

التمرين 1:

1- حل التفاعلات التالية تفاعلات حمض أساسي ؟ برر أجابته

- A) $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{HO}^-_{(aq)} = \text{Cu}(\text{OH})_{2(s)}$
 B) $\text{CH}_3\text{NH}_2_{(aq)} + \text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} = \text{CH}_3\text{NH}_3^+_{(aq)} + \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)}$
 C) $\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)} + \text{CH}_3\text{OH}_{(l)} = \text{CH}_3\text{COOCH}_3_{(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(aq)}$
 D) $\text{HCl}_{(aq)} + \text{NH}_3_{(aq)} = \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$
 E) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}_{(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} = \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$

2- أكمل الجدول التالي ثم بين كيف يتغير pH محلول عندما يتناقص $[\text{H}_3\text{O}^+]$:

pH	2	3.4		8	
$[\text{H}_3\text{O}^+]$ (mol.L ⁻¹)		$4 \cdot 10^{-3}$			$1.25 \cdot 10^{-8}$
$[\text{HO}^-]$ (mol.L ⁻¹)					$1.25 \cdot 10^{-4}$
الطبيعة			معتدل		

3- فيما يلي قيم الـ pH لمحلول فيها نفس التركيز المولي $C = 10^{-3} \text{ mol/L}$.

- 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 الأحمض السابقة بين من هي القوية ومن هي الضعيفة .
 1- لـ 100 mL من (D) هيدروكسيد الصوديوم بـ 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- لحضر عند الدرجة 25°C محلول (A) لكلور الهيدروجين بـ V_{HCl} من غاز كلور الهيدروجين مقاس في الشرطتين القياسية 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 $C = 10^{-3} \text{ mol/L}$ وحجمه $V = 100 \text{ mL}$ وعندما قمنا بقياس pH المحلول الناتج عند الدرجة 25°C ، وجدنا pH = 3.9 .
- 1- أكتب معادلة الإتحلال لحمض الإيثانويك في الماء .
 - 2- أكتب الثقتين (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 الحوضة للتثانية $(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ثم استنتج قيمة الـ pKa هذه التثانية .
 - 6- قارن بين الحمضين H-COOH ، CH_3COOH من حيث لقوة علما أن قيمة الـ pKa للتثانية $(\text{H-COOH}/\text{HCOO}^-)$ هي $\text{pKa}_2 = 3.78$.

التمرين 3:

- I- نمذج التحول الكيميائي المحدود لحمض الإيثانويك (حمض الخل) مع الماء بتفاعل كيميائي معادلته :
- $$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} = \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$$
- 1- أعط تعريفا للحمض وفق نظرية برونستد .
 - 2- أكتب الشاكتين (أساس/ حمض) الداخلتين في التفاعل الحاصل .
 - 3- أكتب عبارة ثابت التوازن K الموافق للتفاعل الكيميائي السابق .
- II- نحضر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك حجمه $V = 100 \text{ mL}$ ، و تركيزه المولي $C = 2.7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ ، و قيمة الـ pH له في الدرجة 25°C تساوي 3.7 .
- 1- استنتج التركيز المولي النهائي لشوارد الهيدرونيوم في محلول حمض الإيثانويك .
 - 2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل ، ثم احسب كلا من التقدم النهائي x_f و التقدم الأعظمي x_{max} .
 - 3- احسب قيمة النسبة النهائية (τ_f) لتقدم التفاعل . ماذا تستنتج ؟
 - 4- احسب :
 - أ- التركيز المولي النهائي لكل من (CH_3COOH) و $(\text{CH}_3\text{COO}^-)$.
 - ب- قيمة pKa للتقالبة $(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ، و استنتج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول الحمضي .

التمرين 4:

- بعرض تحضير محلول (S_1) لغاز النشادر $(\text{NH}_3(g))$ نحل $1,2 \text{ L}$ منه في 500 mL من الماء المقطر .
- أذا حسب التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1) ، علماً أن الحجم المولي في شروط التجربة $V_p = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- يذكر مكتب للمعادلة الكيميائية للتفاعل النمذج للتحول الكيميائي الحاصل .
- 1- إن قياس pH للمحلول (S_1) في الدرجة 25°C أعطى القيمة 11.1 .
 - 2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .
 - 3- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f ، ماذا تستنتج ؟
 - 3- مكلف الأستاذة في حصة الأعمال للتجربة فوج من التلاميذ بتحضير محلول (S_2) حجمه $V = 50 \text{ mL}$ و تركيزه المولي $C_2 = 0,02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
 - 4- ما هي الخطوات العملية المتبعة لتحضير المحلول (S_2) ؟
 - 5- إن قيمة pH المحلول (S_2) المحضر تساوي 10,8 . احسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل .
 - 6- جد ما تأثير الحالة الابتدائية للجملة على نسبة التقدم النهائي للتفاعل ؟
 - 7- احسب قيمة ثابت الحموضة K_a للتشائية $(\text{NH}_4^+(aq)/\text{NH}_3(aq))$.

التمرين 5:

- نعير محلولاً (S_1) لغاز النشادر تركيزه المولي $C_1 = 0.10 \text{ mol / L}$ و قيمة الـ $\text{pH} = 11.1$.
- 1 - أكتب معادلة تفاعل غاز النشادر NH_3 مع الماء ؟ يعطى : $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ ؟
 - 2 - بين أن NH_3 لا يتفاعل كلياً مع الماء ؟
 - 3 - اقترح طريقة تمكن من تحضير محلول (S_2) لغاز النشادر حجمه $V_2 = 100 \text{ mL}$ و تركيزه المولي $C_2 = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol / L}$ وهذا إنطلاقاً من V_1 و (S_1) ؟
 - 4 - إذا كان pH المحلول (S_2) يساوي 10.8 عن 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- حمض محلولاً مائياً S_1 حجمه $V = 200 \text{ mL}$ لحمض البنزويك C_6H_5COOH بتركيز مولي

$$c_1 = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1} \quad \text{ثم نقيس } pH \text{ هذا المحلول فنجد } pH_1 = 3,1.$$

أ- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.

ب- أشرى جدولاً لتقدم هذا التفاعل.

ج- احسب نسبة التقدم النهائي τ_{∞} لهذا التفاعل . ماذا نستنتج؟

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

$$K_a \text{ يعطى بالعلاقة: } K_a = c_1 \times \frac{\tau_{\infty}^2}{1 - \tau_{\infty}} \text{ ثم احسب قيمته.}$$

2- نأخذ حجماً 20 mL من المحلول S_1 ونمكده 10 مرات بالماء فنحصل على محلول S_2 لحمض البنزويك

بتركيز مولي c_2 . ثم نقيس pH هذا المحلول فنجد $pH_2 = 3,6$.

أ- أثبت أن: $c_2 = 1,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$.

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

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

التمرين 7:

نعتبر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك حجمه $V = 100 \text{ mL}$ و تركيزه المولي $C = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$. نقيس

النقلية G لهذا المحلول في الدرجة $25^\circ C$ بجهاز قياس النقلية ، ثابت خلية $k = 1.2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ فكانت النتيجة

$$G = 1.92 \cdot 10^{-4} \text{ S}$$

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

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

3- أشرى جدولاً لتقدم التفاعل . عرف التقدم الأعظمي x_{max} و اشرح عنه بدلالة التركيز C للمحلول و حجمه V .

4- أضع عبارة النقلية النوعية σ للمحلول :

- بدلالة النقلية G للمحلول و الثابت k للخلية .

- بدلالة التركيز المولي λ لسوربات الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ ، و النقلية المولية الشاربية $\lambda(H_3O^+)$ و النقلية

المولية الشاربية $\lambda(CH_3COO^-)$ (نعمل التشرذم الذاتي للماء).

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

احسب قيمته .

ج) استنتج قيمة pH المحلول .

5) أوجد عبارة كسر التفاعل θ_{eq} في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة $\lambda[H_3O^+]$ و التركيز C للمحلول . ماذا

يمثل θ_{eq} في هذه الحالة ؟

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

يعطى:

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

$$\lambda(H_3O^+) = 35 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \quad \lambda(CH_3COO^-) = 4.1 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \quad K_e = 10^{-14}$$

التمرين 8:

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

1- اكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء .
2- أنشئ جدول تقدم التفاعل .

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

4- أعط عبارة ثابت التوازن للتفاعل ثم بين أنه يساوي القيمة: $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-3}$

5- نقيس عند الدرجة 25°C الناقلية النوعية لمحلول آخر لحمض الإيثانويك تركيزه $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/l}$

نجد: $\sigma = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ S/m}$

أ- اكتب عبارة $[\text{H}_3\text{O}^+]$ و $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ بدلالة الناقلية النوعية $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)$ و $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ و σ . ثم أحسب قيمتها

ب- بين أن نسبة التقدم النهائي $\tau_{\text{p}} = 1,25\%$.

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

د- من خلال قيم τ_{p} و K_1 و K_2 ما تستنتج ؟

- هل يتعلق ثابت التوازن K بالتراكيز الابتدائية.

- ما تأثير التراكيز الابتدائية على نسبة التقدم النهائي τ_{p} .

يعطى: $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,9 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$, $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

التمرين 9:

نقيس ناقليتي محلولين حمضيين (S_1) و (S_2) الأول لحمض الإيثانويك CH_3COOH والثاني لكبريت الهيدروجين

HCl ، لهما نفس التركيز $C_1 = C_2 = C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. ونفس الحجم $V_1 = V_2 = V = 1 \text{ L}$ نجد :

$$\sigma_{\text{HCl}} = 43,5 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1} + \sigma_{\text{H}_2\text{O}} = 15,6 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1}$$

$$\text{يعطى: } \lambda_{\text{H}_2\text{O}} = 35,9 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} + \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{Cl}^-} = 7,6 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (نذكر أن الحجم في عبارة الناقلية يؤخذ بالترتيب مكعب m)}$$

1- اكتب معادلة انحلال كل حمض في الماء .

2- أنشئ جدول التقدم الموافق لكل تفاعل واستنتج منه :

• التقدم النهائي τ_{p}

• نسبة التقدم النهائي τ_{p}

• 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 K_{a} للثنائية $(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-)$.

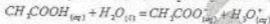
4- إذا علمت $\text{pKa}(\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-) = 3,8$ ، قارن بين الحمضين CH_3COOH و HCOOH

التمرين 10:

- 1- نأخذ محلولاً مائياً (S₁) لحمض البنزويك C₆H₅-COOH تركيزه المولي C₁ = 1.0 . 10⁻² mol/L . نقيس عند التوازن في الدرجة 25°C ناقليته النوعية فنجدها $\sigma = 0.86 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$.
- 1- أكتب معادلة التفاعل المتوازن لتحويل حمض البنزويك في الماء .
- 2- أنتش جدولاً لتقدم التفاعل .
- 3- أحسب التركيز المولية للأصناف الكيميائية المتواجدة في المحلول (S₁) عند التوازن .
تعطى الناقليته المولية للشاردة H₃O⁺ والشاردة C₆H₅COO⁻ :
- $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35.0 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ، $\lambda(\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-) = 3.24 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ (تعمل للشاردة الذاتي للماء) .
- 4- أوجد النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل . ماذا نستنتج ؟
- 5- أحسب ثابت التوازن الكيميائي K₁ .
- 11- نعتبر محلولاً مائياً (S₂) لحمض الساليسيليك ، الذي يمكن أن نرسم له (HA) ، تركيزه المولي C₁ = C₂ وله pH = 3.2 في الدرجة 25°C .
- 1- أوجد النسبة النهائية τ_f لتقدم تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء .
- 2- قارن بين τ_{1f} و τ_{2f} . استنتج أي الحمضين أقوى .

التمرين 11:

إنحلال حمض الإيثانويك CH₃COOH في الماء هو تحول كيميائي يتمذج بالتفاعل ذي المعادلة التالية:



- نقيس في الدرجة 25°C الناقليته النوعية للمحلول الذي تركيزه المولي الابتدائي $c_0 = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ، فنجدها $\sigma = 1.6 \times 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$.
- 1- حدد التناضات حمض / أساس المشاركة في هذا التحول .
- 2- أكتب صيغة ثابت التوازن الكيميائي K بدلالة c₀ و [H₃O⁺]_{eq} .
- 3- يعطى الشكل العام لعبارة الناقليته النوعية في شكل لعضة بدلالة التركيز المولية والناقليات النوعية المولية الشارديّة لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول بالصيغة: $\sigma(t) = \sum_{i=1}^{m+1} \lambda_i [x_i]$.
- أكتب العبارة الحرفية للناقليته النوعية $\sigma(t)$ للمحلول السابق ، ويعمل التمسك الذاتي للماء .
- 4- أنتش جدولاً لتقدم التفاعل الحادث .
5. أ. أحسب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند توازن الجملة الكيميائية .
ب- أحسب ثابت التوازن الكيميائي K .
ج- عين النسبة النهائية لتقدم τ_f . ماذا نستنتج ؟
المعطيات: $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35.9 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$; $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4.10 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$.

التمرين 12:

- دراسة التفاعل الحادث بين البرويونيك و الماء
نرسم إلى حمض البرويونيك C₇H₅-COOH بالرمز AH و لشاردة البرويونات C₇H₅-COO⁻ بالرمز A .
- نعتبر محلولاً لحمض البرويونيك حيث نهمل فيه تركيز شوارد الهيدروكسيد HO⁻ أمام بقية التراكيز الأخرى . وكذلك نأهملتها 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 $\lambda_1 = 35,0 \cdot 10^{-3} \text{ Sm}^2/\text{mol}$ ولليونيونات هي $\lambda_2 = 3,58 \cdot 10^{-3} \text{ Sm}^2/\text{mol}$. نسكب مقدار 0,10 mol من حمض البرويونيك النقي في الماء للحصول على 500 mL من محلول (S₀). نريد الحصول على محلول مخفف (S) حجمه V=1,00-L بتركيز $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ ما هو الحجم V_{هـ} الواجب أخذه من المحلول (S₀) ثم أذكر باختصار الخطوات المتبعة من أجل الحصول على المحلول (S).

- (1) اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث بين الحمض والماء.
- (2) اوجد جدول تطور تقدم التفاعل عن تحول $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ من حمض البرويونيك في حجم معين من الماء بحيث نحصل على حجم (3) $V=1,00 \text{ L}$ من المحلول (S) و ليكن X_{eq} التقدم عند التوازن.
- (4) اوجد العلاقة بين الناقلية النوعية σ للمحلول و الناقليتين الموليتين الشارديتين λ_1 ، λ_2 و الحجم V و التقدم X_{eq} عند التوازن.
- (5) قياس ناقلية المحلول يعطي القيمة $\sigma = 6,20 \cdot 10^{-3} \text{ S/m}$. اوجد القيمة العددية لـ X_{eq} . ثم قيمتي التركيزين $[H_3O^+]_{\text{eq}}$ و $[A^-]_{\text{eq}}$ عند التوازن.
- (6) ماهو تركيز حمض البرويونيك $[AH]_{\text{eq}}$ عند التوازن؟
- (7) أعط عبارة ثابت الحموضة Ka للناتية (AH/A⁻) ثم احسب قيمته. و استنتج الـ pKa لهذه الناتية.

التمرين 13:

يُعطى : كل المحاليل مغلقة في الدرجة 25°C ، $H = 1\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ، $O = 16\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ، $C = 12\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ، $\lambda_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 4,1\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ ، $\lambda_{\text{HCO}_3^-} = 35\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$

- I - لئلا في الماء العطر كمية مكافئة $m = 60 \text{ mg}$ من حمض الإيثانويك (CH₃COOH) ، ونحصل على محلول (S₁) حجمه $V_1 = 100 \text{ mL}$ وله $\text{pH} = 3,4$.
 - 1 - احسب التركيز المولي C₁ للمحلول (S₁) .
 - 2 - اكتب معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك والماء ، واشرح جدول التقدم لهذا التفاعل .
 - 3 - غير عن النسبة النهائية للتقدم τ بدلالة C₁ و pH ، ثم احسب قيمة τ ، واستنتج أن تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء محدود .
 - 4 - احسب ثابت التوازن K لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء .
- II - لدينا محلول آخر (S₂) لحمض الإيثانويك تركيزه المولي $C_2 = \frac{C_1}{10}$ وناقليته النوعية $\sigma = 4,8 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$.
 - 1 - اذكر باختصار كيفية تحضير حجم $V_2 = 50 \text{ mL}$ من المحلول (S₂) انطلاقا من المحلول (S₁) .
 - 2 - اكتب معادلة الناقلية النوعية للمحلول (S₂) بدلالة $[H_3O^+]$ ، $\lambda_{\text{HCO}_3^-}$ ، $\lambda_{\text{CH}_3\text{COOH}}$ ، ثم احسب التركيز المولي للشوارد الأوكسيديوم (S₂) في المحلول (S₂) .
 - 3 - احسب ثابت التوازن للتفاعل بين حمض الإيثانويك والماء في المحلول (S₂) ، علل يتعلق ثابت التوازن بالتركيز المولي للحمض ؟

التمرين 14:

حمض الميثانويك HCOOH أو حمض الأمل من وسائل النفاخ الذاتي للأمل ، يتميز ببعض الخواص المميزة له من أجل معرفة بعض هذه الخواص نقوم بمايلي :

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

أ / أكتب الكتلة m

ب / اكتب معادلة التفاعل الممنهج لتحويل حمض الميثانويك في الماء .

جـ / أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحادث .

2 - إن قياس الناقلية للدرجة المحلول S_1 أعطى القيمة $\sigma_{r1} = 0.05 \text{ s} \cdot \text{m}^{-2}$ عند الدرجة 25°C .

أ / اكتب عبارة: نسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_r بدلالة C_1 و $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ، و أكتب قيمته ، ماذا تستنتج ؟

ب / أكتب ثابت pK_a للتثاقب $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$.

3 - نحضر محلولاً آخر S_2 لحمض الميثانويك تركيزه $C_2 = 10 C_1$ (أكبر ب 10 مرات من تركيز المحلول S_1)

فتكون الناقلية النوعية له $\sigma_{r2} = 0.17 \text{ s} \cdot \text{m}^{-2}$.

أ / كيف تتغير النسبة النهائية لتقدم τ_r ؟ ب / هل يتغير الثابت pK_a ؟ برّر

يعطى عند 25°C : $\lambda(\text{HCOO}^-) = 5.46 \text{ ms} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35 \text{ ms} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$;

$M(\text{HCOOH}) = 46 \text{ g} / \text{mol}$

التمرين 15:

تؤخذ كل المحاليل في 25°C .

1- حضرن محلولاً S_1 لحمض الإيثانويك $\text{CH}_3\text{-COOH}$ تركيزه المولي $c = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ وله $\text{pH} = 3.4$.

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

ج- برهن أن $\text{CH}_3\text{-COOH}$ لا يتفاعل كلياً مع الماء .

د- أثبت أن K ثابت التوازن للتفاعل يعطى بالعلاقة: $K = \frac{\tau_r^2}{c(1-\tau_r)}$ ، ثم أكتب قيمته

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

2- في تجربة ثانية حضرن محلولاً S_2 لحمض الإيثانويك تركيزه المولي $c_2 = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

الناقلية النوعية له $\sigma = 5.0 \times 10^{-7} \text{ ms} \cdot \text{m}^{-2}$.

أ- أكتب التراكيز المولية لأنواع الشاردة المتواجدة في المحلول .

ب- أكتب τ_r و K .

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

ب- هل يتبقى ثابت التوازن K بالتراكيز المولية الابتدائية؟

يعطى:

$$\lambda_{\text{CH}_3\text{-COO}^-} = 4.1 \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 33.9 \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

التمرين 16:

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

المحلول S_1 : محلول حمض الأيتانويك CH_3COOH	المحلول S_2 : محلول أساسي لغاز ميثيل أمين CH_3NH_2
المحلول S_3 : محلول مادات البوتاسيوم $K^+ + OH^-$	المحلول S_4 : محلول حمض الأزوت $H_2O^+ + NO_3^-$

لقيس pH كل محلول و نسجل النتائج في الجدول التالي :

2	10,6	3,4	12	pH
				اسم المحلول

- حدث خلط لقيم الـ pH أثناء تسجيلها في الجدول ، أقتل الجدول مع وضع الإسم المناسب للمحلول لكل PH ، مبرراً اختيارك .
- اكتب معادلتى تفاعل كل من حمض الأيتانويك و محلول مادات البوتاسيوم .
- أصحب النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f في حالة المحلول S_4 . ماذا تستنتج ؟

التمرين 17:

محلول مائي S_0 لحمض الأيتانويك CH_3COOH ، حجمه V_0 و تركيزه المولي $c_0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

- اكتب معادلة التفاعل المتسوية لأحلال حمض الأيتانويك في الماء .
- أشرفه جدولا لتقدم التفاعل ، لرمز τ_f إلى تقدم التفاعل عند التوازن .
- اكتب معادلة كحل من

لنسبة التقدم النهائي τ_f و بدلالة c_0 و $[H_3O^+]_{eq}$.

ب- عكس التفاعل عند التوازن ، و يرون أنه يمكن صكاجته على الشكل :

$$Q_{rev} = \frac{[H_3O^+]_{eq}}{c_0 - [H_3O^+]_{eq}}$$

ج- أكتبيات النوصية τ_f عند التوازن بدلالة $\lambda_{CH_3COO^-}$ و $\lambda_{H_3O^+}$ و $[H_3O^+]_{eq}$. اعمل $[OH^-]_{eq}$ كإسم $[H_3O^+]_{eq}$ ثم أستخدم العلاقات المستنتجة سابقا ، أكتب الجدول التالي

المحلول	c (mol.L ⁻¹)	σ_{sp} (S.m ⁻¹)	$[H_3O^+]_{eq}$ (mol.L ⁻¹)	τ_f (%)	Q_{rev}
S_0	$1,0 \times 10^{-2}$	0,016			
S_1	$5,0 \times 10^{-2}$	0,036			

علمان $\lambda_{H_3O^+} = 35,0 \text{ mS.m}^2 \text{ mol}^{-1}$; $\lambda_{CH_3COO^-} = 3,6 \text{ mS.m}^2 \text{ mol}^{-1}$
 نه استنتج تأثير التركيز المولي للمحلول على كحل من :
 - نسبة التقدم النهائي τ_f . - عكس التفاعل عند التوازن Q_{rev} .

التمرين 18:

محلول مائي لحمض الأيتانويك CH_3COOH تركيزه C مقنرا بالوحدة (mol.L⁻¹) .
 - اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنذج للتحول الكيميائي الحاصل بين حمض الأيتانويك و الماء .

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

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

أ/ أكمل الجدول السابق. ب/ امل الجدول $A = f(B)$.
 ج/ استخرج ثابت الحموضة K_a للنشائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .

التمرين 19:

- 1- نعتبر محلولاً لحمض كلور الإيثانويك $CH_2ClCOOH$ حجمه $V = 20 \text{ mL}$ وتركيزه $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و $\text{pH} = 2.4$.
 أ- اكتب معادلة تفاعل الحمض مع الماء.
 ب- ملئ جدول التقدم ثم عين من خلاله التقدم الأعظمي x_{max} لهذا التفاعل.
 ج- عين التقدم النهائي x_f والنسبة النهائية لتقدم.
 د- تأكد من أن التفاعل غير تام بطريقتين.
 2- نحضر محلولاً لحمض الإيثانويك حجمه $V = 1 \text{ L}$ وتركيزه المولي $C = 10^{-3} \text{ mol/L}$. نقيس الناقلية النوعية لهذا المحلول فتجد $S/m = 4.9 \cdot 10^{-3}$.
 أ- اكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء المقطر.
 ب- ملئ جدول التقدم ثم عين من خلاله التقدم الأعظمي x_{max} لهذا التفاعل.
 ج- أوجد نسبة التقدم النهائي τ_f . ماذا نستنتج؟
 يعطى: $\lambda(H_3O^+) = 35 \cdot 10^{-3} \text{ Sm}^2/\text{mol}$ ، $\lambda(CH_3COO^-) = 4.1 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$.
 3- تشكل مزيج يتكون من 2 mol من حمض عضوي $RCOOH$ و 2 mol من كحول $R'OH$ ثم نوفر الظروف 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 للتفاعل 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- تشكل مزيج آخر يتكون من 4 mol من كحول آخر $R''OH$ و 4 mol من الحمض العضوي السابق ثم نوفر الشروط الملائمة لحدوث التفاعل . إذا كان ثابت التوازن الكيميائي للتفاعل في هذه الحالة هو $K = 4$. أوجد مقدار التقدم النهائي x_f .

التمرين 20:

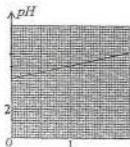
نريد دراسة التفاعل بين 0.1 mol من شوارد الإيثانوات CH_3COO^- مع 0.1 mol من حمض الميتانويك $HCOOH$ الذي يتم التفاعل وفق المعادلة:



- 1- قدم جدول التقدم لهذا التفاعل.
 2- عين كسر التفاعل الابتدائي Q_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 ج- 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- اثنى جدول التقدم لهذا التفاعل .

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

د- بين أن pH المحلول S_0 يُسمى بالعبارة:

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

2. لفرض تحديد التركيز المولي C_0 لهذا الحمض و التعريف على

مهيئته، نُحَظِّبَر مجموعة محاليل ممتدة مختلفة للتركيز المولية انطلاقا من المحلول S_0 .

قياس 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 الموصولة K_a للتثائية (HA/A^-) .

ج- حدد النوع الكيميائي الغالب في محلول الحمض HA من أجل $\tau_f = 0.7$.

د- اعطى قياس pH لأحد المحاليل الممتدة بـ 160 مرة القيمة $pH = 4.2$. احسب قيمة التركيز المولي C_0 .

هـ- يُبين 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 الدرجة $25^\circ C$
pK_a	4,8	3,8	4,2	

التمرين 22:

في حصة الأعمال تطبيقية، طلب الأستاذ من تلامذته تحضير محاليل مائية لأحد الأحماض السالبة HA بتركيز مولية مختلفة وقياس pH كل محلول في درجة الحرارة $25^\circ C$ ، فكانت النتائج كالتالي:

- 1) أعط بروتوكولا تجريبيا توضح فيه كيفية تحضير محلولوا للحمض الصلب HA تركيزه المولي c وحجمه V .
- 2) حرّف الحمض HA حسب برونشت و اكتب معادلة تفاعله مع الماء .
- 3) اكمل الجدول السابق .
- 4) جد عبارة pH للمحلول المائي للحمض HA بدلالة الثابت pK_a للتثية (HA/A^-) .

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

$c(\text{mol/L})$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
pH	3,10	3,28	3,65	3,83	4,27
$[H_2O^+]_{\text{eq}} (\text{mol} \cdot L^{-1})$					
$[A^-]_{\text{eq}} (\text{mol} \cdot L^{-1})$					
$[HA]_{\text{eq}} (\text{mol} \cdot L^{-1})$					
$\text{Log} \frac{[A^-]_{\text{eq}}}{[HA]_{\text{eq}}}$					

ب- حدد بوابنا قيمة التايك pK_a للثنائية (HA / A^-) ثم استنتج صيغة لحمض 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:

1- نحضر محلولاً مائياً لحمض البنزويك $HCOOH$ حجمه V وتركيزه المولي $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$ وله $pH = 2,9$ عند الدرجة $25^\circ C$.

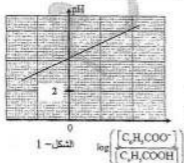
1- اكتب معادلة انحلال حمض البنزويك في الماء واذكر الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل.

2- أشر إلى جدول تقدم التفاعل.

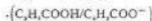
3- احسب نسبة التقدم النهائي τ_r للتفاعل. ماذا تستنتج؟

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

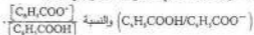
II- نحضر حصة محاليل من حمض البنزويك C_6H_5COOH مختلفة التركيز C ونحسب في كل مرة النسبة $\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$ لترسم البيان $(\log \frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]})$ - الشكل I-.



1- اكتب عبارة K_a ثابت الحموضة للثنائية



2- أوجد علاقة pH المحلول بدلالة pK_a للثنائية



3- اعتمدا على البيان، استنتج قيمة الثابت pK_a



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

التمرين 24:

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

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

نحضر منه محلولاً مائياً (S_1) حجمه $V_1 = 90 \text{ mL}$ ، تركيزه المولي $c_1 = 0,01 \text{ mol/L}$ المطلقا من محلوله التجاري ذي التركيز $c_p = 0,025 \text{ mol/L}$.

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

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

- حواملات عيارية (50 mL , 100 mL , 500 mL)

- ماصات عيارية (5 mL , 10 mL , 20 mL)

ج. ماذا يعني مصطلح "عيارية" المقترن بالماصات والحواملات المذكورة في السؤال 1-ب؟

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

أ. اكتب معادلة تشرّد حمض البنزويك في الماء موضحا الثنائيين أساس/حمض المشاركين في هذا التحول.

ب. احسب كسر التفاعل النهائي Q_r .

3- تسكب 10 mL من المحلول (S_1) في بيشر ونضع هذا الأخير فوق مخلوط مغناطيسي ونضيف له كل مرة حجما

من الماء ثم نقيس pH المحلول الناتج فنحصل على النتائج المبينة في الجدول التالي:

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

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

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

التمرين 25:

نخرج حجما $V_1 = 30 \text{ mL}$ من محلول كبريتيد الصوديوم ($2Na^+ + SO_3^{2-}$) تركيزه المولي

$C_1 = 0,10 \text{ mol/L}$ وحجما $V_2 = 30 \text{ mL}$ من محلول حمض الإيثانويك تركيزه المولي

$C_2 = 0,10 \text{ mol/L}$.

1 - اكتب معادلة التفاعل الحادث؟

2 - قدم جدولا لتقدم التفاعل؟

3 - احسب Q_r ؟

4 - عبر عن Q_r بدلالة τ (عند حالة التوازن)

5 - علما أن ثابت التوازن المواق للتفاعل $K = 251$. إستنتج τ في الشروط التجريبية؟

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

التصميم 26:

- أدريا حويطة تحتوي على كاشف ملون مجهول تركيزه المولي $C_0 = 2.90 \times 10^{-4} \text{ mol / L}$ نقيس pH له فجدد
 4.18 يمكن أن ندرج للتانية الموافقة للكاشف (HIn / In^-) محلول الكاشف حضر من الصفة الحمضية HIn للتانية
 1- أكتب معادلة تفاعل HIn مع الماء ؟
 2- عين K_a في المحلول ؟
 3- باعتبار حجم $V = 100 \text{ mL}$ من محلول الكاشف .
 عين النسبة النهائية لنظم التفاعل HIn مع الماء ؟ هل نشود الحمض كلياً ؟ برر إجابتك ؟
 4- عين عبارة ثابت الحموضة K_a الموافقة للتانية ؟
 5- بعد حساب التراكيز المولية لكل الأنواع المتواجدة
 عند حالة التوازن تأكد أن $K_a = 1.95 \times 10^{-5}$

التصميم 27:

- PH لمحلول S من الشاشير NH_3 ذو التركيز المولي $C = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ هو 10,4
 1- الأشارير حمض أم أساسي ؟ عالج
 2- أكتب معادلة التفاعل الحادث بين NH_3 والماء وعبر عن الثابت التوازن K لهذا التفاعل
 3- عبر عن ثابت الحموضة K_a للشاشير حمض أساسي التي ينتمي إليها الشاشير.
 4- أنشأ العلاقة بين K_a و K_b و K_w
 5- أنشأ جدول تقدم الجملة من أجل حجم المحلول V واستنتج العلاقة بين $[\text{HO}^-]_{\text{eq}}$ و $[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}}$ والعلاقة بين C و $[\text{NH}_3]_{\text{eq}}$ و $[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}}$
 6- عين القيمة العددية لتركيز $[\text{HO}^-]_{\text{eq}}$ و $[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}}$ و $[\text{NH}_3]_{\text{eq}}$. واستنتج قيمة K_a
 7- استنتج قيم K_a و PK_a . الجداء الشاردي للماء عند 25°C : $K_w = 10^{-14}$

التصميم 28:

- pH محلول S للأمونيك NH_3 تركيزه $e = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ هو $\text{pH} = 10,4$
 1- هل الأمونياك حمض أم أساسي ؟ 2- أكتب معادلة التفاعل بين الأمونياك والماء ثم عبر عن ثابت التوازن K لهذا التفاعل
 3- عبر عن ثابت الحموضة K_a للشاشير التي ينتمي إليها الأمونياك . هل توجد العلاقة بين K_a و K_b و K_w
 4- أنشأ جدول تقدم الجملة من أجل حجم V للمحلول . استنتج العلاقة بين $[\text{HO}^-]_{\text{eq}}$ و $[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}}$ وكذا العلاقة بين $[\text{NH}_3]_{\text{eq}}$ و C
 5- حدد القيمة العددية للتركيز $[\text{HO}^-]_{\text{eq}}$ و $[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}}$ و $[\text{NH}_3]_{\text{eq}}$. استنتج قيمة K_a
 6- استنتج قيمة K_a و PK_a . تعطي : الجداء الشاردي للماء عند 25°C هو $K_w = 10^{-14}$

- نظير محلول (S_1) لغاز الشاشير تركيزه المولي $C_1 = 0,10 \text{ mol/L}$ و pH له $\text{pH} = 11,1$
 1- أكتب معادلة تفاعل غاز الشاشير NH_3 مع الماء . 2- بين أن NH_3 و V يتفاعل كلياً مع الماء .
 3- اقترح طريقة تمكن من تحضير محلول (S_2) لغاز الشاشير حجمة $V_1 = 100 \text{ ml}$ وتركيزه المولي $C_2 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$
 و هذا يتفاعل من V_1 و (S_1) . 4- إذا كان pH المحلول (S_2) يساوي 10,8 عين النسبة النهائية للنظم في المحلول (S_2)
 5- ملاحظتك اللون عن تأثير عملية التمدد على تفاعل NH_3 مع الماء ؟ يعطى الثابتية : $(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3)$

- نظير محلول $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ من الأمونياك NH_3 في 1 L من الماء . الثابتية النوعية للمحلول الناتج تساوي إلى $\sigma = 3,23 \text{ mS/cm}$
 1- أكتب معادلة تفاعل غاز الشاشير NH_3 مع الماء . 2- أكتب معادلة تفاعل الأمونياك مع الماء .
 3- أنشأ جدول تقدم . 4- احسب التقدم الأعظمي للحمض لهذا التحول .
 5- احسب نسيب القيمة العددية النوعية σ للمحلول ، احسب تركيز تونر الهيدروكسيد في المحلول .
 6- احسب النسبة النوعية لثورة الأيونات الموجودة في المحلول . 7- احسب التقدم النهائي لهذا التحول .
 7- احسب نسبة التقدم النهائي لهذا التحول .
 تعطي : $\lambda(\text{HO}^-) = 20 \text{ mS} \cdot \text{m}^2/\text{mol}$ ، $\lambda(\text{NH}_4^+) = 7,34 \text{ mS} \cdot \text{m}^2/\text{mol}$

التمرين 29:

تؤخذ كل المعاليل في 25°C .

يُحضَّر محلولاً S حجمه 500 mL بحدل كتلة m من حمض البنزويك اللقي $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ في الماء.

1- اكتب معادلة انحلال حمض البنزويك في الماء.

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

3- نعاير حجماً $V_0 = 20\text{ mL}$ من محلول حمض البنزويك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم

$(\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}))$ تركيزه المولي $c_0 = 0,2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. المنحنى البياني (الشكل-2) يعطي

تطور pH المزيج بدلالة حجم الأساس المضاف V_0 .

أ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

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

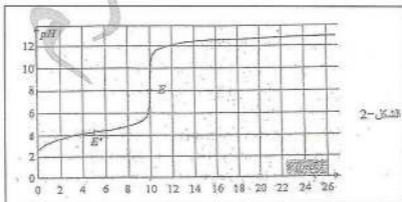
ج- جد التركيز المولي c_0 لحمض البنزويك.

د- احسب الكتلة m من البنزويك اللقي المستعملة لتحضير المحلول S .

هـ- جد قيمة K_a للتثاينة $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}(\text{aq})/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-(\text{aq})$

و- ما النوع الكيميائي الذي تشكل الصفة الناتجة في المزيج التفاعلي عند $\text{pH} = 6,0$ ؟

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



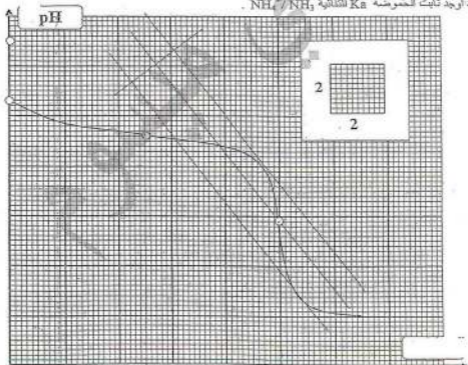
التمرين 30:

نضع في كأس بيشر محلولاً للشادز حجمه $V_1 = 20 \text{ mL}$ وتركيزه الإبتدائي $C_1 = 0.1 \text{ mol/L}$ ونضع في سحلمة مندرجة محلولاً لحمض كلور الماء تركيزه الإبتدائي C_2 . نسجل قيمة pH المزيج الإبتدائي ثم نسكب تدريجياً 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 $\text{pH} = f(V_2)$ الذي يعبر عن تغيرات pH المزيج بدلالة حجم الحمض المضاف ، فنحصل على البيان الموضح في الشكل الآتي :

- 1- معادلة التفاعل المتمدج للتفاعل المعيارية .
- 2- أذكر التناوتات (أساس/حمضين) الداخلة في التفاعل .
- 3- استنتج من البيان إبتدائيتي كل من نقطة إلتكافز ، و نصف إلتكافز و كذا قيمة pH المجلول الحمضي قبل المعيارية .
- 4- من النتائج المتكتميل عليها :
 !- ما هي طبيعة معادل الملح الناتج عند إلتكافز .
 !- من بين الكواشف التي تضمنها للجدول التالي ما هو أصعب كاشف لهذه المعيارية ؟

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

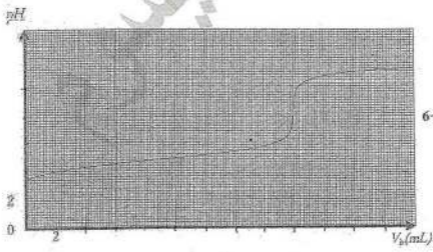
إ- لوجد التركيزات -
 د- أوجد ثابت الحموضة K_a للتثائية $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$.



التمرين 31:

- اكتب على قارورة ما يلي: محلول حمض الإيثانويك CH_3COOH ، تركيزه المولي c_0 .
- 1- بهدف تحديد التركيز المولي لمحلول حمض الإيثانويك، قيس الـ pH له فوجد $3,8$ في درجة الحرارة $25^\circ C$.
 - أ- اكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء.
 - ب- اكتب معادلة نسبة التقدم عند التوازن بدلالة c_0 و $[H_3O^+]_{eq}$.
 - ج- استنتج التركيز المولي للمحلول عند انحلال حمض الإيثانويك c_0 ، علماً أن: $\alpha_{eq} = 0,0158$.
 - 2- بهدف التأكد من قيمة c_0 ، نعاير حجماً $V_0 = 18 mL$ من محلول حمض الإيثانويك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم، تركيزه المولي: $c_1 = 1,0 \times 10^{-2} mol/L$. استعمل تجهيز *ExAO* مكن من الحصول على (الشكل-6).
 - أ- أنشئ جدولاً لتقدم تفاعل المعايرة.
 - ب- جد إحداثيتي نقطة التكافؤ (V_{eq}, pH_E) ، ثم احسب c_0 .
 - 3- عند إضافة حجم: $V_0 = 9 mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم، نجد pH المزيج هو $4,8$.
 - أ- عثر من النسبة: $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ بدلالة pH و pKa ، ثم احسبها.
 - ب- عثر عن النسبة السابقة بدلالة تقدم التفاعل x ، ثم استنتج قيمة x .
 - ج- احسب النسبة النهائية للتقدم α ، ماذا نستنتج ؟

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



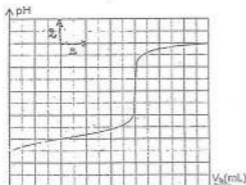
التمرين 32:

يتكون مشروب غازي من غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 منحل في الماء والسكر وحمض البنزويك ذو السيفتة C_6H_5COOH وريد أهد التلاميذ إجراء عملية معايرة لمعرفة التركيز المولي C_0 للحمض في هذا المشروب، ولأجل ذلك يأخذ منه حجما قدره $V_0 = 50 \text{ mL}$ بعد إزالة غاز CO_2 عن طريق رجحه جيدا ويضعه في بيشر ثم يعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم (Na^+, OH^-) ذي التركيز المولي $C_0 = 0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$.

1- من أجل كل حجم V_0 هيدروكسيد الصوديوم المضاف يسجل التلميذ في كل مرة قيمة pH للمحلول عند الدرجة $25^\circ C$ باستخدام مقياس الـ pH . متر فتممكن من رسم المنحنى البياني $pH = f(V_0)$ (الشكل 1).

باعتبار حمض البنزويك الحمضي الوحيد في المشروب الغازي.

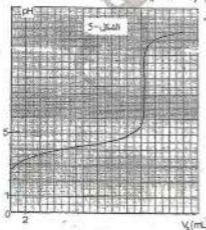
أ- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل لتمزج التحول الكيميائي الحاصل خلال المعايرة.



- ب- حدد بيانيا إمدانتي نقطة التكافؤ E .
- ج- أستنتج التركيز المولي C_0 لحمض البنزويك.
- 2- من أجل حجم $V_0 = 10 \text{ mL}$ هيدروكسيد الصوديوم المضاف.
- أ- اثنى جدولاً لتقدم التفاعل.
- ب- أوجد كمية مادة كل من شوارد البنزواتوم (H_3O^+) و (OH^-) و جزيئات حمض البنزويك المتبقية في الوسط التفاعلي ستمينا بجدول التقدم.
- 3- مامو الكاشف المناسب لمعرفة نقطة التكافؤ من بين الكاشفات المتكشورة في الجدول أدناه مع التعليل؟

التمرين 33:

معاير حجما: $V_0 = 20 \text{ mL}$ من محلول مالي فمقت لحمض البنزويك C_6H_5COOH ، تركيزه المولي C_0 الأباتي C_0 بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي: $C_0 = 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ، وحجمه V_0 ، النتائج المنحصلة عليها مكنت من رسم البيان: $pH = f(V_0)$ (الشكل 5).

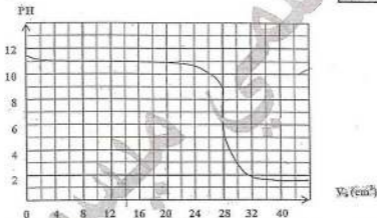


- 1- ارسم بشكل تخطيطي التركيب للجزيي لعملية المعايرة.
- 2- بئن كيف يمكن تحقيق قياس الـ pH لمحلول.
- 3- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.
- 4- حدد بيانيا:
 - أ- إمدانتي نقطة التكافؤ E ، ثم احسب C_0 .
 - ب- قيمة الـ pKa للحمض: $C_6H_5COOH(aq) / C_6H_5COO^-(aq)$
 - ج- قيمة الـ pH من أجل: $V_0 = 0$.
 - بين أن حمض البنزويك حمض ضعيف.

التمرين 34:

- I. الايثيل أمين ($C_2H_5-NH_2$) أساس ضعيف : ذوب كمية منه في الماء المقطر ، فتحصل على محلول مائي (S).
1. عرف الأساس الضعيف
 2. اكتب معادلة تفاعل الأمين مع الماء.
- II. نضع في بيشر حجما $V_B = 40\text{cm}^3$ من المحلول المائي (S) و نضيف إليه بالتدريج محلولاً من حمض كلور الماء تركيزه $C = 10^{-4}\text{mol.L}^{-1}$. البيان المعطى في الشكل (01) يمثل تغيرات PH المحلول في البيشر بدلالة حجم حمض كلور الماء المضاف .
1. اكتب معادلة التفاعل الحادث.
 2. بالاعتماد على البيان :
 - أ- استنتاج ابتدائي لنمط التناقل.
 - ب- استنتاج قيمة الـ pK_a للتناقلية (أساس/حمض) المعقّرة.
 - ج- أصعب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول المائي (S) الابتدائي.

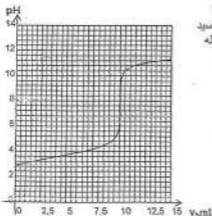
الشكل (01)



التمرين 35:

- جميع المحاليل مأخوذة عند الدرجة 25°C حيث $K_w = 10^{-14}$.
- يعطى $K_a(\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-) = 1,78 \cdot 10^{-4}$ ، $pK_a(\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-) = 3,8$
- *1- نعتبر محلولاً مائياً (S_A) لحمض الميتاويك HCOOH تركيزه C_A وله $\text{pH} = 2,9$.
- 1-1 : اكتب معادلة تفاعل HCOOH مع الماء وبين التناقلين أساس/حمض المشاركين في التفاعل .
 - 2-1 : اكتب جدول التقدم للتفاعل .
 - 3-1 : بين أن نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل تكتب على الشكل :

$$\tau = \frac{1}{1 + 10^{pK_a - \text{pH}}}$$
 - 4-1 : استنتج تركيز المحلول (S_A) .



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

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

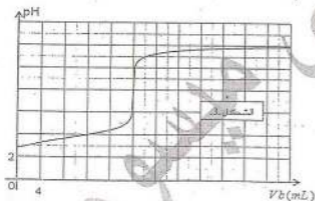
3- استنتج التركيز C_A للمحلول (S_A) . هل النتيجة توافق ما تم التوصل إليه سابقا .

4- احسب كمية شوارد الهيدروكسيد (OH^-) في الخليط عند إضافة ($V_B = 5\text{ mL}$) من المحلول الأساسي ثم احسب قيمة التقدم النهائي τ للتفاعل ، علماً تستنتج ؟

5- حدد الأفراد المتواجدة في الخليط ، احسب تراكيزها من أجل $\text{pH} = 3,8$.

التمرين 36:

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



التجربة الثانية: نأخذ حجما $V_1 = 20 \text{ mL}$ من المحلول الممدد (S_1) ونعايره بمحلول مائي لهدروكسيد الصوديوم ($\text{Na}^+ (aq) + \text{HO}^- (aq)$) تركيزه المولي $C_0 = 0,02 \text{ mol/L}$. أعطت نتائج المعايرة البيان (الشكل 3) .

1. اشرح باختصار كيفية تمديد المحلول (S_0) وما هي الزجاجات الضرورية لذلك؟
2. اكتب معادلة التفاعل المتوخى للمحلول الكيمياء الحادث أثناء المعايرة .

3. عين بيانياً إحداثي نقطة التكافؤ واستنتج التركيز المولي للمحلول الممدد (S_1) .

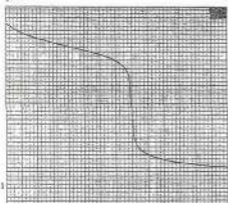
4. ابرهن بالاعتماد على البيان القيمة التقريبية لثابت الحموضة K_A للثنائية: $(\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-)$.
5. استنتج قيمة التركيز المولي للمحلول الأساسي (S_0) .

التمرين 37:

نحضر محلولاً مائياً (S) للنشادر، NH_3 ، حيث تأخذ منه حجماً $V_0 = 40 \text{ mL}$ ونضعه في بيشر، ونملأ تسليحة بواسطة مطول مائي لحمض كلور الهيدروجين (H_3O^+, Cl^-) تركيزه المولي $C_0 = 0,05 \text{ mol/L}$.

سجل pH المزيج بعد كل إضافة من السليحة ونمثل بيانياً $pH = f(V_0)$.

pH



- 1 - عند ابتدائي نقطة التكافؤ، مبيتا الطريقة المتبعة.
- ما طبيعة المزيج عند نقطة التكافؤ (حمضي، أساسي، أم معتدل)؟ وما تسبب ذلك؟
- 2 - احسب التركيز المولي C_0 للنشادر (S).
- 3 - استنتج من البيان pK_a للتفاعلة NH_4^+ / NH_3 ، مبيتا الطريقة المتبعة.
- 4 - اكتب معادلة تفاعل المعايرة، ثم أنشئ جدول القيم عند نقطة التكافؤ.
- (ب) احسب كمية مادة H_3O^+ عند التكافؤ.
- (ج) احسب التركيز المولي لحمضات NH_4^+ عند التكافؤ.

التمرين 38:

نحضر محلولاً (S) لحمض الإيثانويك (CH_3COOH) لهذا الغرض نحل مكبنة m في حجم قدره 100 mL من الماء المثلر. نقيس pH المحلول (S) بواسطة مقاييس الـ pH متر عند الدرجة $25^\circ C$ فكانت قيمته $3,4$.

1. اكتب معادلات التفاعل للتمذج التحول الكيميائي الحادث.
2. أ. أنشئ جدولاً لتقدم التفاعس الكيميائية.
- ب. اوجد قيمة التقدم النهائي x_f .
- ج. إذا علمت أن نسبة التقدم النهائي $\tau_f = 0,039$ ، بين أن قيمة التركيز المولي $C = 10^{-3} \text{ mol/L}$ تم استنتاج m قيمة المكبنة للمحللة في المحلول (S).

3. احسب كسفر التفاعل الإبتدائي τ_i وكسفر التفاعل عند التوازن τ_f مابص جهة تطور الجملة الكيميائية.

4. بهدف التأكد من قيمة التركيز المولي C للمحلول (S)، نعاير حجماً $V_0 = 10 \text{ mL}$ منه بواسطة محلول أساسي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq) + HO^-(aq))$ تركيزه المولي $C_0 = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ فيحدث التكافؤ عند إضافة حجم $V_{eq} = 25 \text{ mL}$ من المحلول الأساسي.
- أ. اذكر البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة.
- ب. اكتب معادلات التفاعل للتمذج لهذا التحول.

ج. احسب قيمة التركيز المولي C للمحلول (S) قارننا مع القيمة للمحلة سابقاً.

د. ماهي قيمة pH للمزيج لحظة إضافة 5 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم؟

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

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

التمرين 39:

يعتري الحليب على حمض اللاكتيك (حمض اللبن) الذي تزداد كميته عندما لا تحترم شروط الحفظ، ويكون الحليب غير صالح للاستهلاك إذا زاد تركيز حمض اللاكتيك فيه عن $2.4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
لصيغة الكيميائية لحمض اللاكتيك هي $(\text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{COOH})$ ونرمز لها اختصاراً (HA) .
أثناء حصة الأعمال المخبرية، طلب الأستاذ من تلميذين تحقيق معايرة عينة من حليب قصد معرفة مدى صلاحيتها.

التجربة الأولى : أخذ التلميذ

الأول حجماً $V_0 = 20 \text{ mL}$ من

الحليب وعابره بمحلول

هيدروكسيد الصوديوم (محلول

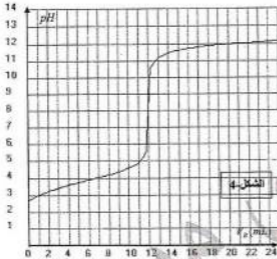
الصود) تركيزه المولي

متبقياً $C_0 = 5.0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

تغيرت pH المزيج بواسطة

pH متر، فتحصل على

المنحنى الممثل في الشكل-4.



التجربة الثانية : أخذ التلميذ

الثاني حجماً $V_0 = 20 \text{ mL}$ من

الحليب ومدده بالماء المقطر لي

أن أصبح حجمه 200 mL ثم

عابره المحلول الناتج بمحلول

الصود السابق مستعملاً كثافتها

مولياً مناسباً، فلاحظ أن لون

الكاشف يتغير عند إضافة حجم من الصود قدره $V_e = 12.9 \text{ mL}$.

1- اكتب معادلة التفاعل الممنذج لعملية المعايرة.

2- ضع رسماً تخطيطياً للتجربة الأولى.

3- لماذا أضفنا التميذ الماء في التجربة الثانية ؟ هل يؤثر ذلك على نقطة التكافؤ؟

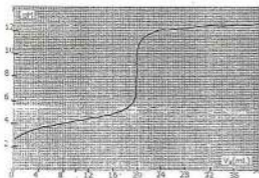
4- عين التركيز المولي لحمض اللاكتيك في الحليب المعايير في كل تجربة. ماذا تستنتج عن مدى

صلاحية الحليب المعايير للاستهلاك؟

5- برأيك، أي تجربة أكثر دقة؟

التمرين 40:

- تريد دراسة بعض عوامل السطوح المائية لحضن اللؤلؤ في حمض البيتاويك ذي الصيغة HCOOH .
- (1) تضع حجماً $V_0 = 2 \text{ mL}$ من حمض اللؤلؤ ذي التركيز C_0 في حجرة ذي الحجم $V = 100 \text{ mL}$ ثم تملأها بالماء المقطر حتى ليرتفع السطح إلى $\sigma = 0.2 \text{ Sm}^{-2}$.
 - (2) حدد العلاقة بين التركيزين C_0 و C_1 .
 - (3) احسب قيمة H^+ السطوح S_0 ثم حدد النوع المهيمن.
 - (4) اوجد نسبة التناقص النهائي بثلاثة تركيز شوارد الأيونات H_2O^+ عند التوازن والتركيز C_0 .



(1) نعاير حجماً $V_B = 20 \text{ cm}^3$ من محلول S_1 بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_0 = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. يسطر المنحنى أسفله تغيرات pH بدلالة الحجم V_B لمحلول هيدروكسيد الصوديوم المنضد.

(1) ما هو البروتون المتجزي الذي يمكن من إحدار هذه المعايرة.

(2) اكتب معادلة التفاعل المعتمد.

(3) حدد بيانيا نقطة التكافؤ ثم استنتاج قيمة التراكيزات C_0 و C_1 .

(4) باستعمال الجدول أسفله، حدد التكلفة المثلث المناسب لتعبئة نقطة التكافؤ.

(5) أورد في الجدول أسفله التراكيز النسبية المتناظر $\text{pH} = 3,4$ ؟

$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 5,46 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ، $\lambda_{\text{HCO}_3^-} = 35 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

التمرين 41

نحضر محلولاً (S) لحمض الإيثانويك CH_3COOH حجمه V ، تركيزه المولي: $c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

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

1- اكتب معادلة التفاعل المتنتجة لإحلال حمض الإيثانويك في الماء.

2- جذ عبارة $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]$ في المحلول (S) بدلالة σ و $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$ و $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ حيث: λ الناقلية

النوعية المولية الشارديّة، ثمّ اكتبه.

3- بين أن قيمة الـ pH للمحلول هي 3,4.

4- نعاير حجماً V_B من المحلول السابق (S) بواسطة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم

$c_0 = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ تركيزه المولي: $(\text{K}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}))$.

قبل عملية المعايرة، كانت النسبة: $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})]}{[\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})]} = 41,43 \times 10^{-2}$ ، و أثناء المعايرة عند إضافة

حجم: $V_B = 10 \text{ mL}$ ، أصبحت النسبة: $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})]}{[\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})]} = 1$.

أ- استنتج قيمة ثابت الحموضة الناقلية: $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) / \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$.

ب- احسب قيمة V_B .

المعطيات: $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ، $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4,1 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

التمرين 41

حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ يستعمل كمادة حافظة في بعض المواد الغذائية وخاصة المشروبات الغازية.

المعطيات:

$\lambda_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = 35 \times 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ،

$\lambda_{(\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-)} = 3,24 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 122 \text{ g/mol}$



1. دراسة تفاعل حمض البيزويك مع الماء :

نعتبر محلولاً مائياً (S) لحمض البيزويك تركيزه المولي $C = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ وحجمه $V = 200 \text{ mL}$.
أعلى قياس تافلية المحلول القيمة : $\sigma = 2,03 \times 10^{-2} \text{ s.m}^{-1}$.

1. اكتب معادلة تفاعل حمض البيزويك مع الماء وأعط الثابتين (أساس/حمض) الدائليتين في التفاعل.
2. أنشئ جدول تقدم التفاعل.
3. أوجد عبارة x_i بدلالة V ، σ ، $\lambda(C_6H_5COO^-)$ ، $\lambda(H_2O^+)$ ثم أكتب قيمته.
4. أكتب pH المحلول (S) ثم استنتج نسبة تقدم التفاعل τ .

$$5. \text{ بين أن كسر التفاعل عند التوازن يعطى بالعلاقة : } Q_{rf} = \frac{x_i^2}{V(CV - x_i)}$$

6. ماذا يمثل Q_{rf} ؟

7. تأكد أن $pK_a = 4,2$ للتكافئة $(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-)$

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

تشير بطاقة ملصقة على فلاوة مشروب غازي إلى وجود $0,15 \text{ g}$ من حمض البيزويك في لتر واحد من المشروب. لتأكد من صحة هذه المعلومة نأخذ حجماً $V_0 = 50 \text{ mL}$ من المشروب بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_0 = 10^{-2} \text{ mol/L}$.

1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة الخاصة.
2. أعط عبارة ثابت التوازن بدلالة pK_a و pK_e ، ثم أكتب قيمته و ماذا نستنتج ؟ $(K_e = 10^{-14})$
3. عرف نقطة التكافؤ حمض - أساسية ، ثم أوجد علاقة التكافؤ (استعمل جدول التقدم في حالة التكافؤ).
4. عند إضافة $V_0 = 3 \text{ mL}$ من المحلول الأساسي كان pH المزيج المحصل عليه هو : $pH = 4,2$
 - أ. ماذا تمثل هذه النقطة بالنسبة للمعايرة ؟ استنتج V_{eq} و أكتب C_0 .
 - ب. أكتب قيمة m كتلة حمض البيزويك الموجودة في الحجم $V_0 = 1 \text{ L}$ من المشروب.
 - ج. هل توافق هذه النتيجة القيمة المشعل إليها في الملصقة ؟

الجزء الثاني:

نم نحضر 1 L من محلول حمض البرويونيك $(C_6H_5 - COOH)$ بإضافة كمية من الحمض في الماء .

- 1 - اكتب معادلة انحلال حمض البرويونيك في الماء ، ما هو الأساس الموافق لهذا الحمض ؟
- 2 - إذا كان pH المحلول الحمضي في (25°C) يساوي $3,1$ وقيمة pK_a للتكافؤ حمض/أساس تساوي $4,9$.

$$A) \text{ أكتب النسبة } \frac{[C_6H_5 - COO^-]}{[C_6H_5 - COOH]}$$

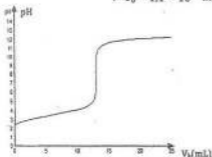
- ب) أكتب تراكيز مختلف الأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول.
- 3 - نصف للمحلول السابق حجماً V من محلول الصود $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه $C_0 = 0,1 \text{ mol/L}$ فكان pH المحلول الناتج هو $4,9$.

$$A) \text{ استنتج بدون حساب قيمة النسبة } \frac{[C_6H_5 - COO^-]}{[C_6H_5 - COOH]}$$

ب) أوجد قيمة الحجم V المضاد .

التمرين 42 :

أ. نحضر محلولاً مائياً (S) نحصلن نيزل له اختصاراً بـ AH تركيزه المولي $C_0 = 1,1 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$.



- 1- أكتب جدول تقدم تفاعل هذا المحض مع الماء.
- 2- للثابتية $pK_a = 3.63$ (AH/A⁻). إذا طمئت أنه يمكن [صالح] $[A^-]$ أمم التركيز C_0 للمحلول الحمضي، استنتج قيمة pH للمحلول (S).
- 3- هل تفاعل هذا المحض مع الماء تام ؟ بزر .

ب. نحضر حجماً $V_0 = 0,1 \text{ L}$ من محلول (S) بكمية المحلول (S) 10 مرات ثم

نعاير 20 mL من (S') بواسطة محلول الصوديوم (Na⁺, OH⁻) تركيزه

$C_1 = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ يحصل على البيان (V_B) pH المقابل .

- 1- ما هو حجم المحلول (S) المستعمل لتحصير المحلول (S') مع شرح مراحل هذه العملية و ذكر الزجاجيات اللازمة .
- 2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة . هل هذا التفاعل تام ؟ صل .
- 3- بالاستعانة بالبيان : أ) أكتب تركيز المحلول (S). هل يوافق القيمة C_0 ؟ ب) أوجد قيمة الحجم V_B المضاف في هذه المعايرة من أجل : $[A^-] = 12 \cdot [AH]$.

$T = 25^\circ \text{ C}, K_a = 10^{-14}$

التمرين 43 :

1- محلول لغاز النشادر تركيزه المولي $C = 0,10 \text{ mol/L}$ و قيمة الـ pH له هي 11,1.

- أ- أكتب معادلة تفاعل غاز النشادر NH_3 مع الماء
- ب- صير عن $[\text{H}_3\text{O}^+]$ بدلالة C و النسبة النهائية لتقدم التفاعل α .

ت- بين أن ثابت الحموضة للثابتية $(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3)$ يُعطي بالمعايرة $K_a = \frac{10^{-14}(1-\alpha)}{C\alpha}$

أحسب قيمته

2- نكتب في بوشر حجماً $V_0 = 40 \text{ mL}$ من محلول النشادر ثم نضيف حجماً V_A من محلول غاز كلور الهيدروجين

تركيزه المولي $C_A = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

أ- أكتب معادلة التفاعل للتحويل الحاصل.

- ب- ما هو الحجم V_{BE} الذي يجب إضافته للحصول على التكافؤ ؟
- ت- كيف يمكن التعرف تجريبياً على نقطة التكافؤ ؟

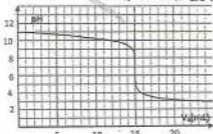
يُعطى عند $25^\circ \text{ C}, K_a = 10^{-14}$.

التمرين 44 :

نضع حجماً $V_0 = 5 \text{ mL}$ من محلول الميثان أمين (CH_3NH_2) تركيزه C_0 في كأس بوشر نضيف 40 mL من الماء ثم نعاير هذا المحلول

الأساسي بالطريقة (أ) مبرية بواسطة محلول حمض كلور الماء $(\text{H}_3\text{O}^+, \text{Cl}^-)$ تركيزه $C_1 = 10^{-2} \text{ mol/L}$

يُشكل الشكل المقابل تغيرات pH بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف V_A .



- 1- أرمس مخطط البيروتركون التجريبي . ما هو دور الماء ؟
- 2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .
- 3- استنتج من البيان :

- أ. pH المحلول الأساسي قبل المعايرة
- ب. إحداثيات نقطة التكافؤ
- ج. القيمة التقريبية pK_a للثابتية $(\text{CH}_3\text{NH}_3^+/\text{CH}_3\text{NH}_2)$
- د. التركيز المولي للمحلول الأساسي C_0

هـ. أكتب تركيز المولي لشوارد الكلور Cl^- عند التكافؤ . ما هو الحجم المكافئ أو أمثلاً المحلول الأساسي 80 mL من الماء قبل المعايرة ؟

التمرين :45

تستعمل حمض البنزويك C_6H_5COOH كمادة حافظة في صناعة المواد الغذائية و هو جسم ايضاً صلب
ويهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء ومع الصود
نحضر محلولاً مائياً لحمض البنزويك بإذابة كتلة m من هذا الحمض في الماء المقطر للحصول على محلول
حجمه $V = 100\text{mL}$ وتركيزه $C_0 = 0.1\text{mol/L}$
I - تفاعل حمض البنزويك مع الماء

نقيس PH محلول حمض البنزويك المحضر عند الدرجة 25°C فنجد $\text{PH}_1 = 2.6$

- أحسب قيمة الكتلة m
- أكتب معادلة لتحليل هذا الحمض في الماء
- مثل جدول تقدم التفاعل واحسب قيمة τ_1 ، ماذا تستنتج ؟
- أكتب عبارة كسر التفاعل عند التوازن عند بدلالة PH_1 و C_0 واستنتج قيمة PK_a للتقوية
($C_6H_5COOH/ C_6H_5COO^-$)
- تفاعل حمض البنزويك مع الأيون

نصب في بيشر $V_0 = 20\text{mL}$ من حمض البنزويك السابق ونضيف له تدريجياً بواسطة سحاحة محلول
الصود $(\text{Na}^+/\text{OH}^-)$ ذي التركيز $C_0 = 5 \times 10^{-2}\text{mol/L}$ فنجد إضافة حجماً $V_0 = 10\text{mL}$ من الصود تكون قيمة
 $\text{PH}_2 = 3.7$ للمزيج

- أكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الصود
- أوجد عبارة نسبة التقدم النهائي τ_2 بدلالة $n(\text{OH}^-)$ المضافة و $n(\text{OH}^-)$ المتبقية واحسب قيمته ، ماذا تستنتج
- ما هو حجم محلول الصود الواجب إضافته للحجم السابق $V_0 = 20\text{mL}$ من الحمض حتى يكون المزيج في
الشروط الستوكيومترية

$$\text{عطى: } K_e = 10^{-14} \quad C: 12\text{g/mol} \quad O: 16\text{g/mol} \quad H: 1\text{g/mol}$$

التمرين :46

كتلة ($m = 0.92\text{g}$) من حمض كبروكسيل (RCOOH) حيث ($R = C_6H_5$) في حجم ($V = 100\text{mL}$)
الماء المقطر فنحصل على محلول ذي ($\text{PH} = 2.4$) ونسبة التقدم النهائي ($\tau = 4\%$) .
أكتب معادلة التحلل الحمضي في الماء .

أنجز جدولاً لتقدم التفاعل .
أوجد عبارة التقدم النهائي τ_2 بدلالة تركيز الحمض (C) وال PH ثم استنتج تركيز الحمض وأوجد صيغته
المفصلة وأذكر إنمته .

- أحسب (PK_a) التقوية (AH/A^-) لتشر هذا الحمض .
نأخذ (20ml) من هذا المحلول ونضيف له محلول الصود (NaOH) . فتغير لون الكاشف عند إضافة
حجم منه قدره ($V_0 = 10\text{ml}$) ؛ استنتج التركيز المولي للصود .
بين بالحساب أن (PH) نقطة التكافؤ (E) أكبر من 7 .
أوجد تركيز الأيونات الكيميائية المتواجدة في المزيج عند إضافة (5ml) من الصود وماذا تستنتج .
عطى: ($C: 12\text{g/mol} \quad H: 1\text{g/mol} \quad O: 16\text{g/mol}$) .

التمرين 47:

كثيبت كتلة m من حمض الإيثانويك CH_3COOH في الماء لقطر عند الدرجة 25°C للحصول على محلول (S_A) حجمه $V_A=100\text{mL}$ تركيزه المولي C_A . نأخذ حجما $V_B=20\text{mL}$ من المحلول (S_B) ونمايزه بواسطة محلول (S_B) هيدروكسيد الصوديوم (Na^+, OH^-) تركيزه المولي $C_B=10^{-2}\text{mol/L}$ وذلك بقياس الـ pH بعد كل إضافة فصلنا عن النتائج التالية:

$V_B(\text{mL})$	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
$[\text{CH}_3\text{COOH}]$								
$[\text{CH}_3\text{COO}^-]$								

1- أعط الروتوكول التحريفي لتفاعل المعايرة مستمينا برسم.

2- اكتب معادلة تفاعل المعايرة المعاوقة.

3- أثبت صحة العلاقة: $\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = 10^{\text{pH} - \text{pKa}}$

4- أكمل الجدول ثم أرسم المنحنى البياني (V_B): $\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$

نسطى: $\text{pKa}(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,7$

5- استخرج من البيان الحجم المضاف عند نقطة نصف التكاثر ثم استخرج التركيز المولي لمحلول حمض الإيثانويك أو كذا قيمة m المذابة.

6- ما هي الصفة العامة للتائبة ($\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$) عند إضافة حجم ($V_B=2\text{mL}$) من المحلول (S_B)

7- ما هو الكايف المكون المناسب لهذه المعايرة

التمرين 48:

نحضر محلول (S) لحمض الإيثانويك CH_3COOH حجمه V ، تركيزه المولي: $c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

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

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

2- جذ عبارة $[H_3O^+(\text{aq})]$ في المحلول (S) بدلالة σ و $C_{\text{CH}_3\text{COOH}}$ و $\mu_{\text{H}_3\text{O}^+}$ حيث: μ الناقلية

النوعية المولية الشاردية، ثم أخصبه.

3- بين أن قيمة الـ pH للمحلول هي 3,4.

4- نعاير حجما V_B من المحلول السابق (S) بواسطة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم



$$c_0 = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

قبل عملية المعايرة، كانت النسبة: $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 41,43 \times 10^{-2}$ ، وأثناء المعايرة عند إضافة

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

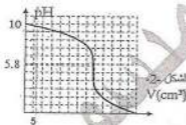
أ- استنتج قيمة ثابت الحموضة للقائية: $CH_3COOH(aq) / CH_3COO^-(aq)$.

ب- احسب قيمة V_B .

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

التمرين 49:

I- نحضر محلول مائيا (S_0) لغاز النشادر (NH_3) ثم نضيف لـ (20 cm^3) منه تدريجيا محلول حمض كلور الماء تركيزه المولاري ($1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$) مع بعض أمترات من الهاليدات من الهاليدات يتغير لون الكاشف بعد سكب حجم (S_1) من المحلول الحمضي الشكل -1. يمثل تغيرات النسبة بين التركيز المولي لمحلول النشادر الميثيني [B] و التركيز المولي لحمضه المرافق $[A^-]$ بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف.



الشكل -2



الشكل -1

1- أوجد:

أ- حجم المحلول الحمضي ؟

ب- امنتج التركيز المولي الابتدائي للمحلول (S_0) ؟

2- امنتج من الشكل-1 الـ pK_a للثنائية حمض (A/B) علما أن pH المحلول (S_0) هو 10 عند $25^\circ C$

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- امنتج إحداثيات نقطة التكافؤ ؟

3- من بين الكواشف التالية ماهو الكاشف المناسب:

الكاشف	أزرق البروموثيمول	الفينول فتالين	أحمر الميثيل
مجال تغير اللون	6.2 - 7.6	8.2 - 9.5	6.2 - 4.4

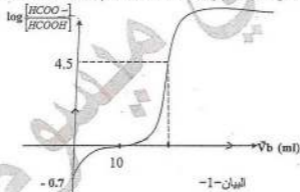
التمرين 50:

- I- نذيب كتلة قدرها $m=0.046g$ من حمض الميتانويك (الحمض) $HCOOH$ في $100ml$ من الماء المقطر، نقيس الناقلية النوعية للمحلول اعطى: $\sigma = 0.064 S/m$ عند الدرجة $25^\circ C$
- 1- اكتب معادلة انحلال الحمض في الماء ، قدم جدول تقدم 2- اصب التركيز المولي للمحلول Ca
- 3- اصب pH المحلول ثم اصب نسبة التقدم النهائي τ_f ، ماذا تستنتج؟
- 4- اصب ثابت التوازن K ماذا يمثل ، استنتج pKa للتناية $HCOOH/HCOO^-$
- II- نعاير حجم $v_b=10ml$ 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_{eq} ثم استنتج قيمة C_b - قيمة pH المحلول عند التكافؤ
 3- من بين الكاشف الملوثة التالية بين الكاشف المناسب لهذه المعايرة مع التعليل

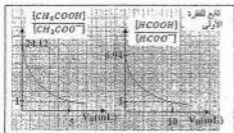
الكاشف	الهالانتين	احمر الكرازول	فينول فتالين
مجال تغير اللون	3.4 - 4.4	7.2 - 8.8	8.2 - 10

يعطى: $\lambda_{HCOO^-} = 5.46 ms.m^2/mol$, $\lambda_{HCOOH} = 35 ms.m^2/mol$ $H:1g/mol$ $O:16g/mol$ $C:12g/mol$



التمرين 51:

- أ. 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 $pH = 2,9$ نمل بداية حجم المحلول الأساسي البيانين التاليين:
1. اصب ثابتي الصوحنة K_{a1} ، K_{a2} للتناوتين: CH_3COOH/CH_3COO^- و $HCOOH/HCOO^-$ و حدد الحمض الأكبر.
2. اصب التركيزين الموليين C_1 و C_2 للحمضين A_1 و A_2 . 3. اصب قيمتي V_{A2} و V_{A1}



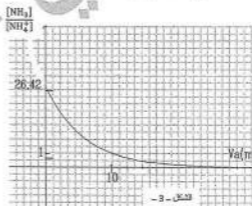
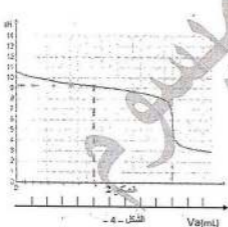
11. نزع عند اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 100\text{mL}$ من محلول حمض الأيثانويك السابق مع حجم $V_2 = 200\text{mL}$ من ميثانوات الصوديوم $(Na^+, HCOO^-)$ تركيزه المولي $C = 0.01\text{ mol/L}$.

1. أكتب معادلة التفاعل.
2. أصب ثابت التوازن K لهذا التفاعل.
3. علما أن ثابت التوازن لهذا التحويل يعطى بالمعادلة التالية:

$$K = \frac{[H^+]}{(1-x)(1-x)}$$
 حيث x هي نسبة التخم النهائي التي يطلب حسابها.

التمرين 52:

I - نحضر محلولاً مائياً (S) لغاز النشادر (NH_3) بإذابة حجم V_g في 100mL من الماء المقطر .
 لتحديد قيمة حجم غاز النشادر المنحل في الماء المقطر نأخذ منه (20 mL) ونضيف إليه تدريجياً محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي (10^{-2} mol/L) مع بعض التطرات من كاشف ملون مناسب ، ونغير 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 V_a .



- 1 - أ - أكتب معادلة التفاعل الحادث
- ب - ما المدلول الكيمياءى للتغير التولي ؟
- ج - اعتماداً على المنحنى الشكل - 3 - حدد قيمة حجم V_1 لمحلول الحمضي

التدريب 53:

الإيبوروفين حمض كربوكسيلي صيغته الجزيئية الإجمالية $C_{15}H_{12}O_2$ ، ذواب يعتبر من المضادات للالتهابات، شبيه بالأسبرين، مسكن للألم و مخفض للحرارة، يتاح مستحضرات الإيبوروفين في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار 200mg بلوب في الماء، في كل هذا النشاط أرمز لحمض الإيبوروفين $RCOOH$ ولأملاحه المرافق بـ $RCOO^-$. $M(RCOOH) = 206\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

أولاً: نذيب محتوى كوس الإيبوروفين 200mg من الحمض في بيشر به ماء فنحصل على محلول مائي S_0 تركيزه المولي c_0 و حجمه $V_0 = 500\text{mL}$.
1- تحدد من أن: $c_0 = 0,002\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

2- أعلى قياس pH للمحلول S_0 القيمة $pH = 3,5$.

أ- تحقق بلستعملتك بجداول التتبع أن تفاعل حمض الإيبوروفين مع الماء محدود.

ب- اكتب كسر التفاعل Q لهذا التحول.

ج- بين أن عبارة Q عند التوازن تكاف على الشكل: $Q_{\text{eq}} = \frac{x_{\text{max}} \cdot \tau_f^2}{V_0 \cdot (1 - \tau_f)}$

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

د- استنتج قيمة ثابت التوازن K .

ثانياً: للتحقق من صحة المقدار المسجل على الكيس، نأخذ

حجماً $V_0 = 100,0\text{ mL}$ من محلول مائي S_0

لهيدروكسيد الصوديوم $HO^-(aq) + Na^+(aq)$ تركيزه

المولي $c_0 = 2,0 \times 10^{-2}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ و نذيب فيه كفاً محتوى

الكيس فنحصل على محلول مائي S (نعبر أن حجم

المحلول S هو V_0). نأخذ 20mL من المحلول S و نضعه

في بيشر و نعايره بمحلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه

المولي $c_0 = 2,0 \times 10^{-2}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ فنحصل على المنحنى

البياني (الشكل-9)، معادلة تفاعل المعايرة هي:



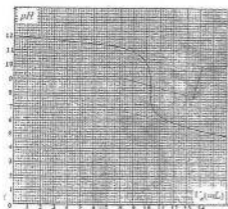
1- أدرس بشكل تخطيطي صافية المعايرة.

2- حدد نقطة التكافؤ، ثم حدد إحدائيه هذه النقطة E .

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

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

5- احسب m كتلة حمض الإيبوروفين المتواجدة في الكيس، ماذا استنتج؟



الشكل-9

التمرين 54:

الصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية هي $C_nH_{2n+1}COOH$
 لتحضير محلول (S_A) لحمض كربوكسيلي ذائب في الماء المقطر كتلة $m = 450 \text{ mg}$ من هذا الحمض النقي
 ونضيف فيه الماء المقطر للحصول على $V_A = 500 \text{ ml}$ من هذا المحلول .
 نأخذ حجما $V_B = 10 \text{ ml}$ من المحلول (S_A) ولنعيره بواسطة محلول مائي (S_B) لبيروكسيد الصوديوم
 ($Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$) تركيزه المولي $C_B = 10^{-2} \text{ mol/l}$.
 نحصل على التفاعل حمض -أساس عند إضافة حجم $V_B = 15 \text{ ml}$ من المحلول (S_B) .

1- تحديد الصيغة الإجمالية للحمض الكربوكسيلي :

أ / اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

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

2- تحديد ثابت PK_{A1} للتنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-) .

نأخذ حجما V من المحلول (S_A) ونقيس له PH عند $25^{\circ}C$ فنجد $PH = 3,3$.

أ / اعتمادا على جدول التخميط لتطور المجموعة ، عبر عن التخميط النهائي α لتفاعل الحمض مع الماء بدلالة

$$V \text{ و } PH \text{ ، ثم اثبت ان } \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} = -1 + C_A \cdot 10^{PH}$$

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

ب / استنتج قيمة PK_{A1} .

دراسة تفاعل الحمض CH_3COOH مع الأماس NH_3

نأخذ من المحلول (S_A) حجما يحتوي على كمية المادة الإبتدائية $n_0(CH_3COOH) = n_0 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

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

أ / اكتب معادلة التفاعل الحادث بين NH_3 و CH_3COOH .

ب / احسب ثابت التوازن K المقرونة مع معادلة التفاعل .

جـ / بين ان نسبة التخميط النهائي α لهذا التفاعل تكتب على الشكل $\alpha = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$
 ماذا تستنتج بخصوص هذا التفاعل ؟

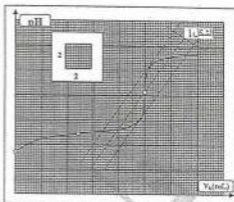
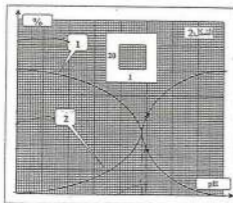
$$PK_{A2} (NH_4^+ / NH_3) = 9,2$$

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

التمرين 55:

نضع في كأس بيشر $V_0 = 10 \text{ mL}$ من حمض الإيثانويك تركيزه المولي C_0 ، ثم نضيف له تدريجيا بواسطة سحاحة
 محلول الصود $NaOH$ تركيزه المولي $C_0 = 10^{-2} \text{ mol/L}$ ، الدراسة التجريبية لهذه المعايرة أعطت البياتين
 التاليين :

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



2- من الشكل- (2) أي البيتين (1) ، (2) يعبر عن الصفة الأساسية و أيهما يعبر عن الصفة الحمضية ، على اعتمادا على الشكلين :

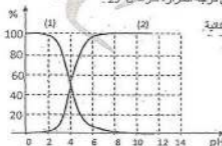
- حدد احدائيتي نقطة التكافؤ (V_b , pH) ، ثم استنتج C_0 تركيز المحلول الحمضي (S_1) .
- استنتج ثابت الحموضة K_a الثابتة (CH_3COOH/CH_3COO^-) .
- حدد مجال ال pH الذي فيه يتقلب الحمض CH_3COOH على لسانه العرّاق CH_3COO^- .
- استنتج النسبة المئوية للصفة الحمضية و كذا النسبة المئوية للصفة الأساسية عند إضافة $V_b = 6ml$ من الصود .
- 4- من بين الكواشف الملونة المذكورة في الجدول الآتي ، ما هو الكاشف المناسب لهذه المعايرة .

الكاشف	أزرق البروموثيمول	البيتول ثنائي	الهولالئين
pH مجال تغير لونه	6.2-7.6	8.2-9.5	3.1-4.4

التمرين 56:

دراسة الحمض اللبني Acide Lactique

- (1) إن الصيغة الجزيئية للحمض اللبني هي $CH_3CHOH - CO_2H$.
 (1) أكتب معادلة تفاعل هذا الحمض مع الماء .
 بين الأساس القوي للحمض واستنتج الثابتية أساس/حمض المناسبة له .
- (2) إن الدراسة التجريبية قد أعلنت مخططا لتوزيع التوجوه (حمض ، أساس) الثابتية شاردة اللاتكتات / حمض لبني (Acide lactique/ion lactate) بدلالة ال pH وذلك في درجة الحرارة قدرها $25^\circ C$.



(1) بين المنحنى المناسب للتوج الحمضيتي والتوج الأساسي للثابتية .

(ب) أوجد ، بيانيا قيمة pK_a للثابتية AH/A^- حيث AH يمثل الحمض اللبني و A^- شاردة اللاتكتات .

(2) يوزع تكمير اللاتكتوز الموجود في الطوب إلى تشكل الحمض اللبني AH .

(1) أصل عبارة ثابت الحموضة K_a للثابتية AH/A^- بدلالة التراكيز لثوابي للأشواج الكيمائية الموجودة عند التوازن .

(2) للثواب pH قدره 6 عند درجة $25^\circ C$.

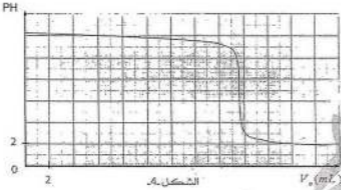
(أ) احسب قيمة النسبة بين التراكيز $[A^-]$ و $[AH]$. (ب) ما هو التوج المبيين (الصفة العكسية) في هذا الطوب .

التمرين 57:

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

- بين بالصواب أن التركيز المولي للمحلول يقارب $c_0 = 8,8 \text{ mol L}^{-1}$.
 عندما هو حجم محلول حمض مكلور الهيدروجين الذي تركيزه المولي $c_1 = 0,10 \text{ mol L}^{-1}$ اللازم لعمارة $V_0 = 10 \text{ ml}$ من العينة المخبرية؟
 جعل يمكن تحقيق هذه المعايرة بسهولة؟ غل.

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



3. نأخذ بوليمة مائتة حجمة $V_0 = 10,0 \text{ mL}$ من المحلول S نضعها في بيشر، نضع مسبار جهاز الـ PH متر في البيشر و نضبطه إليه بكمية مناسبة من الماء المقطر تجعل المسبار مغموراً بشكل ملائم. نقيس الـ PH . بعدها نضرب بواسطة سخانة حجمة من المحلول الحمضي، ثم نعيد قياس الـ PH. نكرر العملية مما سمح لنا برسم لتحتي البيانيا (شكل 4)

أ. كيف نضع مسبار الـ PH متر حتى يكون مغموراً بشكل ملائم في البيشرا لماذا.

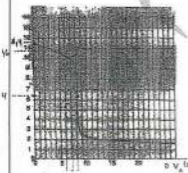
ب. أكتب المعادلة المتوازنة للتحويل الطارد أثناء المعايرة.

ج. بين الإحداثيين (V_0, PH_0) نقطة التكافؤ E مع ذكر الطور في التبعية.

د. استنتج التركيز المولي للعينة للغيرية. $M(Na) = 23 \text{ g mol}^{-1}$, $M(O) = 16 \text{ g mol}^{-1}$, $M(H) = 1 \text{ g mol}^{-1}$.

التمرين 58:

سحق المعايرة الـ pH مترية لحجم $V_0 = 50 \text{ mL}$ من محلول ميثول أمين CH_3NH_2 تركيزه المولي C_0 بواسطة محلول A لحمض كلور الهيدروجين $(\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-)$ تركيزه المولي $C_1 = 0,1 \text{ mol/L}$. الشكل المقابل يمثل المنحنى الموافق للمعايرة و الذي يمثل تطور pH المحلول بدلالة حجم الحمض المضاف V_A .

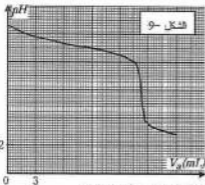


- أ. أعط تعريف برشك للأحاس.
- كيف تبين أن محلول ميثول أمين عبارة عن أساس.
- اكتب معادلة تفاعل المعايرة. أذكر خصائصه.
- بين لعدائتي نقطة التكافؤ و استنتج للتركيز C_0 .
- بين أن المحلول ميثول أمين في الماء مخلوطاً.
- عندما على اللين، أو بعد قيمة pH الثانية.
- أ. حسب النسبة $\frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]}$ عند إضافة حجم $V_A = 8 \text{ mL}$.
- بين من النسبة السابقة بدلالة C_1 و V_0 و V_A (قيمة التكم عند التكافؤ). ثم استنتج قيمة x .
- احسب نسبة التكم الهوائي للتفاعل المعايرة عند التكافؤ. ماذا لاحظو ماذا استنتج؟
- احسب كتلت التوازن K لتفاعل المعايرة. بين توافق هذه النتيجة استنتاجك في السؤال 7.

التمرين 59:

نريد تحديد تجريبيا التركيز المولي c_0 لمحلول مائي (S) للنشادر NH_3 عن طريق المعايرة لـ pH مترية، لذلك نعاير حجما $V_0 = 20\text{ mL}$ من المحلول (S) بواسطة حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ بتركيزه المولي $c_0 = 0,015\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

- 1- أ- أعط البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة مع رسم تخطيطي للتجهيز المستعمل.
- ب- أخرج جدول تقدم التفاعل الذي يدمج التحول لكميائي الحادث بين محلول النشادر وحمض كلور الماء.



- 2- النتائج المحصل عليها عند 25°C سمحت برسم المنحني (الشكل-9). بالاعتماد على المنحني جد:
 - أ- إحدائتي نقطة التكافؤ.
 - ب- التركيز المولي الابتدائي c_0 لمحلول النشادر.
 - ج- قيمة لـ pK_a للشائبة (NH_4^+ / NH_3) .

3- لحسب قيمة ثابت التوازن K لهذا التفاعل.

4- عند إضافة حجم $V_1 = 9\text{ mL}$ من المحلول الحمضي:

- أ - لحسب النسبة $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$ للمزج التقاطعي النهائي.
- ب - عيّر عن النسبة السابقة بدلالة c_0 و V_1 والتقدم النهائي τ .
- ج - لحسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل المعايرة عند الإضافة السابقة. ماذا نستنتج ؟

التمرين 60:

1- نحضر محلولاً مائياً (S₁) لحمض الإيثانويك CH_3-COOH ، وذلك بإحلال كتلة: $m = 0,72\text{ g}$ 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_0 التركيز المولي للمحلول (S₁).
- ب- اكتب المعادلة المتوازنة لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء.
- ج - أشرى جدولاً لتقدم التفاعل.

د- عيّر عن التقدم τ_{eq} عند التوازن بدلالة: pH و V_0 ، حيث: V حجم المحلول (S₁).

هـ - بين أن قيمة لـ pK_a للشائبة: CH_3-COOH / CH_3-COO^- هي $4,76$.

2 - نمزج حجماً V_1 من المحلول (S₁) كمية مادته n_0 مع حجم V_2 من محلول النشادر له نفس كمية المادة n_0 .

- أ- اكتب معادلة التفاعل الحادث بين: NH_3 و CH_3-COOH .
- ب- لحسب ثابت التوازن K .

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

د- احسب τ_{eq} . ماذا نستنتج ؟

تعطي: $M(O) = 16\text{ g/mol}$ ، $M(C) = 12\text{ g/mol}$ ، $M(H) = 1\text{ g/mol}$ ، $pK_a(NH_4^+ / NH_3) = 9,2$.

التحريين 61:

تتعرض أغلب الأجهزة الكهرومغناطية مثل المسخن المائي وآلة تطهير القهوة إلى ترميزات كسبية يمكن إزالتها باستعمال منظفات (détergents) تجارية، يضمن استعمال المنظفات التي تحتوي على حمض اللاكتيك $C_3H_5O_2$ نظراً للمعايير وعدم تفاعلها مع مكونات الأجهزة وتتحلل بسهولة في الطبيعة، إضافة إلى كونها غير ملوث للبيئة.

كُتب على لاصقة لأجهزة المنظف التجاري المعلومات التالية:

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

- يستعمل المنظف التجاري للمركز مع التسخين.

- انكسار المولية الجزيئية لحمض اللاكتيك $M(C_3H_5O_2) = 90g/mol$.

- الكتلة الحجمية للمنظف التجاري $\rho = 1,13kg/L$.

1- نحضر حجماً $V = 500mL$ من محلول مائي لحمض اللاكتيك تركيزه $C = 1,0 \times 10^{-2} mol/L$ ، أعلى قياس

pH هذا المحلول القيمة $pH = 2,4$ عند الدرجة $25^\circ C$.

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

ب- أتمم جدولاً لتقدم التفاعل.

ج- احسب تركيز الأيونات الكيميائية المتواجدة في المحلول عند التوازن عند الماء.

د- احسب ثابت الحموضة pKa للمثالية $(C_3H_5O_2 / C_3H_4O_2)$.

2- يهدف التحليل من النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري المركز، نعدده 100 مرة لتحصل

على محلول (S_0) لحمض اللاكتيك تركيزه المولي C_0 . نعايز حجماً $V_2 = 10mL$ من المحلول (S_0) بواسطة

محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ تركيزه $C_2 = 2,0 \times 10^{-2} mol/L$. نصل إلى نقطة

التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{2E} = 28,3mL$.

أ- اكتب المعادلة الكيميائية المتوازنة لتفاعل المعايرة.

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

ج- احسب النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري، ماذا استنتج ؟

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

التحريين 62:

تُستعمل المنظفات الصناعية الأيونية في المجال الفلاحي لتوفيرها على عنصر الأروث الذي يعد من بين العناصر

الضرورية لتخصيب التربة، يحتوي منتج صناعي على نترات الأمونيوم NH_4NO_3 كثير الأيونات في الماء.

أشير لاصقة كيبس المنتج الصناعي الأروثي إلى النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأروث (33%). القياسات تمت

عند الدرجة $25^\circ C$.

في اللحظة $t = 0$ نترج حجماً $V_1 = 20mL$ من محلول نترات الأمونيوم NH_4NO_3 تركيزه المولي $C_1 = 0,15mol/L$

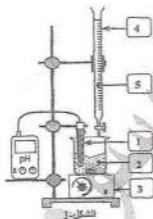
مع حجم $V_2 = 10mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_2 = 0,15mol/L$.

قيس pH المزيج المتفاعلي فوجد $pH = 9,2$ ، نمذج التحول الحادث بالمعادلة الكيميائية التالية:



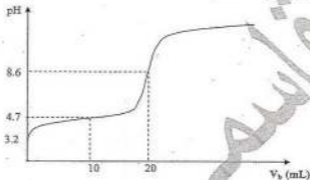
- 1-1- بين أن التفاعل السابق هو تفاعل حمض - أساس.
- ب- أشرح جدولا لتقدم التفاعل. حدد المتفاعل المحد واستنتج قيمة التقدم الأقصى x_{max} .
- ج- بين أنه عند التوازن: $x_{eq} = 1,5 \times 10^{-4} mol$.
- د- احسب النسبة النهائية x_p لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟
- 2- بهدف التأكد من النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت في المنتج الصناعي، نذيب عينة كتلتها $m = 6g$ منه في حرجلة عازية، فنحصل على محلول (S_R) حجمه $250ml$. نأخذ حجما $V_p = 10ml$ من المحلول (S_R) ونعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_p = 0,2 mol/L$ ، نصل إلى نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{eq} = 14ml$.
- أ- احسب التركيز المولي C_p للمحلول (S_R) ، واستنتج كتلة الأزوت في العينة.
- ب- تعرف النسبة المئوية الكتلية لعنصر الأزوت بأنها: النسبة بين كتلة الأزوت في العينة وكتلة العينة.
- ج- 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:



- المحاليل مأهونة عند الدرجة $25^\circ C$.
- إزالة الطبقة الكاسية المتبقية على جدران أنوار الطهي المنزلية يمكن استعمال منظف تجاري لمسحوق حمض السلفاميك الذي هي الصيغة الكيميائية HSO_3NH_2 والذي نرى أنه اختصلا HA وبقاؤه $(p\%)$.
- 1- للحصول على المحلول (S_R) لحمض السولفاميك، ذي التركيز المولي C_R ، نحضر محولا حجمه $V = 100 mL$ و يحتوي كتلة $m = 0,9g$ من المسحوق التجاري لحمض السولفاميك.
- أ- اكتب معادلة التحلل الحمض HA في الماء.
- ب- صف البروتوكول التجريبي المناسب لمعايرة تحضير المحلول (S_R)
- 2- لمعايرة المحلول (S_R) نأخذ منه حجما $V_R = 20 mL$ 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 $C_B = 0,1 mol \cdot L^{-1}$. تبلغ نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{eq} = 15,3 mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم ويكون $pH_{eq} = 7$.
- أ- تعرف على أسماء العناصر المرقمة في الشكل-1.
- ب- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.
- ج- احسب التركيز المولي C_R للمحلول (S_R) ، ثم استنتج الكتلة m_R لحمض HA المتبقي في هذا المحلول.
- د- احسب التباؤة $(p\%)$ للمنظف التجاري.
- تعطى: الكتلة المولية لحمض $HA = 97 g \cdot mol^{-1}$

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 $6,2^\circ$ ، انطلاقا من هذا الخل نحضر محلول (S) ممددا إلى $\frac{1}{10}$ (أي بتسديد الخل التجاري 10 مرات) ، فنحصل على محلول تركيزه C_0 . نعايز عند الدرجة $25^\circ C$ حجما $V_S = 20 \text{ mL}$ من المحلول (S) بواسطة محلول الصود تركيزه المولي $C_1 = 0.1056 \text{ mol/L}$ فنحصل على المنحنى: $pH = f(V_b)$ حيث V_b هو حجم محلول الصود المضاف .



1. أ. اذكر الأدوات اللازمة لتحضير المحلول S
ب. ضع رسما تخطيطيا يحدد عمارة المعيار .
2. البيان يدل على أن الحمض المستعمل ضعيف . علل .
- 3 - أ. اكتب معادلة التفاعل بين الحمض و الأستاس (المعيار) .
ب. حدد من البيان ثابت الحموضة K_a للثنائية (CH_2COOH/CH_2COO^-) .
ج. أصيب كسر التفاعل (Q_r) عند التوازن .
- 4 - أ. حدد إحدائي نقطة التكافؤ و استنتج تركيز الحمض في المحلول (S) و التركيز C للخل المدروس .
ب. أوجد كتلة الحمض المنحل في 100g من الخل التجاري .
ج. أوجد درجة الخل التجاري ، و تأكد من أن الخل المدروس مغشوش أم لا .
يعلى : الكتلة الحجمية للخل النقي : $\rho = 1.02 \cdot 10^3 \text{ g/L}$.