / NH_3)

ذوب $1 . 10^{-3}$ mol من الأمونياك NH_3 في 1 L من الماء . الثنائية النوعية للمحلول الناتج تساوي إلى $\sigma = 3,23$ mS/m

1ـ احسب التركيز الإبتدائي للأمونياك في المحلول . 2ـ اكتب معادلة تفاعل الأمونياك مع الماء .

3ـ انشئ جدول التقدم . 4ـ احسب التقدم الأعظمي x_{max} لهذا التحول .

5ـ باستعمال قيمة الناقلية النوعية σ للمحلول ، احسب تركيز شوارد الهيدروكسيد في المحلول .

نهمل الناقلية النوعية لشوارد الأكسونيوم الموجودة في المحلول . 6ـ احسب التقدم النهائي x_f لهذا التحول .

7ـ احسب نسبة التقدم النهائي لهذا التحول .

نعطى : $\lambda (NH_4^+{}_{(aq)}) = 7,34$ mS . m²/mol ، $\lambda (HO^-{}_{(aq)}) = 20$ mS . m²/mol ،

التمرين 29:

نأخذ كل المحاليل في $25\,^{\circ}C$.

نحضر محلولا S حجمه $500\,mL$ بحل كتلة m من حمض البنزويك النقي C_6H_5COOH في الماء.

1- اكتب معادلة انحلال حمض البنزويك في الماء.

2- أعط عبارة ثابت الحموضة K_a للثنائية أساس/حمض.

3- نعاير حجما $V_a=20\,mL$ من محلول حمض البنزويك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq)+HO^-(aq))$ تركيزه المولي $c_b=0,2\,mol\cdot L^{-1}$. المنحنى البياني (الشكل-2) يمثل تطور pH المزيج بدلالة حجم الأساس المضاف V_b.

أ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

ب- عين إحداثيات النقطتين E و E' من (الشكل-2). ما مدلولهما الكيميائي؟

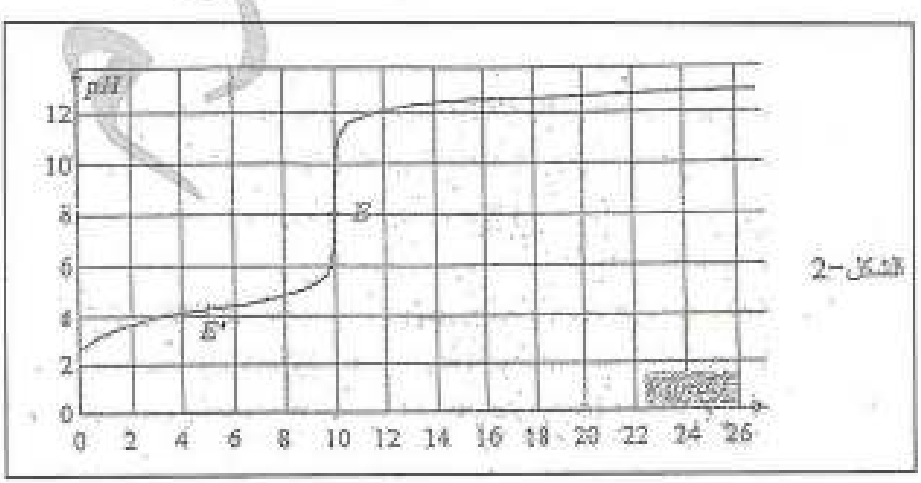
جـ- جد التركيز المولي c_a لحمض البنزويك.

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

هـ- جد قيمة K_a للثنائية $C_6H_5COOH\,(aq)/C_6H_5COO^-\,(aq)$

و- ما النوع الكيميائي الغير مشكل للصفة الغالبة في المزيج التفاعلي عند $pH=6,0$ ؟

نعطي: $M(C)=12\,g\cdot mol^{-1}$ ، $M(H)=1\,g\cdot mol^{-1}$ و $M(O)=16\,g\cdot mol^{-1}$



الشكل-2

التمرين 30:

نضع في كأس بيشر محلولا للنشادر حجمه $V_1 = 20\ mL$ و تركيزه الإبتدائي $C_1 = 0.1\ mol/L$ و نضع في سحاحة مدرجة محلولا لحمض كلور الماء تركيزه الإبتدائي C_2. نسجل قيمة pH المزيج الإبتدائي ثم نسكب تدريجيا الحمض على الأساس مع الرج المستمر ؛ و نقيس pH المزيج المتجانس من أجل كل حجم V_2 مضاف من حمض كلور الماء .

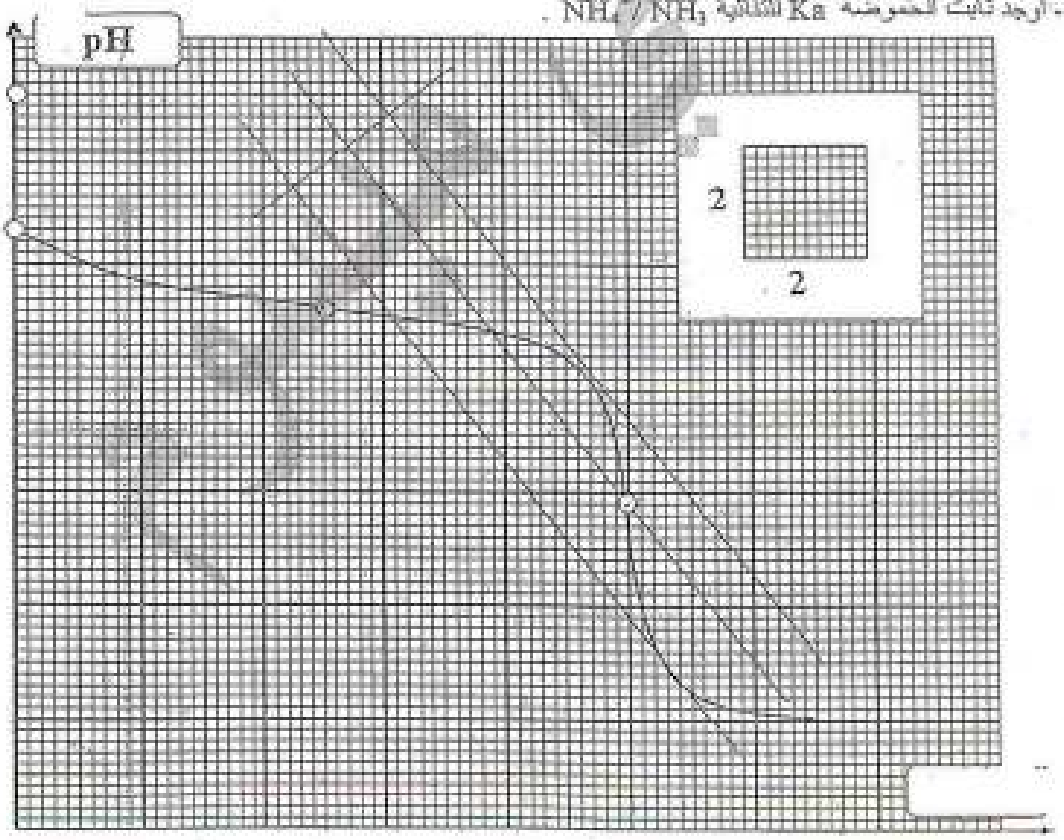
نسجل النتائج في جدول ، ثم نرسم البيان $pH = f(V_2)$ الذي يعبر عن تغيرات pH المزيج بدلالة حجم الحمض المضاف ، فنحصل على البيان الموضح في الشكل الآتي :

1- معادلة التفاعل المنمذج للتفاعل المعايرة .
2- أذكر الثنائيات (أساس/حمض) الداخلة في التفاعل .
3- استنتج من البيان (إحداثيتي كل من نقطة التكافؤ ، و نصف التكافؤ و كذا قيمة pH المحلول الحمضي قبل المعايرة .

4- من النتائج المتحصل عليها :
أ- ما هي طبيعة محلول الملح الناتج عند التكافؤ .
ب- من بين الكواشف التي تضمنها الجدول التالي ما هو أنسب كاشف لهذه المعايرة ؟

الكاشف	أزرق البروموفينول	الفينول فتالين	أحمر الميثيل
PH مجال تغير لونه	6.2 – 7.6	8.2 – 9.8	4.2 – 6.0

ج- أوجد التركيز C_2 .
د- أوجد ثابت الحموضة Ka الثنائية NH_4^+ / NH_3 .



التمرين 31:

نكتب على قارورة ما يلي: محلول حمض الإيثانويك CH_3COOH، تركيزه المولي c_a.

1- بهدف تحديد التركيز المولي لمحلول حمض الإيثانويك، قيس الـ pH له فيجد $3,8$ في درجة الحرارة $25°C$.

أ- اكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء.

ب- اكتب عبارة نسبة التقدم عند التوازن بدلالة : c_a و $[H_3O^+]_{éq}$.

ج- استنتج التركيز المولي لمحلول حمض الإيثانويك c_a، علما أن: $[H_3O^+]_{éq} = 0,0158$.

2- بهدف التأكد من قيمة c_a، نعاير حجما $V_a = 10\,mL$ من محلول حمض الإيثانويك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم، تركيزه المولي: $c_b = 1,0 \times 10^{-2}\ mol/L$. استعمال تجهيز $ExAO$ مكن من الحصول على (الشكل-6).

أ- أنشئ جدولا لتقدم تفاعل المعايرة.

ب- جد إحداثيتي نقطة التكافؤ $E\ (V_{bE},\ pH_E)$، ثم احسب c_a.

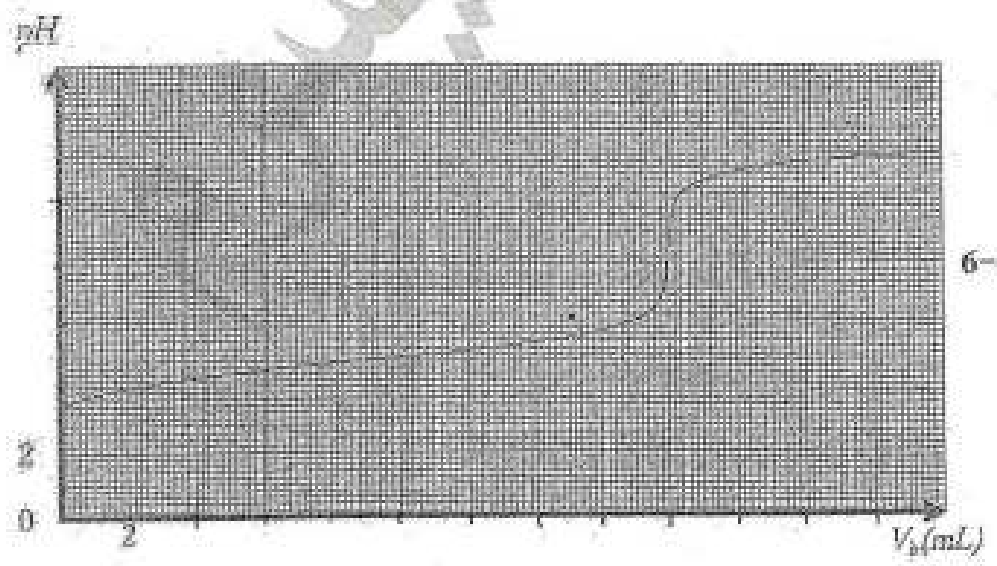
3- عند إضافة حجم: $V_b = 9\,mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم، نجد pH المزيج هو $4,8$.

أ- عبر عن النسبة: $\dfrac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ بدلالة pH و pKa، ثم احسبها.

ب- عبر عن النسبة السابقة بدلالة تقدم التفاعل x، ثم استنتج قيمة x.

ج- احسب النسبة النهائية للتقدم τ، ماذا تستنتج ؟

يعطى: $pKa(CH_3COOH / CH_3COO^-) = 4,8$



الشكل-6

التمرين 32:

يتكون مشروب غازي من غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 منحل في الماء والسكر وحمض البنزويك ذو الصيغة C_6H_5COOH. يريد أحد التلاميذ إجراء عملية معايرة لمعرفة التركيز المولي C_a للحمض في هذا المشروب، ولأجل ذلك يأخذ منه حجما قدره $V_a = 50\,mL$ بعد إزالة غاز CO_2 عن طريق رجه جيدا ويضعه في بيشر ثم يعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ ذي التركيز المولي $C_b = 0,1\,mol.L^{-1}$.

1- من أجل كل حجم V_b لهيدروكسيد 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).
باعتبار حمض البنزويك الحمض الوحيد في المشروب الغازي.

أ- اكتب المعادلة الكيميائية المميزة عن التفاعل المتمذج للتحول الكيميائي الحاصل خلال المعايرة.

ب- حدد بيانيا إحداثيي نقطة التكافؤ E.

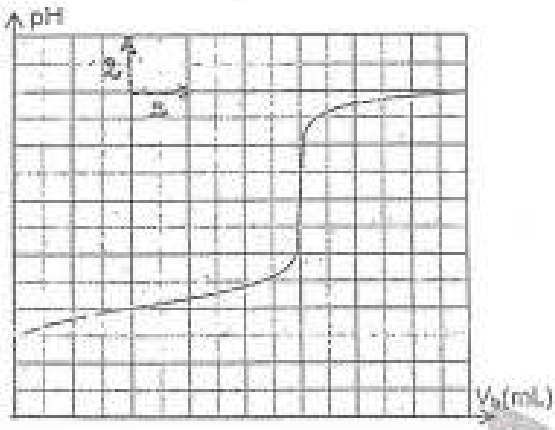
جـ- استنتج التركيز المولي C_a لحمض البنزويك.

2- من أجل حجم $V_b = 10\,mL$ لهيدروكسيد الصوديوم المضاف:

أ- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

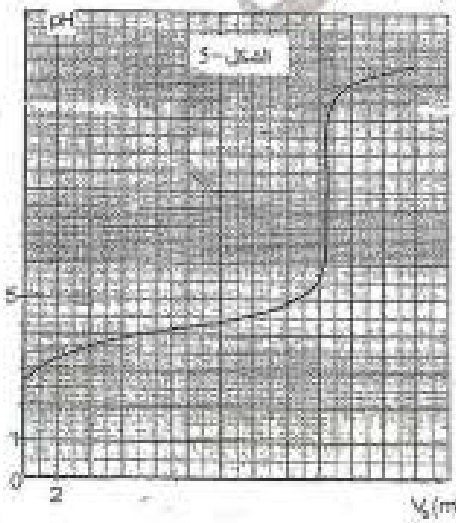
ب- أوجد كمية مادة كل من شوارد الهيدرونيوم $(H_3O^+_{(aq)})$ وجزيئات حمض البنزويك المتبقية في الوسط التفاعلي ستعينا بجدول التقدم.

3- ماهو الكاشف المناسب لمعرفة نقطة التكافؤ من بين الكواشف المذكورة في الجدول أدناه مع التعليل؟



التمرين 33:

نعاير حجما: $V_a = 20mL$ من محلول مائي مملح لحمض البنزويك $C_6H_5CO_2H$، تركيزه المولي الابتدائي c_a بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي: $c_b = 10^{-1}\,mol.L^{-1}$، وحجمه V_b، النتائج المتحصل عليها مكنت من رسم البيان: $pH = f(V_b)$ (الشكل-3).



1- ارسم بشكل تخطيطي التركيب التجريبي لعملية المعايرة.

2- بين كيف يمكن تحقيق قوانين الـ pH لمحلول.

3- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

4- حدد بيانيا:

أ- إحداثيي نقطة التكافؤ E، ثم احسب c_a.

ب- قيمة الـ pKa للثنائية:
$C_6H_5COOH_{(aq)}/C_6H_5COO^-_{(aq)}$

جـ- قيمة الـ pH من أجل: $V_b = 0$.

بين أن حمض البنزويك حمض ضعيف.

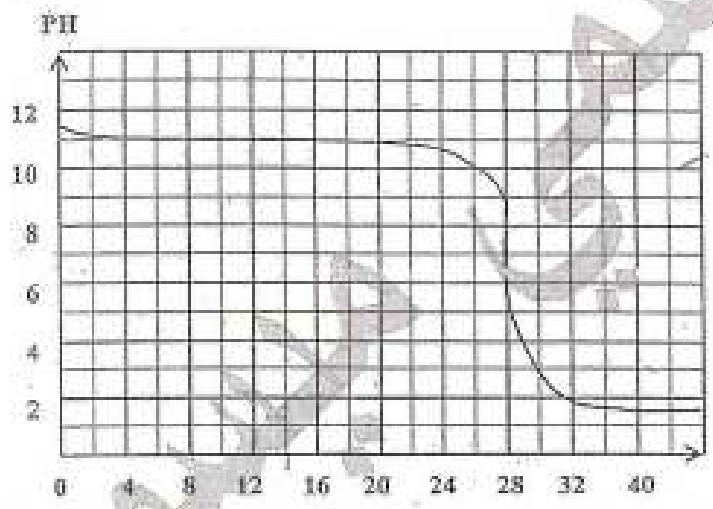
التمرين 34:

I. الايثيل أمين ($C_2H_5-NH_2$) أساس ضعيف : نذيب كمية منه في الماء المقطر ، فنحصل على محلول مائي (S).
1. عرف الأساس الضعيف
2. اكتب معادلة تفاعل الأمين مع الماء.

II. نضع في بيشر حجما $V_S = 40cm^3$ من المحلول المائي (S) و نضيف إليه بالتدريج محلولا من حمض كلور الماء تركيزه $C = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$.البيان المحلي في الشكل (01) يمثل تغيرات PH المحلول في البيشر بدلالة حجم حمض كلور الماء المضاف .
1. أكتب معادلة التفاعل الحادث.

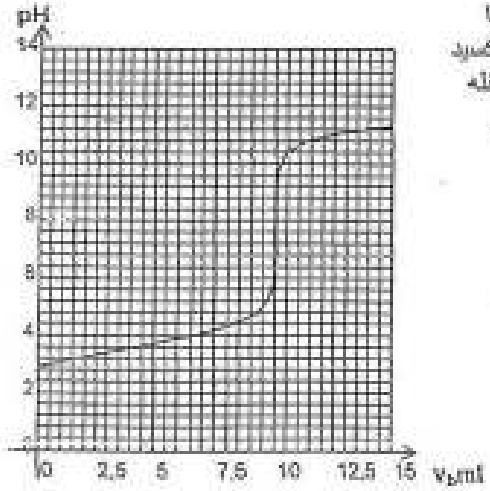
2. بالاعتماد على البيان :
أ- استنتج إحداثيي نقطة التكافؤ.
ب- استنتج قيمة الـ Pka للثنائية (أساس/حمض) المعتبرة .
ج- احسب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول المائي (S) الإبتدائي .

الشكل (01)



التمرين 35:

جميع المحاليل مأخوذة عند الدرجة 25° C حيث $K_e=10^{-14}$.
يعطى $K_a(HCOOH/HCOO^-)=1,78 .10^{-4}$. $pK_a(HCOOH/HCOO^-)=3,8$
1*- نعتبر محلولا مائيا (S_A) لحمض الميثانويك HCOOH تركيزه C_A وله pH=2,9 .
1-1 : أكتب معادلة تفاعل HCOOH مع الماء وبين الثنائيتين أساس/حمض المشاركتين في التفاعل .
2-1 : أنشئ جدول التقدم للتفاعل .
3-1 بين أن نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل تكتب على الشكل : $\tau = \frac{1}{1 + 10^{pKa-pH}}$
أحسب قيمة τ .
4-1 : استنتج تركيز المحلول (S_A) .



2*- لتحديد تركيز المحلول (S_A) بواسطة المعايرة ، نأخذ حجما $V_A = 10ml$ من المحلول(S_A) ونعايره بمحلول (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_B = 1,0 .10^{-2}$ mol /L . يمثل البيان أسفله تغيرات pH بدلالة حجم الأساس المضاف V_B. $pH=f(V_B)$.

2-1: أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

2-2 : حدد إحداثيات نقطة التكافؤ(pH_E , V_{BE}) .

2-3 : استنتج التركيز C_A للمحلول (S_A) .هل النتيجة توافق ما تم التوصل إليه سابقا.

2-4 : أحسب كمية شوارد الهيدروكسيد (OH^-) في الخليط عند إضافة $V_B=5ml$ من المحلول الأساسي ثم أحسب قيمة التقدم النهائي τ للتفاعل ، ماذا تستنتج؟

2-5 : حدد الأفراد المتواجدة في الخليط ،

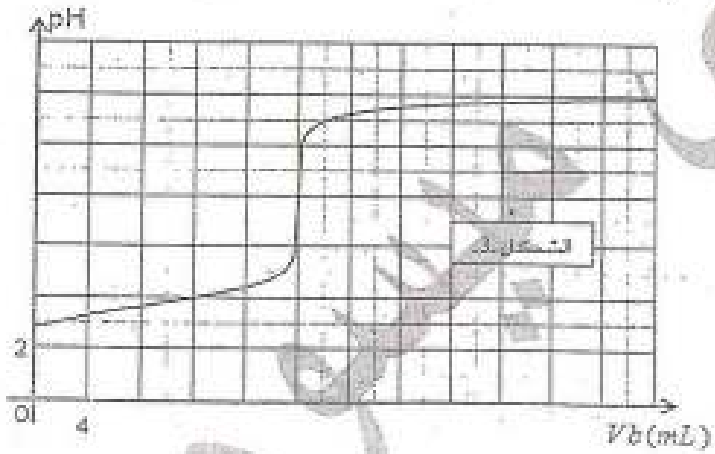
أ حسب تراكيزها من أجل pH = 3,8 .

التمرين 36:

لأجل تعيين قيمة التركيز المولي لمحلول مائي (S_0) لحمض الميثانويك $HCOOH(aq)$ نحقق التجربتين التاليتين:

التجربة الأولى: نأخذ حجما $V_0 = 20mL$ من المحلول (S_0)، ونمدده 10 مرات أي اضافة 180 mL من الماء المقطر لنحصل على محلول (S_1).

التجربة الثانية: نأخذ حجما $V_1 = 20mL$ من المحلول المدد (S_1) ونعايره بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) تركيزه المولي $C_b = 0.02 mol.L^{-1}$. أعطت نتائج المعايرة البيان (الشكل-3).



1. اشرح باختصار كيفية تمديد المحلول (S_0) وماهي الزجاجيات الضرورية لذلك؟

2. اكتب معادلة التفاعل النمذج للتحول الكيميائي الحادث أثناء المعايرة.

3. عين بيانيا احداثيي نقطة التكافؤ، واستنتج التركيز المولي للمحلول المدد (S_1).

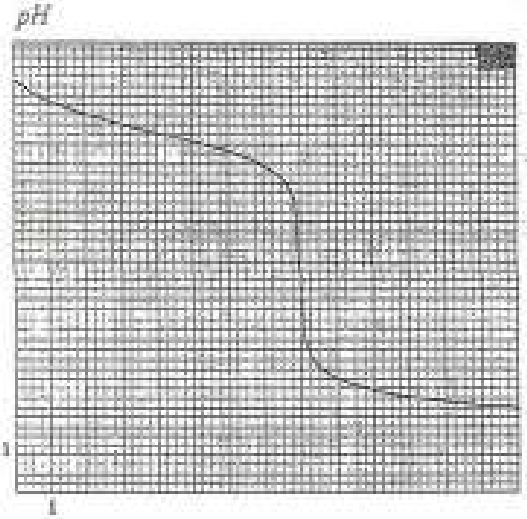
4. أوجد بالاعتماد على البيان القيمة التقريبية لثابت الحموضة K_A للثنائية : ($HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)}$)

5. استنتج قيمة التركيز المولي للمحلول الأصلي (S_0).

التمرين 37:

نماير محلولا مائيا (S) للنشادر NH_3، حيث تأخذ منه حجما $V_a = 40mL$ ونضعه في بيشر، ونملأ السحاحة بواسطة محلول مائي لحمض كلور الهيدروجين (H_3O^+, Cl^-) تركيزه المولي $C_a = 0,05mol/L$.

نسجل pH المزيج بعد كل إضافة من السحاحة ونمثل بيانيا $pH = f(V_a)$



1 – عند إحداثي نقطة التكافؤ، مبينا الطريقة المتبعة.
ما طبيعة المزيج عند نقطة التكافؤ (حمضي، أساسي، أم معتدل)؟
وما تفسيرك لذلك؟

2 – احسب التركيز المولي C_b للمحلول (S).

3 – استنتج من البيان pK_a الثنائية NH_4^+ / NH_3، مبينا الطريقة المتبعة.

4 –
أ) اكتب معادلة تفاعل المعايرة، ثم أنشئ جدول التقدم عند نقطة التكافؤ.

ب) احسب كمية مادة H_3O^+ عند التكافؤ.

ج) أحسب التركيز المولي لجزيئات NH_3 عند التكافؤ.

التمرين 38:

نحضر محلولا (S) لحمض الإيثانويك (CH_3COOH) لهذا الغرض نحل مكتلة 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 للتحول الكيميائي الحادث.

2. أ/ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي.

ب/ أوجد قيمة التقدم النهائي x_f.

جـ/ إذا علمت أن نسبة التقدم النهائي $\tau_f = 0,039$، بين أن قيمة التركيز المولي $C = 10^{-2}molL^{-1}$ ثم استنتج m قيمة الكتلة المنحلة في المحلول (S).

3. احسب كسر التفاعل الابتدائي $Q_{r,i}$ وكسر التفاعل عند التوازن $Q_{r,f}$ ماهي جهة تطور الجملة الكيميائية؟

4. بهدف التأكد من قيمة التركيز المولي C للمحلول (S)، نماير حجما $V_a = 10mL$ منه بواسطة محلول أساسي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq) + HO^-(aq))$ تركيزه المولي $C_b = 4\times10^{-3}molL^{-1}$ فيحدث التكافؤ عند إضافة حجم $V_{bE} = 25mL$ من المحلول الأساسي.

أ/ اذكر البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة.

ب/ اكتب معادلة التفاعل للنمذج لهذا التحول.

جـ/ احسب قيمة التركيز المولي C للمحلول (S). قارنها مع القيمة المعطاة سابقا.

د/ ماهي قيمة pH المزيج لحظة إضافة $12,5mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم؟

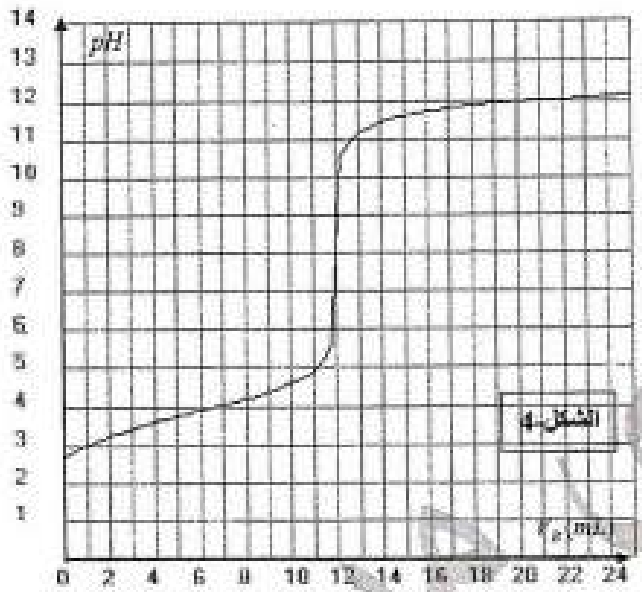
يعطى: $M(H) = 1g.mol^{-1}$ ، $M(C) = 12g.mol^{-1}$ ، $M(O) = 16g.mol^{-1}$

$pKa(CH_3COOH\ /\ CH_3COO^-) = 4,8$

التمرين 39:

يحتوي الحليب على حمض اللاكتيك (حمض اللبن) الذي تزداد كميته عندما لا تُحترم شروط الحفظ، ويكون الحليب غير صالح للاستهلاك إذا زاد تركيز حمض اللاكتيك فيه عن $2,4\times10^{-2}\,mol.L^{-1}$.
الصيغة الكيميائية لحمض اللاكتيك هي: $(CH_3-CHOH-COOH)$ ونرمز لها اختصارا بـ (HA).
أثناء حصة الأعمال المخبرية، طلب الأستاذ من تلميذين تحقيق معايرة عينة من حليب قصد معرفة مدى صلاحيته.

التجربة الأولى : أخذ التلميذ الأول حجما $V_a = 20mL$ من الحليب وعايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (محلول الصود) تركيزه المولي $C_b = 5,0\times10^{-2}\,mol.L^{-1}$ متتبعا تغيرات pH المزيج بواسطة pH متر، فتحصل على المنحنى الممثل في الشكل-4-.



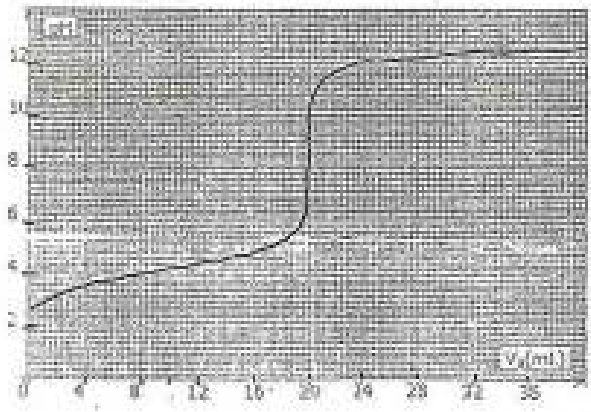
الشكل-4-

التجربة الثانية : أخذ التلميذ الثاني حجما $V_a = 20mL$ من الحليب ومدده بالماء المقطر إلى أن أصبح حجمه $200mL$ ثم عاير المحلول الناتج بمحلول الصود السابق مستعملا كاشفا ملونا مناسبا، فلاحظ أن لون الكاشف يتغير عند إضافة حجم من الصود قدره $V_b = 12,9mL$.

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لعملية المعايرة.
2- ضع رسما تخطيطيا للتجربة الأولى.
3- لماذا أضاف التلميذ الماء في التجربة الثانية ؟ هل يؤثر ذلك على نقطة التكافؤ؟
4- عين التركيز المولي لحمض اللاكتيك في الحليب المعاير في كل تجربة. ماذا تستنتج عن مدى صلاحية الحليب المعاير للاستهلاك؟
5- برأيك، أي تجربة أكثر دقة؟

التمرين 40:

تريد دراسة بعض خواص المحلول المائي لحمض النمل أو حمض الميثانويك ذي الصيغة HCOOH .
1) نضع حجما $V_a = 2mL$ من حمض النمل ذي التركيز C_a في حوجلة ذي الحجم $V = 100\,mL$ ثم نملئها بالماء المقطر حتى الخط الجواري فنحصل على محلول متجانس S_a ذي تركيز C_a وناقليته النوعية $\sigma = 0,2\,Sm^{-1}$.
1) أكتب معادلة انحلال حمض النمل في الماء.
2) جد العلاقة بين التركيزين C_a و C_0 .
3) أحسب قيمة pH المحلول S_a ثم جد النوع المؤين.
4) أوجد نسبة التقدم النهائي بدلالة تركيز شوارد الأوكسونيوم H_3O^+ عند التوازن والتركيز C_0 .



1) نعاير حجما $V_A = 20\ cm^3$ من محلول S_A ، بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_B = 0{,}1\ mol.L^{-1}$.
يعطي المنحنى المثله تغيرات pH بدلالة الحجم V_B لمحلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف.

1) ما هو البروتوكول التجريبي الذي يمكن من انجاز هذه المعايرة؟
2) أكتب معادلة التفاعل الحادث.
3) حدد بيانيا نقطة التكافؤ ثم استنتج قيمة التركيزين C_A و C_B .
4) باستعمال الجدول أسفله ، حدد التناسب المناسب لتحديد نقطة التكافؤ
5) أوجد كل من التركيز المولي للأنواع الأيونية المتواجدة في المحلول S_A عند التكافؤ؟

$\lambda_{HO^-} = 5{,}46\ mS.m^2/mol$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35\ mS.m^2/mol$

التمرين 41:

نحضر محلولا (S) لحمض الإيثانويك CH_3COOH حجمه V، تركيزه المولي: $c = 1{,}0\times10^{-2}\ mol\cdot L^{-1}$.
نقيس الناقلية الكهربائية النوعية σ للمحلول (S) في درجة حرارة $25°C$ فكانت: $\sigma = 16{,}0\ mS\cdot m^{-1}$.

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

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

3- بين أن قيمة الـ pH للمحلول هي 3,4.

4- نعاير حجما V_a من المحلول السابق (S) بواسطة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم $(K^+(aq) + HO^-(aq))$ تركيزه المولي: $c_b = 2{,}0\times10^{-2}\ mol\cdot L^{-1}$.

قبل عملية المعايرة، كانت النسبة: $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 1{,}43\times10^{-1}$، وأثناء المعايرة عند إضافة حجم: $V_a = 10\ mL$، أصبحت النسبة: $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 1$.

أ- استنتج قيمة K_a ثابت الحموضة للثنائية: $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$.

ب- احسب قيمة V_a.

المعطيات: $\lambda_{CH_3COO^-} = 4{,}1\ mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35{,}0\ mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$

التمرين 41:

حمض البنزويك C_6H_5COOH يستعمل كمادة حافظة في بعض المواد الغذائية و خاصة المشروبات الغازية.

المعطيات:

$\lambda_{(H_3O^+)} = 35\times10^{-3}\ s.m^2.mol^{-1}$ ،
$\lambda_{(C_6H_5COO^-)} = 3{,}24\times10^{-3}\ s.m^2.mol^{-1}$
$M(C_6H_5COOH) = 122\ g/mol$

I. دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء :

نعتبر محلولا مائيا (S) لحمض البنزويك تركيزه المولي $C=5\times10^{-3}mol/L$ و حجمه $V=200mL$.
أعطى قياس ناقلية المحلول القيمة : $\sigma = 2,03\times10^{-2}\ s.m^{-1}$.

1. أكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء و أعط الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل.
2. أنشئ جدول تقدم التفاعل.
3. أوجد عبارة x_f بدلالة $\lambda_{(C_6H_5COO^-)}$ ، $\lambda_{(H_3O^+)}$ ، σ ، V ثم أحسب قيمته.
4. أحسب pH المحلول (S) ثم استنتج نسبة تقدم التفاعل τ_f .
5. بين أن كسر التفاعل عند التوازن يعطى بالعلاقة : $Q_{rf} = \frac{x_f^2}{V(C.V-x_f)}$
6. ماذا يمثل Q_{rf} ؟
7. تأكد أن PKa=4,2 للثنائية $(C_6H_5COOH\ /C_6H_5COO^-)$

II. تحديد كتلة حمض البنزويك في مشروب غازي عند الدرجة 25°C :

تشير بطاقة ملصقة على قارورة مشروب غازي إلى وجود 0,15g من حمض البنزويك في لتر واحد من المشروب . للتأكد من صحة هذه المعلومة نعاير حجما $V_A=50mL$ من المشروب بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد السوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_B=10^{-2}mol/L$.

1. أكتب معادلة تفاعل المعايرة الحادث.
2. أعط عبارة ثابت التوازن بدلالة pKa و pKe ، ثم أحسب قيمته و ماذا تستنتج ؟ ($Ke=10^{-14}$)
3. عرف نقطة التكافؤ حمض – أساس ، ثم أوجد علاقة التكافؤ (استعن بجدول التقدم في حالة التكافؤ).
4. عند إضافة $V_B=3mL$ من المحلول الأساسي كان pH المزيج المحصل عليه هو : pH = 4,2
   أ. ماذا تمثل هذه النقطة بالنسبة للمعايرة ؟ استنتج V_{BE} و أحسب C_A .
   ب. أحسب قيمة m كتلة حمض البنزويك الموجودة في الحجم $V_0 = 1L$ من المشروب .
   ج. هل توافق هذه النتيجة القيمة المشار إليها في الملصقة ؟

الجزء الثاني:

تم تحضير $1L$ من محلول حمض البروبانويك (C_2H_5-COOH) بإذابة كمية من الحمض في الماء .
1 – أكتب معادلة انحلال حمض البروبانويك في الماء ، ما هو الأساس الموافق لهذا الحمض ؟ .
2 – إذا كان pH المحلول الحمضي في $(25°C)$ يساوي 3.1 و قيمة pK_a للثنائية حمض/أساس تساوي 4.9 .
أ) أحسب النسبة $\frac{[C_2H_5-COO^-]}{[C_2H_5-COOH]}$.
ب) أحسب تراكيز مختلف الأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول .
3 – نضيف للمحلول السابق حجما V من محلول الصود $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه $C_b = 0.1mol/L$ فكان pH المحلول الناتج هو 4.9 .
أ) استنتج بدون حساب قيمة النسبة $\frac{[C_2H_5-COO^-]}{[C_2H_5-COOH]}$.
ب) أوجد قيمة الحجم V المضاف .

التمرين 42 :

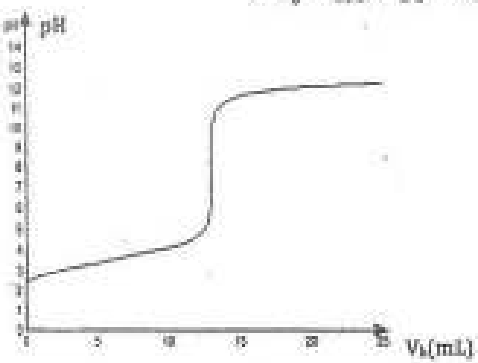
I. نحضر محلولا مائيا (S) لحمض نرمز له اختصارا بـ AH تركيزه المولي $C_0 = 1,1 \times 10^{-1}$ mol/L .

1- أنشئ جدول تقدم تفاعل هذا الحمض مع الماء.

2- للثنائية (AH/A^-) pKa =3.63 . إذا علمت أنه يمكن إهمال $[A^-]_f$ أمام التركيز C_0 للمحلول الحمضي، أستنتج قيمة pH المحلول (S).

3- هل تفاعل هذا الحمض مع الماء تام ؟ برّر .

II. نحضر حجما $V'=0,1L$ من محلول(S') بتمديد المحلول (S) 10 مرات ثم نعاير $V_0 = 20$ mL من (S') بواسطة محلول الصود (Na^+,OH^-) تركيزه $C_B=1,7.10^{-2}$ mol/L فنحصل على البيان pH=f (V_B) المقابل .



1- ما هو حجم المحلول (S) المستعمل لتحضير المحلول (S') مع شرح مراحل هذه العملية و ذكر الزجاجيات اللازمة .

2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة . هل هذا التفاعل تاما ؟ علل .

3- بالاستعانة بالبيان : أ) أحسب تركيز المحلول (S) .هل يوافق القيمة C_0 ؟

ب) أوجد قيمة الحجم V_E المضاف في هذه المعايرة من أجل : $[A^-] = 12.[AH]$.

T = 25 ° c , Ke = 10^{-14}

التمرين 43:

1- محلول لغاز النشادر تركيزه المولي C = 0,10mol/L و قيمة الـpH له هي 11,1.

أ- أكتب معادلة تفاعل غاز النشادر NH_3 مع الماء.

ب- عبر عن $[H_3O^+]_f$ بدلالة C و النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f.

ت- بين أن ثابت الحموضة للثنائية (NH_4^+/NH_3) يُعطى بالعبارة $K_a = \frac{10^{-14}.(1-\tau_f)}{C.\tau_f^2}$

أحسب قيمته.

2- نسكب في بيشر حجما $V_b = 40mL$ من محلول النشادر ثم نضيف حجما Va من محلول غاز كلور الهيدروجين تركيزه المولي $Ca = 0,5.10^{-1}mol/L$.

أ- أكتب معادلة التفاعل للتحول الحاصل.

ب- ما هو الحجم V_{aE} الذي يجب إضافته للحصول على التكافؤ ؟

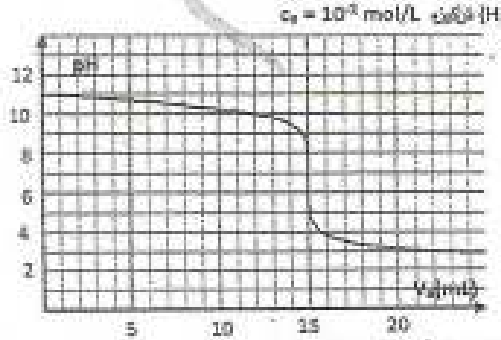
ت- كيف يمكن التعرف تجريبيا على نقطة التكافؤ ؟

يُعطى عند 25°C : ke=10^{-14}.

التمرين 44:

نضع حجما $v_b = 5$ mL من محلول الميثيل أمين (CH_3NH_2) تركيزه c_b في كأس بيشر نضيف 40 mL من الماء ثم نعاير هذا المحلول الأساسي بالطريقة الـ pH متابعة بواسطة محلول حمض كلور الماء (H_3O^+, Cl^-) تركيزه $c_a = 10^{-2}$ mol/L

يمثل الشكل المقابل تغيرات pH بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف v_a .



1. أرسم مخطط التروتكول التجريبي . ما هو دور الماء؟
2. أكتب معادلة تفاعل المعايرة .
3. أستنتج من البيان :
   - أ. pH المحلول الأساسي قبل المعايرة
   - ب. إحداثيات نقطة التكافؤ
   - ج. القيمة النظرية pK_a للثنائية $(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2)$.
   - د. التركيز المولي للمحلول الأساسي c_b .
4. أحسب التركيز المولي لمتوارد الكلور Cl^- عند التكافؤ . ما هو الحجم التكافئ لو أضفنا للمحلول الأساسي 80 mL من الماء قبل المعايرة ؟

التمرين 45:

نستعمل حمض البنزويك C_6H_5COOH كمادة حافظة في صناعة المواد الغذائية و هو جسم أبيض صلب
يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء ومع الصود
نحضر محلولا مائيا لحمض البنزويك بإذابة كتلة m من هذا الحمض في الماء المقطر للحصول على محلول حجمه $v = 100mL$ وتركيزه $C_a = 0.1mol/L$

I - تفاعل حمض البنزويك مع الماء

نقيس PH محلول حمض البنزويك المحضر عند الدرجة 25° فنجد $PH_1 = 2.6$

1. أحسب قيمة الكتلة m
2. أكتب معادلة انحلال هذا الحمض في الماء
3. مثل جدول تقدم التفاعل واحسب قيمة τ_1 ، ماذا تستنتج ؟
4. أكتب عبارة كسر التفاعل عند التوازن Q_{r1} بدلالة PH_1 و C_a واستنتج قيمة PK_a الثنائية $(C_6H_5COOH/\ C_6H_5COO^-)$

II - تفاعل حمض البنزويك مع الأساس

نصب في بيشر $v_a = 20mL$ من حمض البنزويك السابق ونضيف له تدريجيا بواسطة سحاحة محلول الصود $(Na^+ + OH^-)$ ذي التركيز $C_b = 5\times10^{-2}mol/L$ فعند إضافة حجما $v_b = 10mL$ من الصود تكون قيمة المزيج $PH_2 = 3.7$

1. أكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الصود
2. أوجد عبارة نسبة التقدم النهائي τ_2 بدلالة $n(OH^-)$ المضافة و $n(OH^-)$المتبقية واحسب قيمته ، ماذا تستنتج
3. ما هو حجم محلول الصود الواجب إضافته للحجم السابق $v_a = 20mL$ من الحمض حتى يكون المزيج في الشروط الستيكيومترية

يعطى : H : 1g/mol O : 16g/mol C : 12g/mol $K_e = 10^{-14}$

التمرين 46:

كتلة ($m = 0,92g$) من حمض كربوكسيلي $(RCOOH)$ حيث ($R = C_nH_{2n+1}$) في حجم ($V = 100mL$) الماء المقطر فنحصل على محلول ذي ($PH = 2,4$) ونسبة التقدم النهائي له ($\tau = 4\%$) .

أكتب معادلة إنحلال الحمض في الماء.

أنجز جدولا لتقدم التفاعل .

أوجد عبارة التقدم النهائي τ_f بدلالة تركيز الحمض (C) وال PH ثم أستنتج تركيز الحمض وأوجد صيغته المفصلة وأذكر إسمه.

أحسب (PKa) الثنائية (AH/A^-) لنتدرد هذا الحمض.

نأخذ (20ml) من هذا المحلول ونضيف له محلول الصود (NaOH) فيتغير لون الكاشف عند اضافة حجم منه قدره ($V_b = 10ml$) ؛ أستنتج التركيز المولي للصود .

بين بالحساب أن (PH) نقطة التكافؤ (E) أكبر من 7.

أوجد تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج عند اضافة (5ml) من الصود وماذا تستنتج .

يعطى: (C :12g/mol H :1g/mol O :16g/mol) .

التمرين 47:

نذيب كتلة m من حمض الإيثانويك CH_3COOH في الماء المقطر عند الدرجة $25C^\circ$ للحصول على محلول(S_A) حجمه $V_a=100mL$ تركيزه المولي C_a .ناخذ حجما $V_a=20mL$ من المحلول(S_A) ونعايره بواسطة محلول(S_b)

لهيدروكسيد الصوديوم (Na^+,OH^-) تركيزه المولي $C_b=10^{-2}moL/L$ وذلك بقياس الـpH بعد كل إضافة فحصلنا على النتائج التالية:

$V_b(mL)$	0	2	4	8	10	12	16	20
pH	3 ,4	3,8	4,1	4,6	4,7	4,9	5,3	8,2
$\frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$								

1-أعط البروتوكول التجريبي لتفاعل المعايرة مستعينا برسم.

2-أكتب معادلة تفاعل المعايرة الحادث

3-أثبت صحة العلاقة : $\frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}=10^{pKa-pH}$

4-أكمل الجدول ثم أرسم المنحنى البياني $\frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}=f(V_b)$

نعطى: $pka(CH_3COOH/CH_3COO^-)=4,7$

5-استنتج من البيان الحجم المُضاف عند نقطة نصف التكافؤ ثم استنتج التركيز المولي لمحلول حمض الإيثانويك وكذا قيمة m الكتلة .

6- ماهي الصفة الغالبة للكاشف(CH_3COOH/CH_3COO^-) عند إضافة حجم $V_b=2ml$ من المحلول(S_b)

7-ما هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة

التمرين 48:

نحضر محلولا (S) لحمض الإيثانويك CH_3COOH حجمه V، تركيزه المولي: $c=1,0\times10^{-2}mol\cdot L^{-1}$.

نقيس الناقلية الكهربائية النوعية σ للمحلول (S) في درجة حرارة $25°C$ فكانت: $\sigma=16,0mS\cdot m^{-1}$.

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

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

3- بين أن قيمة الـ pH للمحلول هي 3,4.

4- نعاير حجما V_a من المحلول السابق (S) بواسطة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم $(K^+(aq) + HO^-(aq))$ تركيزه المولي: $c_b = 2,0\times10^{-2}\ mol\cdot L^{-1}$.

قبل عملية المعايرة، كانت النسبة: $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 41,43\times10^{-1}$، وأثناء المعايرة عند إضافة حجم: $V_b = 10mL$، أصبحت النسبة: $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 1$.

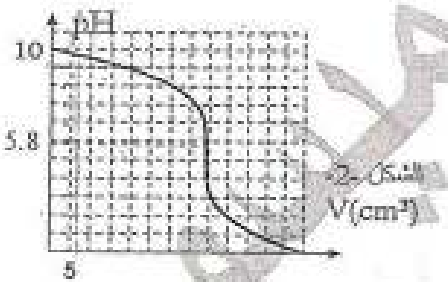
أ- استنتج قيمة K_A ثابت الحموضة للثنائية: $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$.

ب- احسب قيمة V_a.

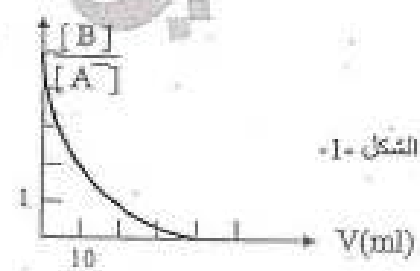
المعطيات: $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,1\ mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35,0\ mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$

التمرين 49:

I- نحضر محلول مائيا (S_0) لغاز النشادر (NH_3) ثم نضيف له $(20\,cm^3)$ منه تدريجيا محلول حمض كلور الماء تركيزه المولاري $(1.10^{-3}mol/L)$ مع بعض قطرات من الهيانتين يتغير لون الكاشف بعد سكب حجم $(S1)$ من المحلول الحمضي. الشكل -1- يمثل تغيرات النسبة بين التركيز المولي لمحلول النشادر المتبقي $[B]$ و التركيز المولي لحمضه المرافق $[A^-]$ بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف.



الشكل -2-



الشكل -1-

1- أوجد :

أ- حجم المحلول الحمضي ؟

ب استنتج التركيز المولي الابتدائي للمحلول (S_0)؟

2- استنتج من الشكل-1 الـ Pka للثنائية حمض/(A/B) علما أن pH المحلول (S_0) هو 10 عند 25° C

II- عند استعمال جهاز الـ pH متر في المعايرة السابقة تحصلنا على منحنى تغيرات الـ pH بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف(الشكل -2-)

1- أكتب معادلة التفاعل الحادث ؟.

2- استنتج إحداثيات نقطة التكافؤ ؟.

3- من بين الكواشف التالية ماهو الكاشف المناسب:

الكاشف	أزرق البروموتيمول	الفينول فتالين	أحمر المثيل
مجال تغير اللون	6.2 – 7.6	8.2 – 9.5	6.2 – 4.4

التمرين 50:

I- نذيب كتلة قدرها m=0.046g من حمض الميثانويك (النمل)HCOOH في 100ml من الماء المقطر،ان قياس الناقلية النوعية للمحلول اعطى :σ =0.064 s/m عند الدرجة 25°c

1-اكتب معادلة إنحلال الحمض في الماء ، قدم جدول تقدم 2-احسب التركيز المولي للمحلول Ca

3- احسب pH المحلول ثم احسب نسبة التقدم النهائي τ_f ،ماذا تستنتج؟

4- احسب ثابت التوازن K ماذا يمثل ، إستنتج pKa للثنائية $HCOOH/HCOO^-$

II- نعاير حجم V_a=10ml من المحلول السابق بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه C_b و نرسم البيان -1- $\log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}=f(V_b)$

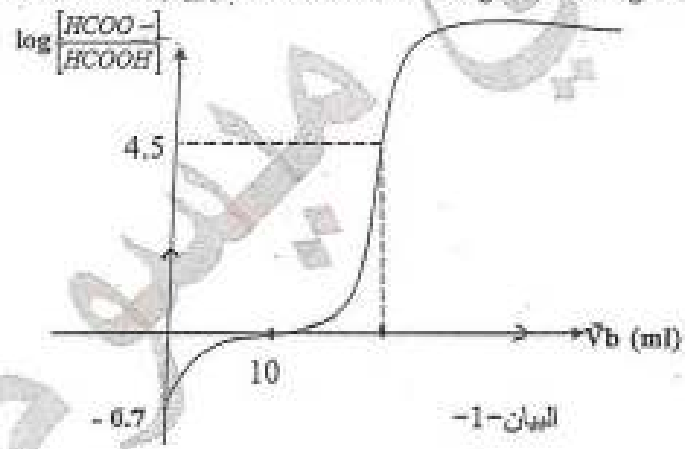
1-اكتب معادلة تفاعل المعايرة 2- باستغلال البيان اوجد:

-حجم محلول NaOH اللازم للتكافؤ V_{bE} ثم استنتج قيمة C_b - قيمةpH المحلول عند التكافؤ

3- من بين الكواشف الملونة التالية بين الكاشف المناسب لهذه المعايرة مع التعليل:

الكاشف	الهليانتين	احمر الكريزول	فينول فتالين
مجال تغير اللون	3.1 - 4.4	7.2 - 8.8	8.2 - 10

يعطى: C:12g/mol H:1g/mol O:16g/mol λ_{HCOO^-}=5.46ms.m²/mol،λ_{HO^-}=35ms.m²/mol



البيان-1-

التمرين 51:

I. نعاير بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم (Na^+ ;OH^-) تركيزه المولي $C_b=10^{-2}$mol حجمين من حمضين A_1 و A_2 :

✓ V_{A1} من محلول مائي لحمض الإيثانويك (حمض الخل) له pH=3,4

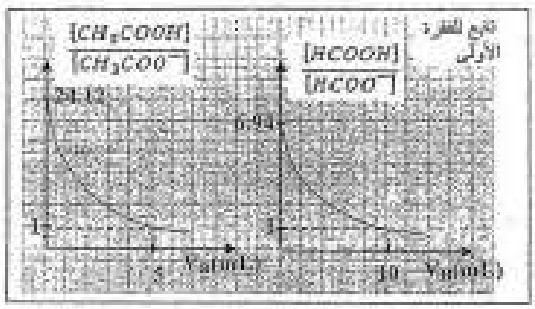
✓ V_{A2} من محلول مائي لحمض الميثانويك (حمض النمل) له pH 2,9 = تمثل بدلالة حجم المحلول الأساسي البيانين التاليين:

1. أحسب ثابتي الحموضة K_{A1} ، K_{A2} للثنائيتين: CH_3COOH/CH_3COO^- و $HCOOH/HCOO^-$ و حدد الحمض الأقوى.
2. أحسب التركيزين المولين C_1 و C_2 للحمضين A_1 و A_2. 3. أحسب قيمتي V_{A1} و V_{A2}

II. نمزج عند اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 100mL$ من محلول حمض الإيثانويك السابق مع حجم $V_2 = 200mL$ من محلول مائي لميثانوات الصوديوم $(Na^+, HCOO^-)$ تركيزه المولي $C = 0,01\ mol/L$.

1. أكتب معادلة التفاعل.
2. أحسب ثابت التوازن K لهذا التفاعل.
3. علما أن ثابت التوازن لهذا التحول يعطى بالعلاقة التالية:

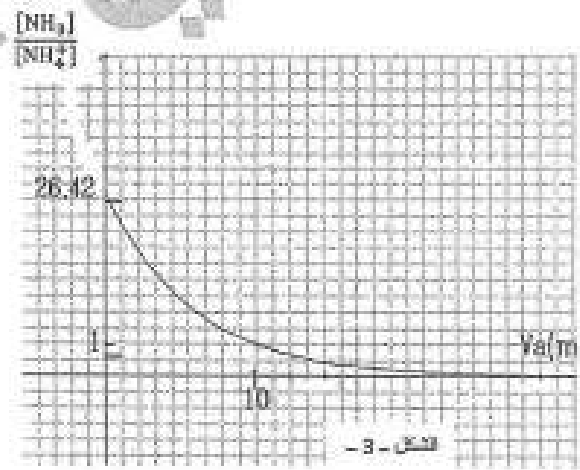
$K = \frac{\tau^2}{(1-\tau)(2-\tau)}$ حيث τ هي قيمة التقدم النهائي التي يطلب حسابها.

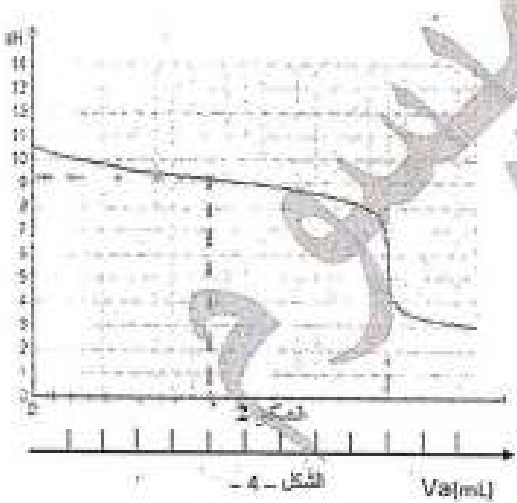


التمرين 52:

I ـ نحضر محلولا مائيا (S) لغاز النشادر (NH_3) بإذابة حجم Vg في 100mL من الماء المقطر.

لتحديد قيمة حجم غاز النشادر المنحل في الماء المقطر نأخذ منه (20 mL) ونضيف إليه تدريجيا محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي (10^{-2} mol/L) مع بعض القطرات من كاشف ملون مناسب ، يتغير لون الكاشف بعد سكب حجم (V_1) من المحلول الحمضي .الشكل -3- يمثل تغيرات النسبة بين التركيز المولي لمحلول النشادر المتبقي $[NH_3]$ و التركيز المولي للحمض المرافق $[NH_4^+]$ بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف Va.





1 ـ أ ـ أكتب معادلة التفاعل الحادث

ب ـ ما المدلول الكيميائي للتغير اللوني ؟

ج ـ اعتمادا على المنحنى الشكل ـ 3 ـ حدد قيمة حجم V_1 لمحلول الحمضي

التمرين 53:

الإيبوبروفين حمض كربوكسيلي صيغته الجزيئية الإجمالية $C_{13}H_{18}O_2$ ، دواء يعتبر من المضادات للالتهابات، شبيه بالأسبرين، مسكن للآلام و مخفض للحرارة .تباع مستحضرات الإيبوبروفين في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار $200\,mg$ يذوب في الماء. في كل هذا النشاط نرمز لحمض الإيبوبروفين بـ $RCOOH$ ولأساسه المرافق بـ $RCOO^-$ ، $M(RCOOH) = 206g \cdot mol^{-1}$.

أولاً: نذيب محتوى كيس الإيبوبروفين $200mg$ من الحمض في بيشر به ماء فنحصل على محلول مائي S_0 تركيزه المولي c_0 و حجمه $V_0=500mL$.

1-نتأكد من أن : $c_0 = 0,002\ mol \cdot L^{-1}$.

2- أعطى قياس pH المحلول S_0 القيمة $pH = 3,5$:

أ- نحقق باستعانتك بجدول التقدم أن تفاعل حمض الإيبوبروفين مع الماء محدود.

ب-نكتب كسر التفاعل Q_r لهذا التحول.

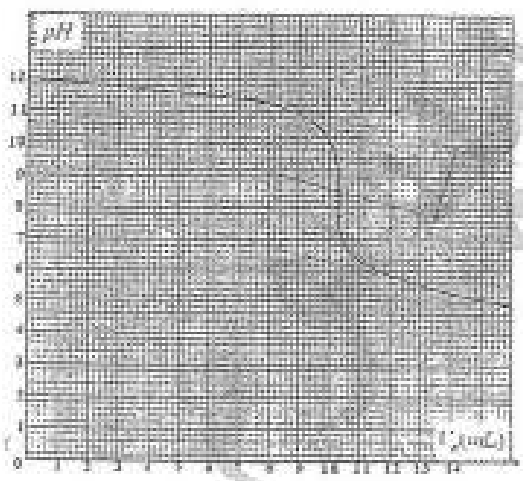
ج- بيّن أن عبارة Q_r عند التوازن تكتب على الشكل: $Q_{r,éq} = \dfrac{x_{max} \cdot \tau_f^2}{V_0 \cdot (1-\tau_f)}$

حيث τ_f : نسبة التقدم النهائي للتفاعل و x_{max}: التقدم الأعظمي و يعبر عنه بـ mol.

د-نستنتج قيمة ثابت التوازن K.

ثانياً: للتحقق من صحة المقدار المسجل على الكيس ، نأخذ حجما $V_b = 100,0\ mL$ من محلول مائي S_b لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq) + HO^-(aq))$ تركيزه المولي $c_b = 2,0 \times 10^{-3}\ mol \cdot L^{-1}$ و نذيب فيه كامل محتوى الكيس فنحصل على محلول مائي S (نعتبر أن حجم المحلول S هو V_b) . نأخذ $20mL$ من المحلول S ونضعه في بيشر ونعايره بمحلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $c_a = 2,0 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$ فنحصل على المنحنى البياني (الشكل-9)، معادلة تفاعل المعايرة هي :

$H_3O^+(aq) + HO^-(aq) = 2H_2O(\ell)$



الشكل-9

1-نرسم بشكل تخطيطي تركيبة المعايرة.

2- عرّف نقطة التكافؤ، ثم حدد إحداثيتي هذه النقطة E.

3- جد كمية المادة لشوارد $HO^-(aq)$ التي تمت معايرتها.

4-جد كمية المادة الأصلية لشوارد $HO^-(aq)$ ثم استنتج تلك التي تفاعلت مع الحمض $RCOOH$ الموجود في الكيس.

5- احسب m كتلة حمض الإيبوبروفين الموجودة في الكيس، ماذا تستنتج؟

التمرين 54:

الصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية هي $C_nH_{2n+1}COOH$

لتحضير محلول (S_A) لحمض كربوكسيلي ذائب في الماء المقطر كتلة $m = 450\ mg$ من هذا الحمض النقي ونضيف اليه الماء المقطر للحصول على $V_A = 500\ ml$ من هذا المحلول .

ناخذ حجما $V_A = 10\ ml$ من المحلول (S_A) ونعايره بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$) تركيزه المولي $C_B = 10^{-2}\ mol/l$.

نحصل على التكافؤ حمض ـ اساس عند إضافة حجم $V_B = 15\ ml$ من المحلول (S_B) .

1- تحديد الصيغة الإجمالية للحمض الكربوكسيلي :

أ / أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب/ أحسب التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) ، ثم بين ان الصيغة الإجمالية له هي CH_3COOH .

2- تحديد الـ PK_{A1} للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-) .

ناخذ حجما V من المحلول (S_A) ونقيس الـ PH عند $25^0\ C$ فنجد $PH = 3,3$.

أ/ إعتمادا على جدول التقدم لتطور المجموعة ، عبر عن التقدم النهائي x_f لتفاعل الحمض مع الماء بدلالة V و PH ، ثم اثبت ان $\frac{[CH_3COOH]_f}{[CH_3COO^-]_f} = -1 + C_A.10^{pH}$

حيث $[CH_3COOH]_f$ و $[CH_3COO^-]_f$ تركيزا النوعين كيميائيين عند التوازن .

ب/ استنتج قيمة PK_{A1} .

دراسة تفاعل الحمض CH_3COOH مع الأساس NH_3

ناخذ من المحلول (S_A) حجما يحتوي على كمية المادة الإبتدائية $n_i(CH_3COOH) = n_0 = 3.10^{-4}\ mol$

ونضيف اليه حجما من محلول الامونياك يحتوي على نفس كمية المادة الإبتدائية $n_i(NH_3) = n_0$

أ/ اكتب معادلة التفاعل الحادث بين CH_3COOH و NH_3 .

ب/ احسب ثابت التوازن k المقرونة مع معادلة التفاعل .

جـ/ بين ان نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل تكتب على الشكل $\tau = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$.

ماذا تستنتج بخصوص هذا التفاعل ؟

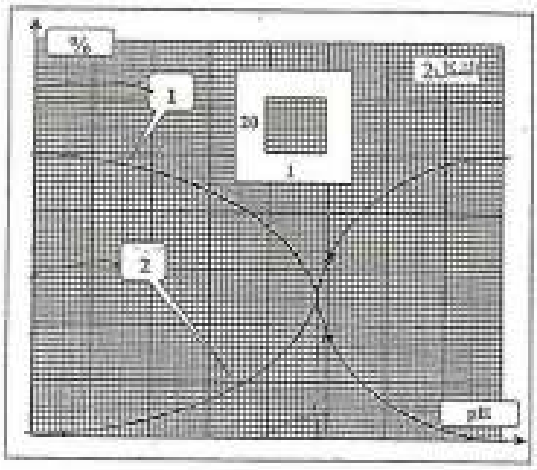
$PK_{A2}(NH_4^+ / NH_3) = 9,2$

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

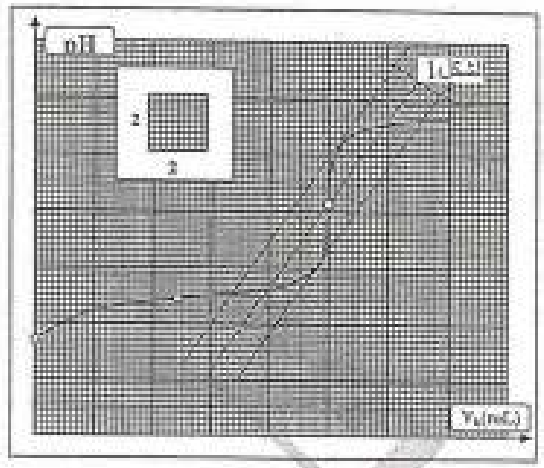
التمرين 55:

نضع في كأس بيشر $V_a = 10\ mL$ من حمض الإيثانويك تركيزه المولي C_a ، ثم نضيف له تدريجيا بواسطة سحاحه محلول الصود NaOH تركيزه المولي $C_b = 10^{-2}\ mol/L$ ، الدراسة التجريبية لهذه المعايرة أعطت البيانين التاليين :

1- أكتب معادلة التفاعل الحادث أثناء المعايرة مبينا الثنائيات (أساس/حمض) الداخلة في التفاعل .



الشكل-2



الشكل-1

2- من (الشكل-2) أي البيانين (1) ، (2) يعبر عن الصفة الأساسية و أيهما يعبر عن الصفة الحمضية ، علل .

3- اعتمادا على الشكلين :

- حدد احداثيتي نقطة التكافؤ (pH_E ، V_{bE}) ، ثم استنتج C_a تركيز المحلول الحمضي (S_1) .
- استنتج ثابت الحموضة K_a للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .
- حدد مجال الـ pH الذي فيه يتغلب الحمض CH_3COOH على أساسه المرافق CH_3COO^- .
- استنتج النسبة المئوية للصفة الحمضية و كذا النسبة المئوية للصفة الأساسية عند إضافة $V_b = 6ml$ من الصود .

4- من بين الكواشف الملونة المذكورة في الجدول الآتي ، ما هو الكاشف المناسب لهذه المعايرة .

الكاشف	أزرق البروموتيمول	الفينول فتالين	الهيليانتين
مجال تغير لونه pH	6.2–7.6	8.2–9.5	3.1–4.4

التمرين 56:

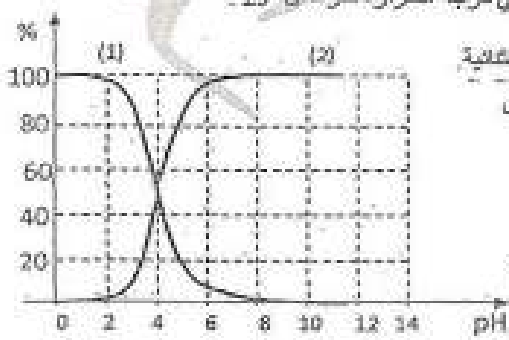
دراسة الحمض اللبني Acide Lactique

I) إن الصيغة الجزيئية للحمض اللبني هي $CH_3CHOH - CO_2H$.

1) أكتب معادلة تفاعل هذا الحمض مع الماء.

بيّن الأساس المرافق للحمض واستنتج الثنائية أساس/حمض المناسبة له.

2) إن الدراسة التجريبية قد أعطت مخططا لتوزيع النوعية (حمض ، أساس) للثنائية شاردة اللكتات / حمض لبني (Acide lactique/ion lactate) بدلالة الـ pH وذلك في درجة الحرارة المدروسة 25°C .



أ) بيّن المنحنى المناسب للنوع الحمضي والنوع الأساسي للثنائية

ب) أوجد ، بيانيا قيمة pKa للثنائية AH/A^- حيث AH يمثل الحمض اللبني و A^- شاردة اللكتات.

II) يؤدي تخمر اللاكتوز الموجود في الحليب إلى تشكل الحمض اللبني AH.

1) أعط عبارة ثابت الحموضة K_a للثنائية AH/A^- بدلالة التراكيز المولية للأنواع الكيميائية الموجودة عند التوازن.

2) للحليب pH قدره 6 عند درجة 25°C .

أ) أحسب قيمة النسبة بين التراكيز $[A^-]_{eq}$ و $[AH]_{eq}$. ب) ما هو النوع المهيمن (الصفة الثنائية) في هذا الحليب.

التمرين 57:

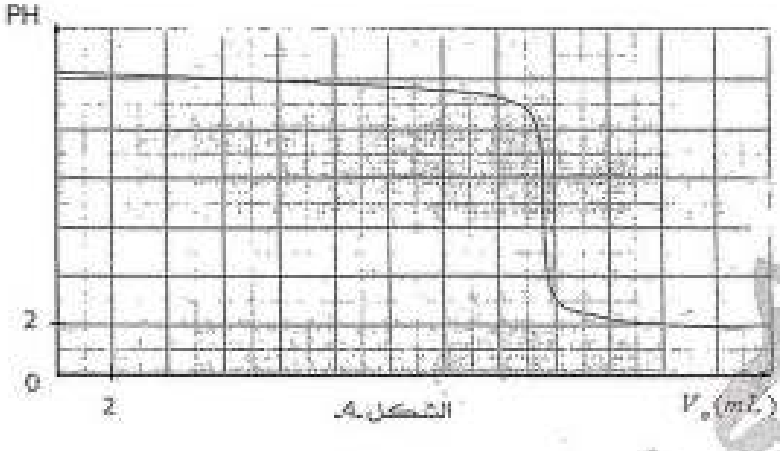
عينة مخبرية S_0 لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تحمل المعلومات التالية: 27% و $d = 1,3$.

1. أ. بين بالحساب، أن التركيز المولي للمحلول يقارب $c_0 = 8,8 mol\,L^{-1}$.

ب. ما هو حجم محلول حمض كلور الهيدروجين الذي تركيزه المولي $c_a = 0,10 mol\,L^{-1}$ اللازم لمعايرة $V_0 = 10 ml$ من العينة المخبرية؟

جـ. هل يمكن تحقيق هذه المعايرة بسهولة؟ علل.

2. نحضر محلولا S بتمديد العينة المخبرية 50 مرة. صف البروتوكول التجريبي الذي يسمح بتحضير $500mL$ من المحلول S.



الشكل-4-

3. ناخذ بواسطة ماصة حجما $V_b = 10,0mL$ من المحلول S، نضعها في بيشر نضع مسبار جهاز الـ PH متر في البيشر و نضيف إليه كمية مناسبة من الماء المقطر تجعل المسبار مغمورا بشكل ملائم. نقيس الـ PH . بعدها نسكب بواسطة سحاحة حجما من المحلول الحمضي، ثم نعيد قياس الـ PH. نكرر العملية مما سمح لنا برسم المنحنى البياني (شكل 4)

أ. كيف نضع مسبار الـ PH متر حتى يكون مغمورا بشكل ملائم في البيشر؟ علل.

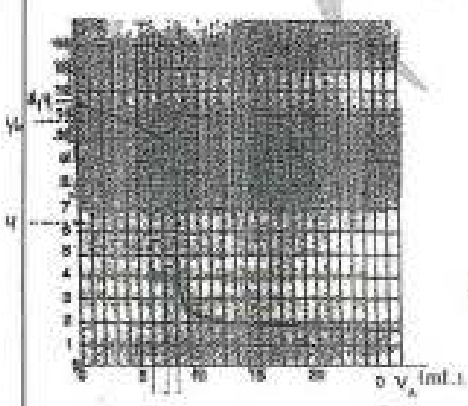
ب. أكتب المعادلة المنمذجة للتحول الحاصل أثناء المعايرة.

جـ. عين الإحداثيتين (V_E و PH_E) لنقطة التكافؤ E مع ذكر الطريقة المتبعة.

د. إستنتج التركيز المولي للعينة المخبرية. $M(Na) = 23g.mol^{-1}$ ، $M(O) = 16g.mol^{-1}$ ، $M(K) = 1g.mol^{-1}$

التمرين 58:

تحتل المعايرة الـ pH متربة لحجم $V_B = 50$ mL من محلول مثيل أمين CH_3NH_2 تركيزه المولي C_B بواسطة محلول A لحمض كلور الهيدروجين ($H_3O^+ + Cl^-$) تركيزه المولي $C_A = 0,1$ mol/L . الشكل المقابل يمثل المنحنى المرافق للمعايرة و الذي يمثل تطور pH المحلول بدلالة حجم الحمض المضاف V_A .



1. أ. أعط تعريف برنشتد للأساس.

ب. كيف تبين أن محلول مثيل أمين عبارة عن أساس.

2. أكتب معادلة تفاعل المعايرة. أذكر خصائصه.

3. عين إحداثيتي نقطة التكافؤ و استنتج التركيز C_B.

4. حدد النوع الكيميائي المسيطر في الماء مخلوطا.

5. نقيس على البيان، أوجد قيمة pk_a الثنائية.

6. أ. احسب النسبة $\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}$ عند إضافة حجم $V_A = 8$ mL .

ب. عبر عن النسبة السابقة بدلالة C_B ، V_B و x_E (قيمة التقدم عند التكافؤ) ، ثم استنتج قيمة x_E

7. احسب قيمة التقدم النهائي x_f لتفاعل المعايرة عند التكافؤ. ماذا تلاحظ و ماذا تستنتج ؟

8. احسب ثابت التوازن K لتفاعل المعايرة. في توافق هذه النتيجة استنتاجك في السؤال-7-.

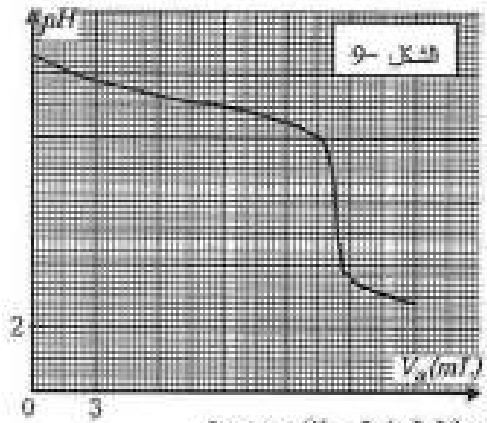
التمرين 59:

نريد تحديد تجريبيا التركيز المولي c_b لمحلول مائي (S) للنشادر NH_3 عن طريق المعايرة الـ pH متربة، لذلك نعاير حجما $V_b = 20mL$ من المحلول (S) بواسطة حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $c_a = 0,015mol.L^{-1}$

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

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

2- النتائج المحصل عليها عند $25°C$ سمحت برسم المنحنى (الشكل-9). بالاعتماد على المنحنى جد: أ- إحداثيي نقطة التكافؤ.



ب- التركيز المولي الابتدائي c_b لمحلول النشادر.

جـ- قيمة الـ pK_a للثنائية (NH_4^+ / NH_3).

3- احسب قيمة ثابت التوازن K لهذا التفاعل.

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

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

ب - عبّر عن النسبة السابقة بدلالة c_b و V_a والتقدم النهائي x_f.

جـ - احسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ_f لتفاعل المعايرة عند الإضافة السابقة. ماذا تستنتج ؟

التمرين 60:

1- نحضر محلولا مائيا (S_1) لحمض الإيثانويك CH_3-COOH، وذلك بانحلال كتلة: $m = 0,72g$ من حمض الإيثانويك النقي في $800\ mL$ من الماء المقطر. في درجة الحرارة $25°C$، كانت قيمة الـ pH لمحلوله $3,3$.

أ- احسب c_1 التركيز المولي للمحلول (S_1).

ب- اكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء.

جـ - أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

د- عبّر عن التقدم x_{eq} عند التوازن بدلالة: pH و V، حيث: V حجم المحلول (S_1).

هـ - بيّن أن قيمة الـ pK_a للثنائية: CH_3-COOH / CH_3-COO^- هي $4,76$.

2 - نمزج حجما V_1 من المحلول (S_1) كمية مادته n_0 مع حجم V_2 من محلول النشادر له نفس كمية المادة n_0.

أ- اكتب معادلة التفاعل الحادث بين: CH_3-COOH و NH_3.

ب- احسب ثابت التوازن K.

جـ- بيّن 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؟

نعطى: $pka(NH_4^+ / NH_3) = 9,2$ ، $M(H) = 1g/mol$ ، $M(C) = 12g/mol$ ، $M(O) = 16g/mol$

التمرين 61:

تتعرض أغلب الأجهزة الكهرومنزلية مثل المسخن المائي وآلة تحضير القهوة إلى ترسبات كلسية يمكن إزالتها باستعمال منظفات (détartrants) تجارية، يفضل استعمال المنظفات التي تحتوي على حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ نظرا لفعاليته وعدم تفاعله مع مكونات الأجهزة وتحلله بسهولة في الطبيعة، إضافة إلى كونه غير ملوث للبيئة.

كتب على لاصقة قارورة المنظف التجاري المعلومات التالية:

- النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف $P=45\%$.
- يستعمل المنظف التجاري المركز مع التسخين.
- الكتلة المولية المزيئية لحمض اللاكتيك $M(C_3H_6O_3)=90g/mol$.
- الكتلة الحجمية للمنظف التجاري $\rho=1,13kg/L$.

1- نحضر حجما $V=500mL$ من محلول مائي لحمض اللاكتيك تركيزه $C=1,0\times10^{-1}mol/L$، أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة $pH=2,4$ عند الدرجة $25°C$.

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

ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

جـ- احسب تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند التوازن حدا الماء.

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

2- بهدف التحقق من النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري المركز ، نمدده 100 مرة فنحصل على محلول (S_0) لحمض اللاكتيك تركيزه المولي C_0 ، نعاير حجما $V_0=10mL$ من المحلول (S_0) بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)}+HO^-_{(aq)})$ تركيزه $C_b=2,0\times10^{-2}mol/L$. نصل إلى نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{bE}=28,3mL$.

أ- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل المعايرة.

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

جـ- احسب النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري، ماذا تستنتج ؟

نعطي الكتلة الحجمية للماء $\rho_e=1kg/L$

التمرين 62:

تستعمل المنتوجات الصناعية الأزوتية في المجال الفلاحي لتوفرها على عنصر الأزوت الذي يعد من بين العناصر الضرورية لتخصيب التربة. يحتوي منتوج صناعي على نترات الأمونيوم $NH_4NO_{3(s)}$ كثير الذوبان في الماء .

نشير لاصقة كيس المنتوج الصناعي الأزوتي إلى النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت (33%) . القياسات تتم عند الدرجة $25°C$.

في اللحظة $t=0$ نمزج حجما $V_1=20mL$ من محلول نترات الأمونيوم $NH_{4(aq)}^+$ تركيزه المولي $C_1=0,15mol/L$ مع حجم $V_2=10mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)}+HO^-_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_2=0,15mol/L$. قيس pH المزيج التفاعلي فوجد $pH=9,2$ ، نمذج التحول الحادث بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$NH_{4(aq)}^+ + HO^-_{(aq)} = NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

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

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

جـ- بين أنه عند التوازن: $x_{éq} = 1,5 \times 10^{-4} mol$.

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

2- بهدف التأكد من النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت في المنتوج الصناعي، نذيب عينة كتلتها $m = 0,5g$ منه في حوجلة جيارية، فنحصل على محلول (S_0) حجمه $250mL$. نأخذ حجما $V_0 = 10mL$ من المحلول (S_0) ونعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 0,2mol/L$، نصل إلى نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{bE} = 14mL$.

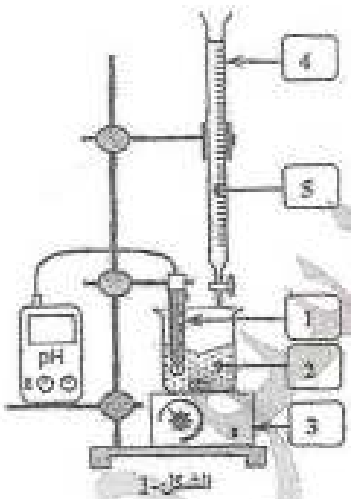
أ- احسب التركيز المولي C_0 للمحلول (S_0)، واستنتج كتلة الأزوت في العينة.

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

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

تعطى: $M(N) = 14g/mol$ و $M(O) = 16g/mol$ و $M(H) = 1g/mol$ و $pK_A(NH_4^+/NH_3) = 9,2$.

التمرين 63:



الشكل-1

المحاليل مأخوذة عند الدرجة $25°C$.

لإزالة الطبقة الكلسية المترسبة على جدران أدوات الطهي المنزلية يمكن استعمال منظف تجاري لمسحوق حمض السولفاميك النقي ذي الصيغة الكيميائية HSO_3NH_2 والذي نرمز له اختصارا HA وبقاوته $(p\%)$.

1- للحصول على المحلول (S_A) لحمض السولفاميك ذي التركيز المولي C_A، نحضر محلولا حجمه $V = 100\,mL$ و يحتوي الكتلة $m = 0,9\,g$ من المسحوق التجاري لحمض السولفاميك.

أ- اكتب معادلة انحلال الحمض HA في الماء.

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

2- لمعايرة المحلول (S_A) نأخذ منه حجما $V_A = 20\,mL$ ونضيف له $80\,mL$ من الماء المقطر، و باستعمال التركيب التجريبي المبين بالشكل-1 نعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq) + OH^-(aq))$ ذي التركيز المولي $C_B = 0,1mol.L^{-1}$. نبلغ نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{BE} = 15,3\,mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم ويكون $pH_E = 7$.

أ- تعرف على أسماء العناصر المرقمة في الشكل-1 .

ب- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

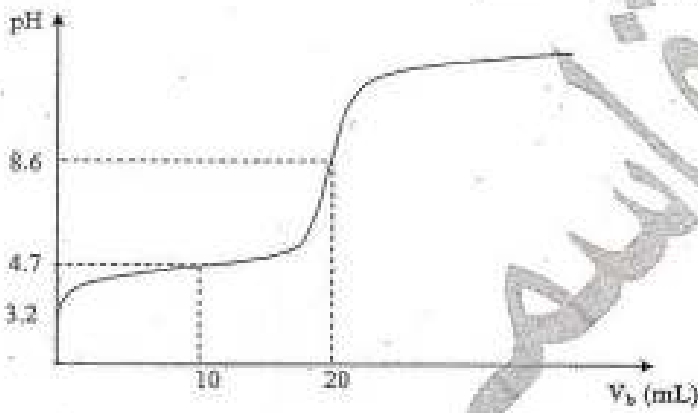
جـ - احسب التركيز المولي C_A للمحلول (S_A)، ثم استنتج الكتلة m_A للحمض HA النقية في هذا المحلول.

د- احسب النقاوة $(p\%)$ للمنظف التجاري.

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

التمرين 64:

بالتعريف الخل ذو الدرجة n يعني أن 100g منه تحتوي على n(g) من الحمض النقي . نريد التحقق من درجة الخل التجاري مكتوب على بطاقته 6.2° ، انطلاقا من هذا الخل نحضر محلولا (S) ممددا إلى $\frac{1}{10}$ (أي بتمديد الخل التجاري 10 مرات) ، فنحصل على محلول تركيزه C_S . نعاير عند الدرجة 25°C حجما $V_S = 20\ mL$ من المحلول (S) بواسطة محلول الصود تركيزه المولي $C_b = 0.1056\ mol/L$ فنحصل على المنحنى : $pH = f(V_b)$ حيث V_b هو حجم محلول الصود المضاف .



1ـ أ ـ أذكر الأدوات اللازمة لتحضير المحلول S .
ب ـ ضع رسما تخطيطيا يجسد عملية المعايرة .
2ـ البيان يدل على أن الحمض المستعمل ضعيف ـ علل.
3 ـ أ ـ أكتب معادلة التفاعل بين الحمض و الأساس (المعايرة) .
ب ـ حدد من البيان ثابت الحموضة Ka للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .
جـ أحسب كسر التفاعل $(Q_{r,i})$ عند التوازن .
4ـ أ ـ حدد إحداثيي نقطة التكافؤ و استنتج تركيز الحمض في المحلول (S) و التركيز C للخل المدروس.
ب ـ أوجد كتلة الحمض المنحل في 100g من الخل التجاري .
جـ أوجد درجة الخل التجاري ، و تأكد من أن الخل المدروس مغشوش أم لا .
يعطى : الكتلة الحجمية للخل النقي : $\rho = 1.02 \cdot 10^3\ g/l$.