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

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

pH	2		3.4		8		
$[H_3O^+]$ $(mol.L^{-1})$		$4 . 10^{-3}$				$1.25 . 10^{-9}$	
$[HO^-]$ $(mol.L^{-1})$							$1.25 . 10^{-4}$
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 0.04 g من هيدروكسيد الصوديوم النقي في 1L من الماء المقطر .

أ- أحسب C التركيز الابتدائي للمحلول (B) .

جـ- أحسب pH المحلول (B) .

5- نحضر عند الدرجة 25°C محلول (A) لكلور الهيدروجين بحل V_{HCl} من غاز كلور الهيدروجين مقاس في الشرطين النظاميين في 1L من الماء النقي ، قسنا 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 25^0 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- ننمذج 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 أحسب 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:

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

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

ب ـ اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل.

2ـ إن قياس pH المحلول (S_1) ، في الدرجة $25°C$ أعطى القيمة $11,1$.

أ ـ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

ب ـ احسب نسبة التقدم النهائي τ_1 . ماذا تستنتج؟

3ـ كلف 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 ـ ماهي الخطوات العملية المتبعة لتحضير المحلول (S_2)؟

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

جـ ما تأثير الحالة الابتدائية للجملة على نسبة التقدم النهائي للتفاعل؟

4ـ 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) ـ أكتب معادلة تفاعل غاز النشادر NH_3 مع الماء ؟ يعطى : NH_4^+ / NH_3

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

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

5) ـ 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 $c_1 = 1{,}00 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$ ، ثم نقيس pH هذا المحلول فنجده $pH_1 = 3{,}1$.

أ- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.

ب- أنشئ جدولا لتقدم هذا التفاعل.

جـ- احسب نسبة التقدم النهائي τ_{1f} لهذا التفاعل . ماذا تستنتج؟

د- اكتب عبارة ثابت الحموضة K_{a1} للثنائية $C_6H_5COOH(aq)/C_6H_5COO^-(aq)$

هـ- أثبت أن K_{a1} يعطى بالعلاقة: $K_{a1} = c_1 \times \frac{\tau_{1f}^2}{1-\tau_{1f}}$ ، 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: $c_1' = 1{,}00 \times 10^{-3}\ mol \cdot L^{-1}$.

ب- احسب القيمة الجديدة لنسبة التقدم النهائي τ_{2f} لتفاعل حمض البنزويك مع الماء.

جـ- 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 . 10^{-2} mol/L . نقيس الناقلية G لهذا المحلول في الدرجة 25°C بجهاز قياس الناقلية ، ثابت خليته k = 1.2 . 10^{-2} m فكانت النتيجة G = 1.92 . 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 عبر عنه 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 التوزان) بدلالة G ، k ، $\lambda(H_3O^+)$ ، $\lambda(CH_3COO^-)$. أحسب قيمته .

جـ) 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 : $K_2 = \dfrac{\tau_{f2}^{\ 2} C_2}{1-\tau_{f2}}$

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

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

$\lambda_{Cl^-} = 7.6 \times 10^{-3}\ s\,m^2.mol^{-1}$ (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_1) 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 , $HCOOH$

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 التشرد الذاتي للماء) .

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

5- أحسب ثابت التوازن الكيميائي K_1 .

II- نعتبر محلولا مائيا (S_2) لحمض الساليسيليك ، الذي يمكن أن نرمز له (HA) ، تركيزه المولي $C_1 = C_2$ و له 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} . أستنتج 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 $25\,^{\circ}C$ الناقلية النوعية للمحلول الذي تركيزه المولي الإبتدائي : $c_0 = 1{,}0 \times 10^{-2}\, mol.L^{-1}$

فنجدها $\sigma = 1{,}6 \times 10^{-2} S.m^{-1}$.

1- حدد الثنائيات حمض/ أساس المشاركة 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 لحظة بدلالة التراكيز المولية و الناقليات النوعية المولية الشاردية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول بالصيغة : $\sigma(t) = \sum_{i=1}^{i=n} \lambda_i [x_i]$.

أكتب العبارة الحرفية للناقلية النوعية $\sigma(t)$ 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: $\lambda_{CH_3COO^-} = 4{,}10 \times 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$; $\lambda_{H_3O^+} = 35{,}9 \times 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$.

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 نهمل 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_0 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 الموليتين الشارديتين 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 مأخوذة 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 $V_1 = 100mL$ وله $pH = 3,4$.

1 – احسب التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1) .

2 – اكتب معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك والماء ، وأنشيء 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 $\sigma = 4,8mS.m^{-1}$.

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

2 - اكتب عبارة الناقلية النوعية للمحلول (S_2) بدلالة $[H_3O^+]$ ، $\lambda_{H_3O^+}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-}$ ، 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 ؟ برّر

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:

تؤخذ كل المحاليل في $25°C$.

1- حضرنا محلولا S_1 لحمض الإيثانويك CH_3-COOH تركيزه المولي $c_1 = 1,0\times10^{-2}\ mol\cdot L^{-1}$ 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 الغالبة في المحلول؟

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

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- حدث 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_4 . ماذا تستنتج ؟

التمرين 17:

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

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لإنحلال 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 $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]$.

ب- كسر التفاعل عند التوازن، وبين أنه يمكن كتابته 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 $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{eq}$. نهمل $\left[OH^-_{(aq)}\right]_{eq}$ 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	$5,0\times10^{-2}$	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. - كسر التفاعل عند التوازن $Q_{r,eq}$.

التمرين 18:

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

1- اكتب 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
$A=1/C\,(L.mol^{-1})$				
$B=\tau^2/1-\tau$				

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

التمرين 19:

1- نعتبر 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 تستنتج ؟
يعطى: $\lambda(CH_3COO^-) = 4.1 . 10^{-3}\ S.m^2/mol$ ؛ $\lambda(H_3O^+) = 35 . 10^{-3}\ Sm^2/mol$.
3- نشكل مزيج يتكون من 2 moL من حمض عضوي RCOOH و 2mol من كحول R'OH ثم نوفر الضروف 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 الضروف 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_{ri} .

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 عضوي HA تركيزه المولي C_0 .

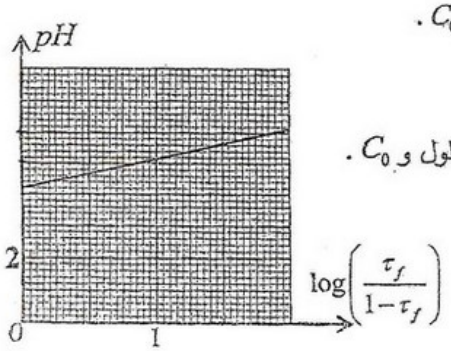
1. أ- اكتب معادلة انحلال الحمض HA في الماء.

ب- انشئ جدول التقدم لهذا التفاعل.

جـ- اكتب عبارة النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل بدلالة pH المحلول و C_0 .

د- بيّن أنّ pH المحلول S_0 يُعطى 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 على صيغته، نُحضّر مجموعة محاليل ممدّدة 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- حدّد النوع الكيميائي الغالب في محلول الحمض HA من أجل $\tau_f = 0,7$.

د- اعطى قياس الـ pH لأحد المحاليل الممدّدة بـ 160 مرة القيمة $pH = 4,2$. احسب قيمة التركيز المولي C_0 .

هـ- يُبيّن الجدول التالي قيم الثابت pK_a لبعض الثنائيات HA/A^-. تعرّف على الحمض HA الموجود في القارورة.

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

التمرين 22:

في حصة الأعمال التطبيقية، طلب الأستاذ من تلامذته تحضير محاليل مائية لأحد الأحماض الصلبة 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: $pH = f\left(Log\frac{[A^-]_{éq}}{[HA]_{éq}}\right)$ 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 مائياً لحمض الميثانويك HCOOH حجمه V وتركيزه المولي $C = 10^{-2}$ mol/L و له pH = 2,9 عند الدرجة 25°C.

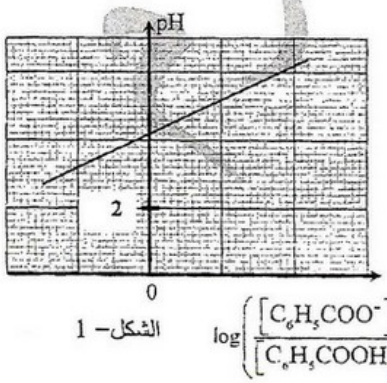
1- اكتب معادلة انحلال حمض الميثانويك في الماء واذكر الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل.

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 التراكيز C ونحسب في كل مرة النسبة $\dfrac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$ لنرسم البيان ($pH = f(\log\dfrac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]})$ المبين 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 أنّ 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 $C_6H_5COO^-$.

نحضّر 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-إنّ 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:

حجم الماء المضاف $V_{H_2O}(mL)$	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 كبرتيد 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 قدم جدولا لتقدم التفاعل ؟
3) ـ أحسب Q_{ri} ؟
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 $C_0 = 2.90 \times 10^{-4}\ mol / L$ نقيس pH له فنجده 4.18 يمكن أن نرمز للثنائية الموافقة للكاشف (HIn / In^-) محلول الكاشف حضر من الصفة 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 الموافقة 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 تنتمي إليها الأمونياك . 4ـ اوجد العلاقة بين K ، K_a و K_e .

5ـ انشئ جدول التقدم للجملة من أجل حجم V للمحلول . استنتج العلاقة بين $[HO^-]_{eq}$ و $[NH_4^+]_{eq}$ و كذا العلاقة بين $[NH_3]_{eq}$ و c و $[NH_4^+]_{eq}$.

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

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

نختبر محلولا (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 لا يتفاعل كليا مع الماء .

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

نذيب $1 . 10^{-3}\ mol$ من الأمونياك NH_3 في 1 L من الماء . الناقلية 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 xf لهذا التحول .

7ـ احسب نسبة التقدم النهائي لهذا التحول .

تعطى : $\lambda\ (NH_4^+{}_{(aq)}) = 7,34\ mS . m^2/mol$, $\lambda\ (HO^-_{(aq)}) = 20\ mS . m^2/mol$,

التمرين 29:

تؤخذ كل المحاليل في $25°C$.

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) يعطي 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؟

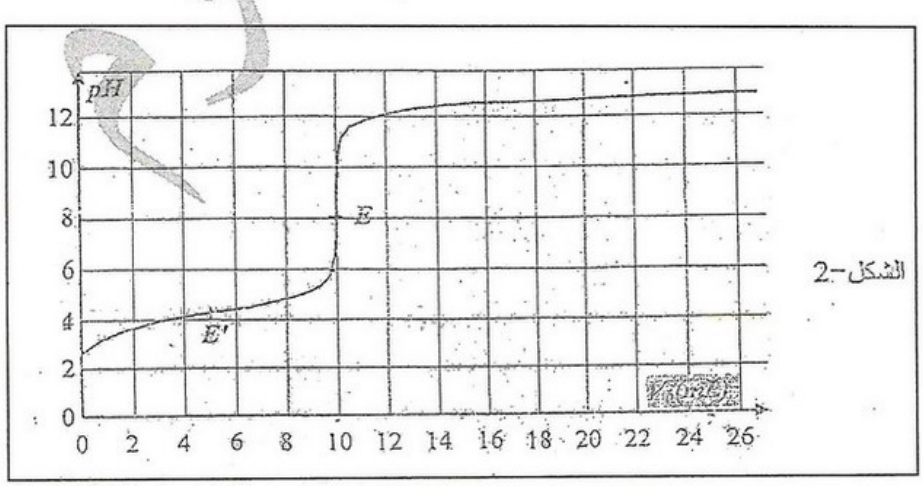
ج- جد التركيز المولي c_a لحمض البنزويك.

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 الذي يشكل النسبة الغالبة في المزيج التفاعلي عند $pH=6,0$ ؟

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



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 لتفاعل 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 :

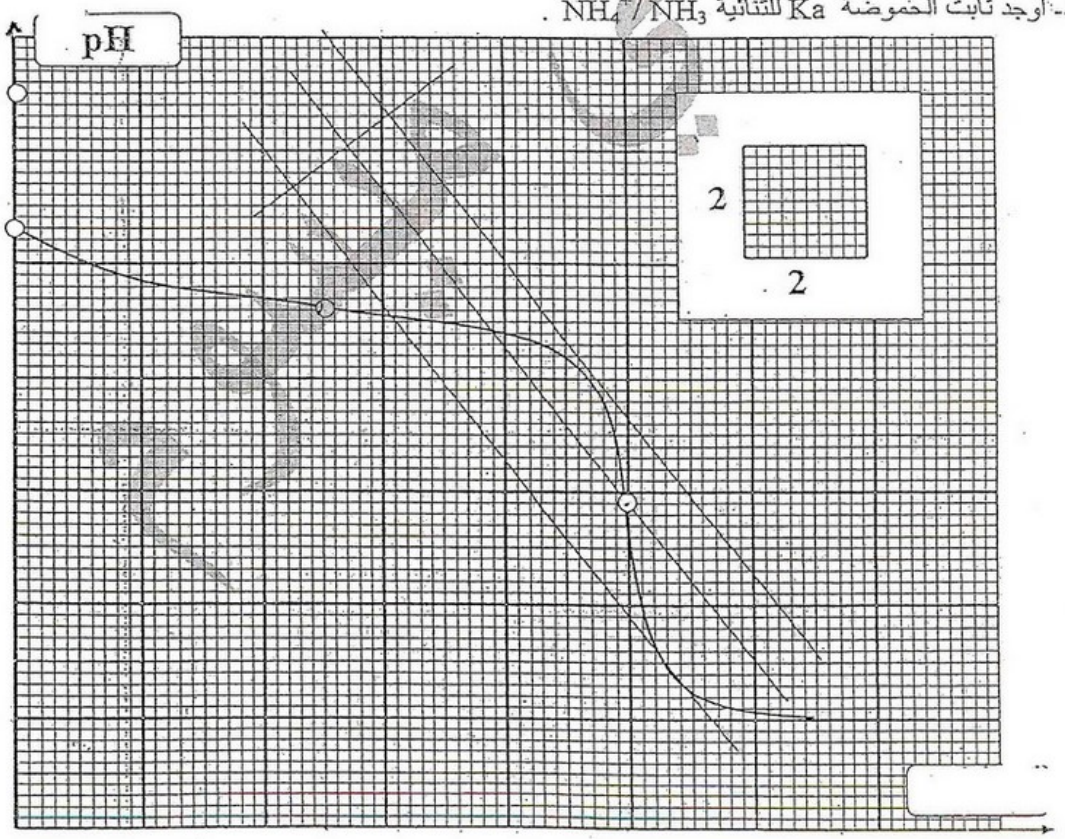
أ- ما هي طبيعة محلول الملح الناتج عند التكافؤ .

ب- من بين الكواشف التي تضمنها الجدول التالي ما هو أنسب كاشف لهذه المعايرة ؟

الكاشف	أزرق البروموتيمول	الفينول فتالين	أحمر الميثيل
PH مجال تغير لونه	6.2 – 7.6	8.2 – 9.5	4.2 – 6.0

جـ- أوجد التركيز C_2 .

د- أوجد ثابت الحموضة Ka للثنائية NH_4^+ / NH_3 .



التمرين 31:

كتب 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 فوجد $3,8$ في درجة الحرارة $25°C$.

أ- اكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء.

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

جـ- استنتج التركيز المولي لمحلول حمض الإيثانويك c_a، علما أنّ: $\tau_{éq} = 0,0158$.

2- بهدف التأكد من قيمة c_a، نعاير حجما $V_a = 18\ mL$ 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- جِدْ إحداثيتي نقطة التكافؤ $E\ (V_{bE},\ pH_E)$، ثمّ احسب c_a.

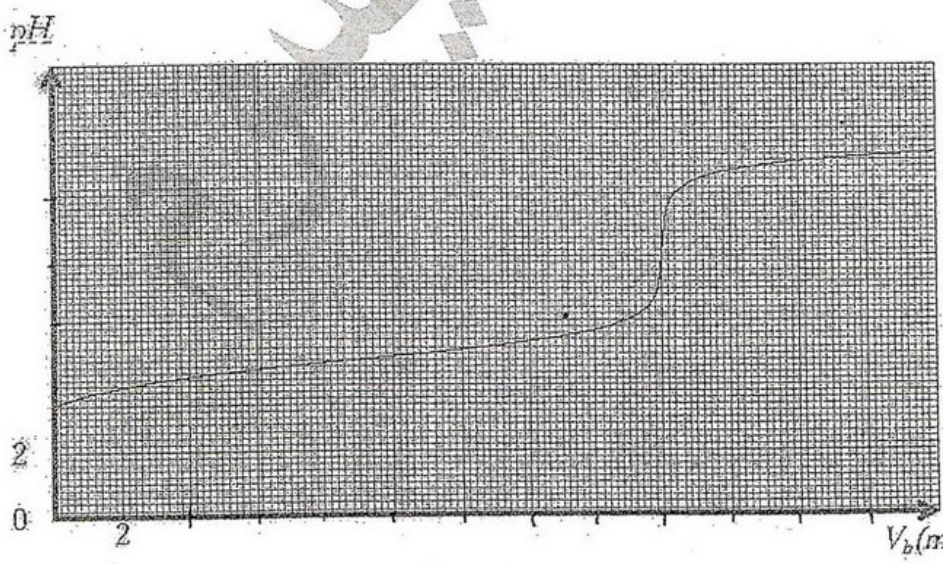
3- عند إضافة حجم: $V_b = 9\ mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم، نجد pH المزيج هو $4,8$.

أ- عبّر عن النسبة: $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ بدلالة pH و pKa ، ثمّ احسبها.

ب- عبّر عن النسبة السابقة بدلالة تقدم التفاعل x ، ثمّ استنتج قيمة x.

جـ- احسب النسبة النهائية للتقدم τ. ماذا تستنتج ؟

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



الشكل-6

التمرين 32:

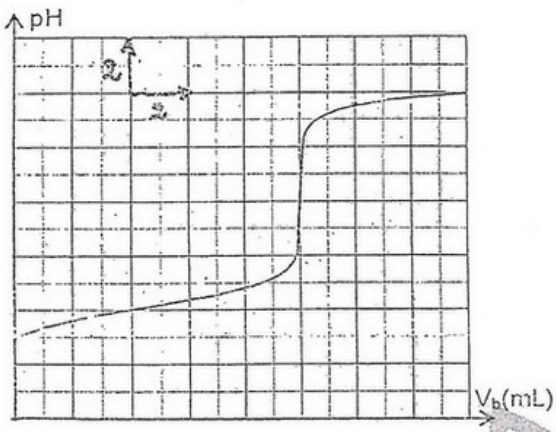
يتكون مشروب غازي من غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 منحل في الماء والسكر وحمض البنزويك ذو الصيغة C_6H_5COOH. يريد أحد التلاميذ إجراء عملية معايرة لمعرفة التركيز المولي C_a للحمض في هذا المشروب، ولأجل ذلك يأخذ منه حجما قدره $V_a = 50\,mL$ بعد إزالة غاز CO_2 عن طريق رجه جيدا ويضعه في بيشر ثم يعايره بواسطة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

1- من اجل 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-01-).
باعتبار حمض البنزويك الحمض الوحيد في المشروب الغازي.

أ- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل المنمذج 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- انشئ جدولا لتقدم التفاعل.

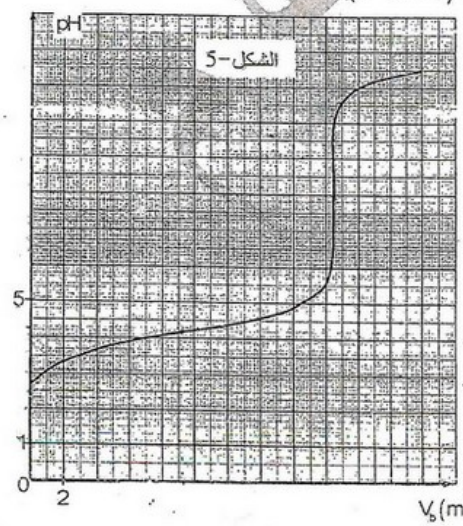
ب- أوجد كمية مادة كل من شوارد الهيدرونوم $(H_3O^+(aq))$ وجزيئات حمض البنزويك المتبقية في الوسط التفاعلي ستحينا بجدول التقدم.

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

التمرين 33:

نعاير حجمًا: $V_a = 20mL$ من محلول مائي ممدد لحمض البنزويك $C_6H_5CO_2H$، تركيزه المولي الابتدائي c_a بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي: $c_b = 10^{-1}\ mol \cdot L^{-1}$، وحجمه V_b.

النتائج المتحصل عليها مكنت من رسم البيان: $pH = f(V_b)$ (الشكل-5).



1- ارسم بشكل تخطيطي التركيب التجريبي لعملية المعايرة.

2- بيّن كيف يمكن تحقيق قياس الـ pH لمحلول.

3- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

4- حدّد بيانيا:

أ- إحداثيتي نقطة التكافؤ E، ثمّ احسب c_a.

ب- قيمة الـ pKa للثنائية:

$C_6H_5COOH(aq)/C_6H_5COO^-(aq)$

جـ - قيمة الـ pH من أجل: $V_b = 0$.

بيّن أن حمض البنزويك حمض ضعيف.

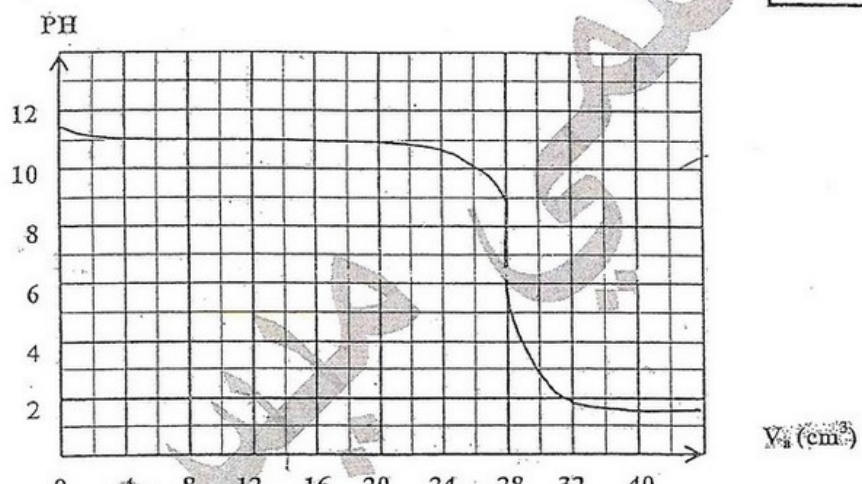
التمرين 34:

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. أكتب معادلة تفاعل الأمين مع الماء.

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

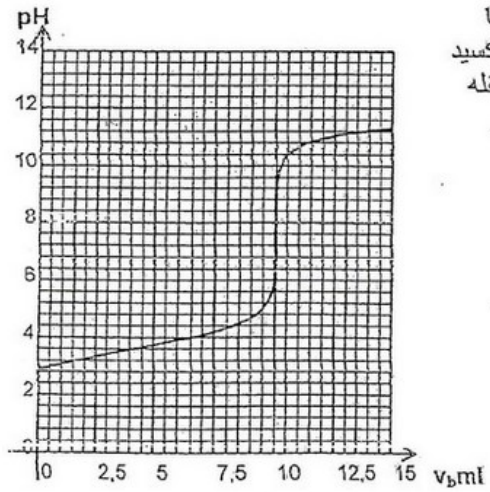
2. بالاعتماد على البيان :
أ- استنتج إحداثيي نقطة التكافؤ.
ب- استنتج قيمة الـ Pka للثنائية (أساس/حمض) المعتبرة .
ج- أحسب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول المائي (S) الإبتدائي .

الشكل (01)



التمرين 35:

جميع المحاليل مأخوذة عند الدرجة 25^0 C حيث $K_e=10^{-14}$.
يعطى $pK_a(HCOOH/HCOO^-)=3.8$. $K_a(HCOOH/HCOO^-)=1,78\ .10^{-4}$.
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؟

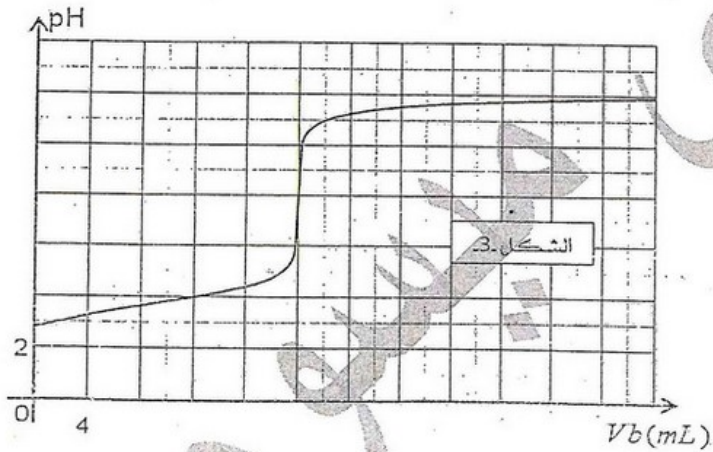
2-5 : حدد الأفراد المتواجدة في الخليط ،
أ حسب تراكيزها من أجل pH = 3.8 .

التمرين 36:

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

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

التجربة الثانية: نأخذ حجما $V_1 = 20\,mL$ 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).



الشكل-3-

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

2- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث أثناء المعايرة.

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

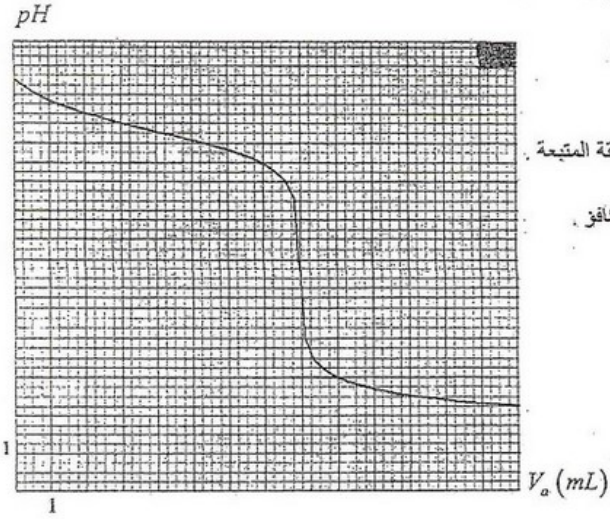
4- اوجد بالاعتماد على البيان القيمة التقريبية لثابت الحموضة K_A للثنائية : ($HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)}$)

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

التمرين 37:

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

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



1 – حدد إحداثيي 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.

جـ) أحسب التركيز المولي لجزيئات NH_3 عند التكافؤ.

التمرين 38:

نحضر محلولا (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 للتحول الكيميائي الحادث.

2- أ/ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي.

ب/ اوجد قيمة التقدم النهائي x_f.

جـ/ إذا علمت أن نسبة التقدم النهائي $\tau_f = 0,039$، بين أن قيمة التركيز المولي $C = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$ 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)، نعاير 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 المنمذج 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؟

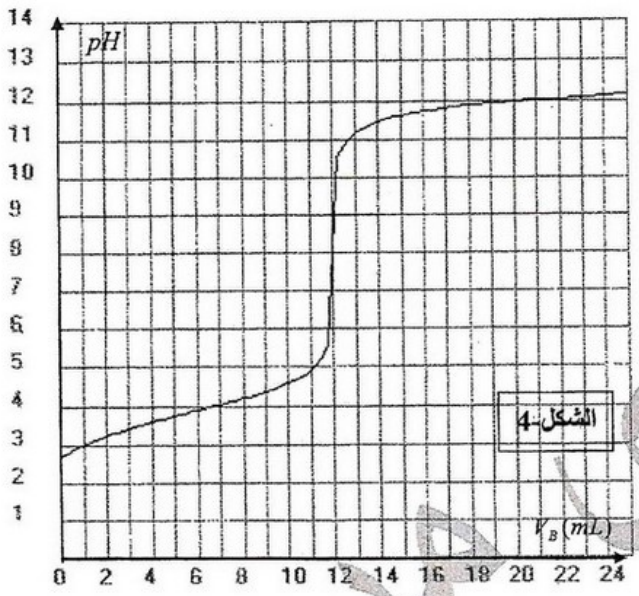
يعطى: $M(O) = 16g.mol^{-1}$ ، $M(C) = 12g.mol^{-1}$ ، $M(H) = 1g.mol^{-1}$

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

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 (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

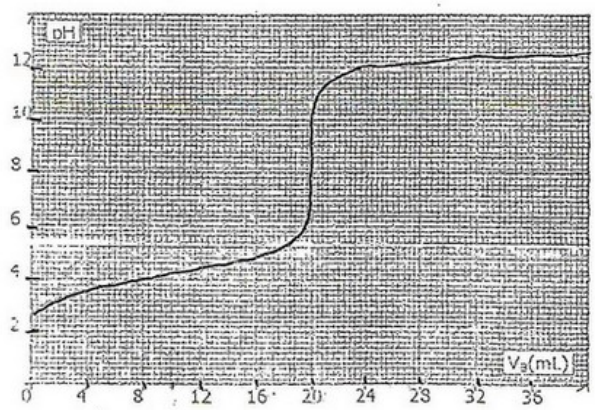
التجربة الثانية : أخذ التلميذ الثاني حجما $V_A = 20mL$ من الحليب ومدده بالماء المقطر إلى أن أصبح حجمه $200mL$ ثم عاير المحلول الناتج بمحلول الصود السابق مستعملا كاشفا ملونا مناسبا، فلاحظ أن لون الكاشف يتغير عند إضافة حجم من الصود قدره $V_B = 12,9mL$.

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 او حمض الميثانويك ذي الصيغة HCOOH .
I) نضع حجما $V_0 = 2mL$ من حمض النمل ذي التركيز C_0 في حوجلة ذي الحجم $V = 100\ mL$ ثم نملئها بالماء المقطر حتى الخط المعياري 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) حدد العلاقة بين التركيزين C_A و C_0 .
3) أحسب قيمة pH المحلول S_A ثم حدد النوع المهيمن.
4) أوجد نسبة التقدم النهائي بدلالة تركيز شوارد الأوكسونيوم H_3O^+ عند التوازن والتركيز C_0 .

II) 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 أسفله تغيرات pH بدلالة الحجم V_B لمحلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف.



1) ما هو البروتوكول التجريبي الذي يمكن من إنجاز هذه المعايرة.
2) أكتب معادلة التفاعل الحادث.
3) حدد بيانيا نقطة التكافؤ ثم استنتج قيمة التركيزين C_A و C_0 .
4) باستعمال الجدول أسفله ، حدد الكاشف الملون المناسب لتحديد نقطة التكافؤ.
5) أوجد ثابت التوازن المناسب لهذا التفاعل. ماذا تستنتج ؟

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

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 $\left[H_3O^+(aq)\right]$ في المحلول (S) بدلالة σ و $\lambda_{CH_3COO^-}$ و $\lambda_{H_3O^+}$ حيث: λ الناقلية النوعية المولية الشاردية، ثمّ 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: $c_b = 2,0\times10^{-3}\ mol\cdot L^{-1}$.

قبل عملية المعايرة، كانت النسبة: $\dfrac{\left[CH_3COO^-(aq)\right]}{\left[CH_3COOH(aq)\right]} = 41,43\times10^{-3}$، وأثناء المعايرة عند إضافة حجم: $V_b = 10\ mL$، أصبحت النسبة: $\dfrac{\left[CH_3COO^-(aq)\right]}{\left[CH_3COOH(aq)\right]} = 1$.

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 الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_B=10^{-2}mol/L$.

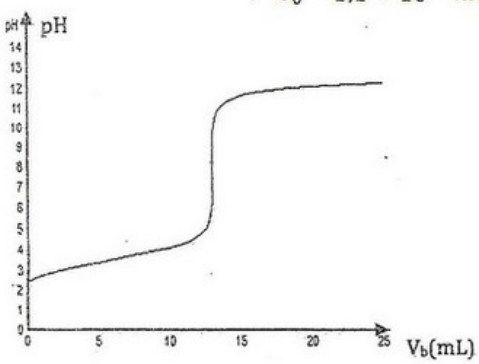
1. أكتب معادلة تفاعل المعايرة الحادث.
2. أعط عبارة ثابت التوازن بدلالة pKa و pKe ، ثم أحسب قيمته و ماذا تستنتج ؟ ($Ke=10^{-14}$)
3. عرف نقطة التكافؤ حمض – أساس ، ثم أوجد علاقة التكافؤ (استعن بجدول التقدم في حالة التكافؤ).
4. عند إضافة $V_B=3mL$ من المحلول الأساسي كان pH المزيج المحصل عليه هو : pH = 4,2
   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 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 ؟

$T = 25\,°c$, $Ke = 10^{-14}$

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

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 Va_E الذي يجب إضافته للحصول على التكافؤ ؟

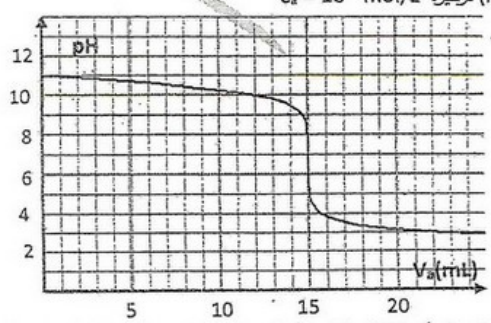
ت- كيف يمكن التعرف تجريبيا على نقطة التكافؤ ؟

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 نُعاير هذا المحلول الأساسي بالطريقة الـ pH مترية بواسطة محلول حمض كلور الماء (H_3O^+, Cl^-) تركيزه $c_a = 10^{-2}$ mol/L

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



1. أرسم مخطط البروتوكول 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 التقريبية pK_a للثنائية $(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2)$.
   - د. التركيز المولي للمحلول الأساسي c_b .
4. أحسب التركيز المولي لشوارد الكلور Cl^- عند التكافؤ . ما هو الحجم المكافئ 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_f , ماذا تستنتج ؟
4. أكتب عبارة كسر التفاعل عند التوازن Q_{rf} 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_f 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	$Ke = 10^{-14}$

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^-) لتشرد 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:

نُذيب 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 .نأخذ 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 $\frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}=f(V_b)$

تعطى: $pka(CH_3COOH/CH_3COO^-)=4,7$

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

6- ماهي الصفة الغالبة للثنائية (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- جِدْ عبارة $[H_3O^+(aq)]$ في المحلول (S) بدلالة σ و $\lambda_{CH_3COO^-}$ و $\lambda_{H_3O^+}$ حيث: λ الناقلية النوعية المولية الشاردية، ثمّ أحسبه.

3- بيّن 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: $c_b = 2,0\times10^{-3}\ mol\cdot L^{-1}$.

قبل عملية المعايرة كانت النسبة: $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 41,43\times10^{-3}$، وأثناء المعايرة عند إضافة حجم: $V_b = 10\,mL$، أصبحت النسبة: $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 1$.

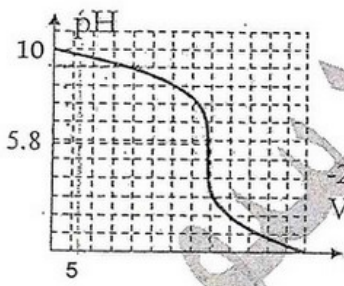
أ- استنتج قيمة K_A ثابت الحموضة للثنائية: $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$.

ب- احسب قيمة V_a.

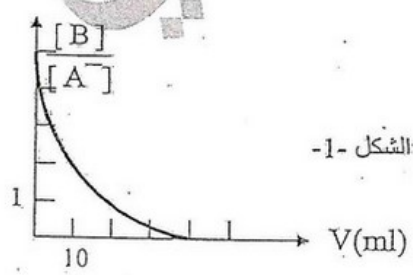
المعطيات: $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,1\,mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35,0\,mS\cdot m^2\cdot mol^{-1}$

التمرين 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 $(1.10^{-2}\,mol/L)$ مع بعض قطرات من الهليانتين 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	4.4 – 6.2

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: $\sigma=0.064\ s/m$ 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- $\log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}=f(V_b)$

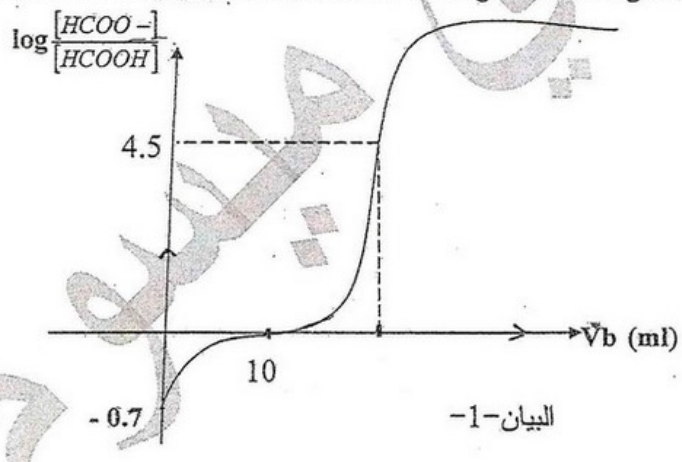
1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة 2- بإستغلال البيان اوجد:

- حجم محلول $NaOH$ اللازم للتكافؤ V_{bE} ثم استنتج قيمة C_b - قيمة pH 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: $C:12g/mol$ $O:16g/mol$ $H:1g/mol$ $\lambda_{H3O^+}=35ms.m^2/mol$ $\lambda_{HCOO^-}=5.46ms.m^2/mol$



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 :

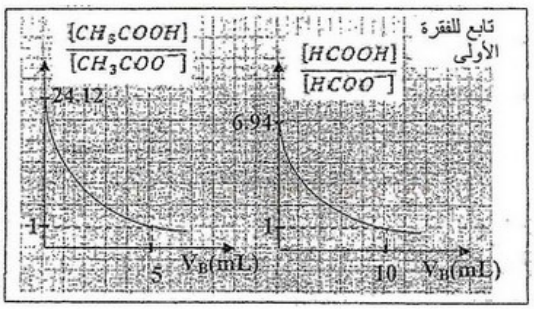
- ✓ V_{A1} من محلول مائي لحمض الإيتانويك (حمض الخل) له $pH=3,4$
- ✓ V_{A2} من محلول مائي لحمض الميتانويك (حمض النمل) له pH 2,9 = نمثل بدلالة حجم المحلول الأساسي البيانين التاليين:

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 الايثانويك السابق مع حجم V_2=200mL من ميثانوات 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:

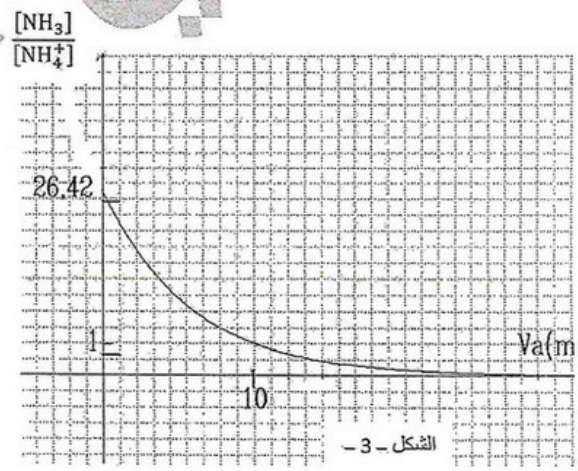
$K = \frac{\tau_f^2}{(1-\tau_f)(2-\tau_f)}$ حيث τ_f هي نسبة التقدم النهائي التي يطلب حسابها.

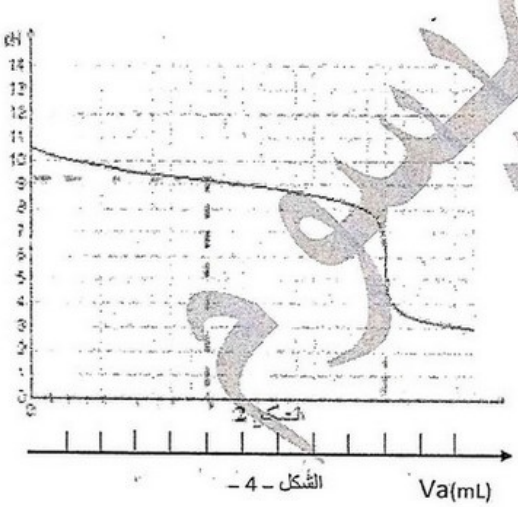


التمرين 52:

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- 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 $RCOO^-$. $M(RCOOH) = 206g \cdot mol^{-1}$.

<u>أولاً</u>: 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-تأكد من أن : $c_0 \approx 0{,}002\ mol \cdot L^{-1}$.

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

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

ب-اكتب كسر التفاعل Q_r لهذا التحول.

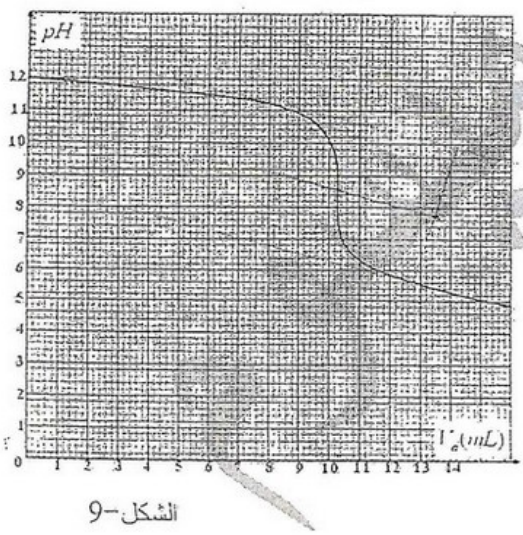
ج- بيّن أن عبارة Q_r عند التوازن تكتب على الشكل: $Q_{r,éq} = \dfrac{x_{max} \cdot \tau_f^{\ 2}}{V_0 \cdot (1-\tau_f)}$

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

د-استنتج قيمة ثابت التوازن K.

<u>ثانياً</u>: 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 $c_b = 2{,}0 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$ و نذيب فيه كليا 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-ارسم بشكل تخطيطي عملية المعايرة.

2- عرّف نقطة التكافؤ، ثم حدّد 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 $RCOOH$ المتواجد في الكيس.

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

التمرين 54:

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

لتحضير محلول (S_A) لحمض كربوكسيلي نذيب في الماء المقطر كتلة $m = 450\ mg$ من هذا الحمض النقي ونضيف اليه الماء المقطر للحصول على $V_0 = 500\ ml$ من هذا المحلول .

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

نحصل على التكافؤ حمض _ 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 χ_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 لنوعين 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 $n_i(NH_3) = n_0$ 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 ؟

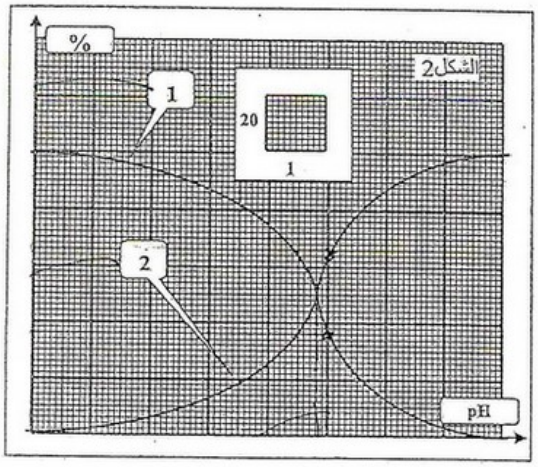
$PK_{A2}(NH_4^+ / NH_3) = 9,2$

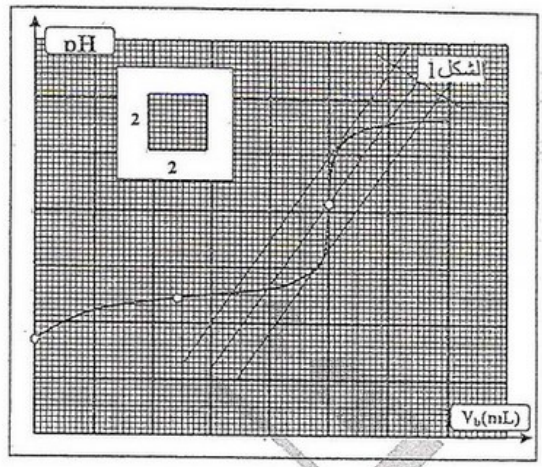
$M(O) = 16\ g/mol$, $M(C) = 12\ g/mol$, $M(H) = 1\ g/mol$

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 .





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 (V_b , pH) ، ثم استنتج C_a تركيز المحلول الحمضي (S_1) .
- أستنتج ثابت الحموضة Ka 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
PHمجال تغير لونه	6.2–7.6	8.2–9.5	3.1–4.4

التمرين 56:

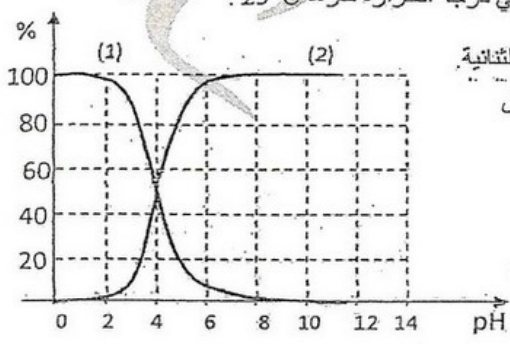
دراسة الحمض اللبني Acide Lactique

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 اللاكتات / حمض لبني (Acide lactique/ion lactate) بدلالة الـ pH وذلك في درجة الحرارة قدرها 25°C .



أ) بيّن المنحنى المناسب للنوع الحمضي والنوع الأساسي للثنائية.

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

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

1) أعط عبارة ثابت الحموضة Ka 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 الغالبة) في هذا الحليب.

التمرين 57:

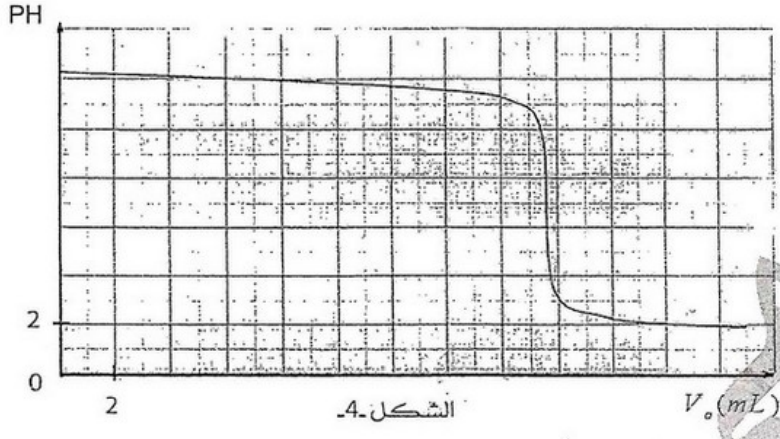
عينة مخبرية S_0 لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تحمل المعلومات التالية: 27% و $d = 1,3$.

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 (الشكل 4)

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

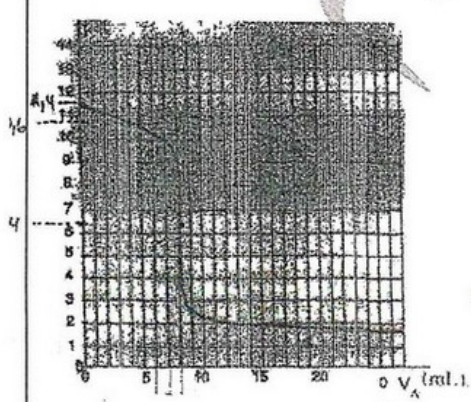
ب- أكتب المعادلة المنمذجة للتحول الحادث أثناء المعايرة .

جـ- عين الاحداثيتين (V_{aE}, PH_E) لنقطة التكافؤ E مع ذكر الطريقة المتبعة.

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

التمرين 58:

نحقق المعايرة الـ pH مترية 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 الموافق 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- اكتب معادلة تفاعل المعايرة . أذكر خصائصه .

3- عين احداثيتي نقطة التكافؤ و استنتج التركيز C_B .

4- بين أن انحلال ميثيل أمين في الماء محدود .

5- بناءا على البيان ، أوجد قيمة pk_a المزدوجة .

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

ب- عبر عن النسبة السابقة بدلالة V_E ، C_B و x_f (قيمة التقدم عند التكافؤ) ، ثم استنتج قيمة x_E

7- احسب نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل المعايرة عند التكافؤ . ماذا تلاحظ و ماذا تستنتج ؟

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

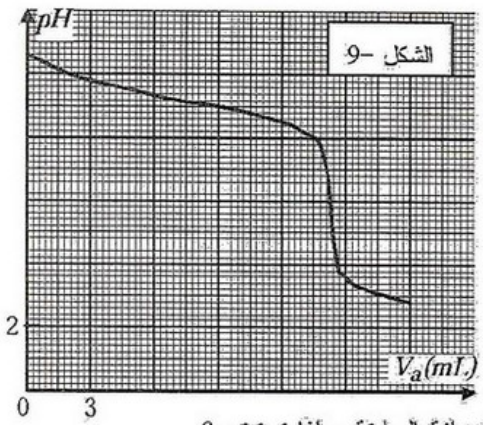
التمرين 59:

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 $(H_3O^+ + Cl^-)_{aq}$ 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 ينمذج 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 pKa 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 $\frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$ للمزيج التفاعلي النهائي.

ب - عبّر عن النسبة السابقة بدلالة c_b و V_b 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؟

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

التمرين 61:

تتعرض أغلب الأجهزة الكهرومنزلية مثل المسخن المائي وآلة تقطير 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.

كُتب على لاصقة قارورة المنظف التجاري المعلومات التالية:

- النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف $P=45\%$.
- يستعمل المنظف التجاري المركز مع التسخين.
- الكتلة المولية الجزيئية 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 عدا 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_a) لحمض اللاكتيك تركيزه المولي C_a ، نعاير حجما $V_a=10mL$ من المحلول (S_a) 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_a ، واستنتج قيمة C_0 التركيز المولي للمنظف التجاري المركز.

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

تعطى الكتلة الحجمية للماء $\rho_0=1kg/L$

التمرين 62:

تُستعمل 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 .

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

في اللحظة $t=0$ نمزج حجما $V_1=20mL$ من محلول شوارد 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- بيّن أن التفاعل السابق هو تفاعل حمض - أساس.

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

جـ- بيّن أنه عند التوازن: $x_{éq} = 1{,}5\times10^{-3}\,mol$.

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 $m = 6g$ منه في حوجلة عيارية، 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 $V_{bE} = 14mL$.

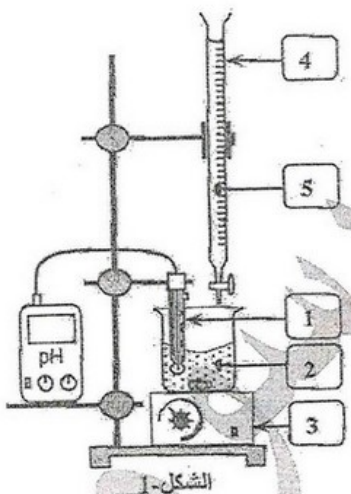
أ- احسب التركيز المولي C_0 للمحلول (S_0)، واستنتج كتلة الأزوت في العينة.

ب- تعرّف 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 القوي ذي الصيغة الكيميائية HSO_3NH_2 والذي نرمز له اختصارا HA ونقاوته $(p\,\%)$.

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- أكتب 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.

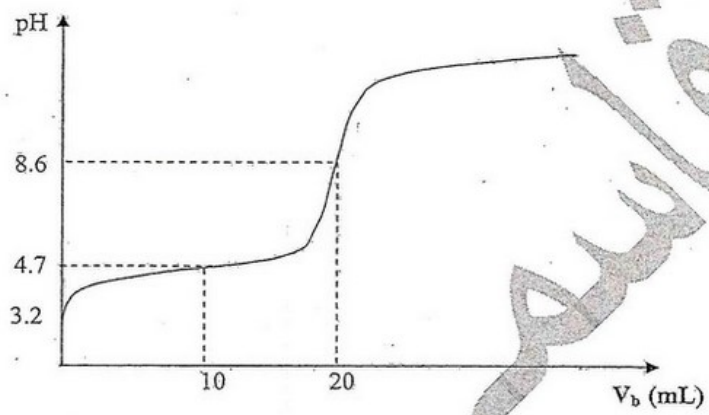
جـ - احسب التركيز المولي C_A للمحلول (S_A)، ثم استنتج الكتلة m_A للحمض HA المُذابة في هذا المحلول.

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

تُعطى 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 .



1- أ- أذكر الأدوات اللازمة لتحضير المحلول S .
ب- ضع رسماً تخطيطياً يجسد عملية المعايرة.
2- البيان يدلّ على أن الحمض المستعمل ضعيف . علل.
3 - أ- أكتب معادلة التفاعل بين الحمض و الأساس (المعايرة) .
ب- حدد من البيان ثابت الحموضة Ka للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .
جـ- أحسب كسر التفاعل (Q_{rf}) عند التوازن .
4- أ- حدّد إحداثيي نقطة التكافؤ و استنتج تركيز الحمض في المحلول (S) و التركيز C للخل المدروس.
ب- 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 : $\rho = 1.02 \cdot 10^3\ g/l$.