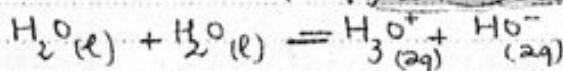


الماء: متذبذب (Amphotère)
معناه: قارة يسلك سلوك حمض
وقارة أخرى يسلك سلوك أساس
حسب الوسط



$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

العلاقة
صالحة منه
أجل المحاليل المخففة فقط

$$[H_3O^+] = 10^{-3}$$

مثال: محلول له
حسب الـ pH

$$pH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow$$

$$pH = -\log[10^{-3}] \Rightarrow$$

$$pH = -(-3) \log 10 = 3$$

خصائصه: log

$$\log 10 = 1$$

$$\log 100 = 2$$

$$\log 1000 = 3$$

اللوغاريتم العشري

$$\log(AB) = \log A + \log B$$

$$\log \frac{A}{B} = \log A - \log B$$

$$\log A^n = n \log A$$

المجداء الشاردي للماء:

عند (25°C) 10^{-14}

$$[H_3O^+][HO^-] = 10^{-14} = K_e$$

ثابت الماء

$$pK_e = -\log K_e \Rightarrow$$

$$pK_e = -\log 10^{-14} \Rightarrow$$

$$pK_e = 14$$

$$\Rightarrow K_e = [H_3O^+][HO^-]$$

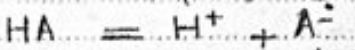
الحمض القوي

هو الذي يتشرد في الماء

$$[H_3O^+] = C$$

تشرّد كلي معناه
التركيز المولي للحمض

تعريف الحمض: هو كل فرد كيميائي
يتخلى عن بروتون H^+ أو أكثر
حسب تعريف Bronsted et Lory
الحمض: H^+

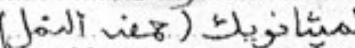


أساس مرافق

الثنائية حمض أساس

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك (حمض النخل)



أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

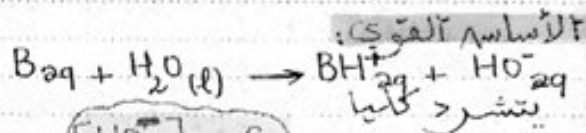
أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق

مثال: حمض الميثانويك

أساس مرافق



$$[HO^-] = C$$

مثال: لدينا أساس تركيزه المولي $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$ $pH = 12$

أثبت أنه أساس قوي

الحل: نقارن بين C و $[HO^-]$ من الجدء الشاردي للماء

$$[H_3O^+][HO^-] = 10^{-14} \Rightarrow$$

$$[HO^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-12}} \Rightarrow$$

$$[HO^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-12}} = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[HO^-] = C$$

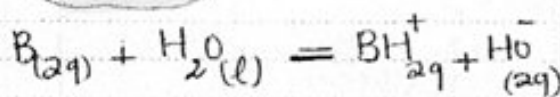
معناه

الأساس القوي

الأساس الضعيف:

هو الذي يتشرد جزئياً

$$[HO^-] < C$$



يمكن البرهان على أنه الأساس الضعيف بحقق العلاقة التالية

$$\log [HO^-] < \log C$$

$$\log \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} < \log C \Rightarrow$$

$$\log 10^{-14} - \log [H_3O^+] < \log C \Rightarrow$$

$$-14 + pH < \log C \Rightarrow pH < 14 + \log C$$

المحاليل السميكة: نقول أن المحلول

$$[H_3O^+] > [OH^-]$$

$$[H_3O^+] > \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} \Rightarrow [H_3O^+]^2 > 10^{-14} \Rightarrow$$

$$[H_3O^+]^2 > K_e \quad (\log)$$

$$\log [H_3O^+]^2 > \log K_e$$

مثال: حمضه له $pH = 2$ وتركيزه المولي $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$

أثبت أنه حمض قوي

الحل: نقارن بين C و $[H_3O^+]$

$$[H_3O^+] = 10^{-2} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

نلاحظ أنه:

$$[H_3O^+] = C$$

هو حمض قوي

كذلك لدينا علاقة أخرى: ندخل (\log) من الطرفين

$$\log [H_3O^+] = \log C$$

نضرب الطرفين بـ $(-)$

$$-\log [H_3O^+] = -\log C$$

العينة القوي

$$pH = -\log C$$

بحقق هذه العلاقة

الحمض الضعيف

هو الحمض الذي يتشرد جزئياً

$$[H_3O^+] < C$$

مثال: لدينا حمض تركيزه المولي $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$ و له $pH = 3.4$

أثبت أنه حمض ضعيف

الحل: نقارن بين C و $[H_3O^+]$

$$[H_3O^+] = 10^{-3.4} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3.4} = 3.98 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[H_3O^+] < C$$

معناه هو حمض ضعيف

العينة الضعيف بحقق العلاقة

$$[H_3O^+] < C$$

بإدخال اللوغاريتم

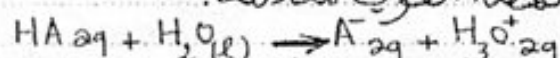
$$\log [H_3O^+] < \log C \Rightarrow$$

بالضرب $\times (-)$

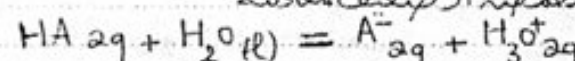
$$-\log [H_3O^+] > -\log C$$

$$pH > -\log C$$

العينة القوي معادلته:



الحمض الضعيف معادلته



$$n_0 - x_{\max} = 0 \Rightarrow \text{لدينا}$$

$$n_0 = x_{\max} \Rightarrow x_{\max} = 0,1 \text{ mol}$$

4/ حساب التقدم النهائي x_f لدينا $\text{pH} = 2,9$

$$[H_3O^+]_f = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow [H_3O^+]_f = 1,25 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} \Rightarrow x_f = [H_3O^+]_f \cdot V \Rightarrow$$

$$x_f = 1,25 \times 10^{-3} \times 1 \Rightarrow x_f = 1,25 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} \Rightarrow \tau = \frac{1,25 \times 10^{-3}}{0,1}$$

$$\tau = 1,25 \times 10^{-2} \Rightarrow \tau = 0,0125$$

معناه نسبة التقدم $\tau = 1,25\%$

معناه التفاعل (مترتام) معناه CH_3COOH لم يستهلك (كليا)

عند الحالة النهائية: التفاعلات والنواحي متواجدة في الوسط التفاعلي في نفس الوقت

x_f : هو التقدم الملاحظ عند توقف تطور حالة الأعملة الكيميائية

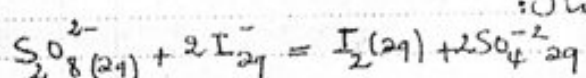
x_{\max} : التقدم الموافق لاستهلاك المتفاعل المبدئي

عندما يكون التفاعل غير تام: يمكن للأعملة أن تتطور في الاتجاهين المباشر Sens. directe أو المعاكس

منهجه كسر التفاعل: $\alpha A_{aq} + \beta B_{aq} = \gamma C_{aq} + \theta D_{aq}$

$$Q_r = \frac{[C]^{\gamma} [D]^{\theta}}{[A]^{\alpha} [B]^{\beta}}$$

مثال:



$$2 \log [H_3O^+] > \log K_e \Rightarrow \log [H_3O^+] > \frac{1}{2} \log K_e$$

بالضرب $\times (-1)$

$$-\log [H_3O^+] < -\frac{1}{2} \log K_e \Rightarrow$$

$$\text{pH} < -\frac{1}{2} \log 10^{-14} \Rightarrow \text{pH} < 7$$

المحاليل الأساسية: $[HO^-] > [H_3O^+]$ معناه: $10^{-14} > [H_3O^+] \Rightarrow 10^{-14} > [H_3O^+]^2 \Rightarrow$

$$\log 10^{-14} > \log [H_3O^+]^2 \Rightarrow \text{بالضرب } \times (-)$$

$$-\log 10^{-14} < -\log [H_3O^+]^2 \Rightarrow$$

$$14 < -2 \log [H_3O^+] \Rightarrow \frac{14}{2} < -\log [H_3O^+]$$

$$7 < \text{pH} \Rightarrow \text{pH} > 7$$

المحاليل المتعادلة: $[H_3O^+] = [HO^-]$

$$\text{pH} = 7$$

نجد مفهوم التقدم الأعظمي (x_{\max}) نذيب $0,1 \text{ mol}$ منه في الماء المقطر

CH_3COOH في 1 L ماء مقطر

ثم نقوم بقياسه ال pH فنجد $\text{pH} = 2,9$

1/ معادلة التفاعل

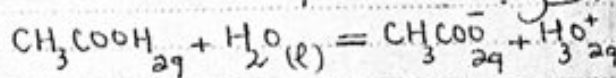
2/ جدول التقدم

3/ التقدم الأعظمي

4/ التقدم النهائي

5/ نسبة التقدم

الحل:



معادلة التفاعل	$\text{CH}_3\text{COOH}_{aq} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} = \text{CH}_3\text{COO}^-_{aq} + \text{H}_3\text{O}^+_{aq}$				
الحالة	التقدم				
E_i	$x=0$	n_0	زيادة	0	0
E_{int}	$x>0$	$n_0 - x$	زيادة	x	x
E_f	x_{\max}	$n_0 - x_{\max}$	زيادة	x_{\max}	x_{\max}

علاقة الـ pH بالـ pKa:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

ندخل اللوغاريتم من الطرفين فنجد:

$$\log K_a = \log \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

$$\log K_a = \log [A^-] + \log [H_3O^+]$$

$$\log K_a - \log [A^-] = \log [H_3O^+]$$

$$-\log K_a + \log [A^-] = -\log [H_3O^+]$$

بأضرب (-)

$$pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]} = pH$$

معاد تطلب الـ pH
1/ إذا كان $pH > pK_a$

$$pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]} > pK_a \Rightarrow$$

$$\log \frac{[A^-]}{[HA]} > pK_a - pK_a \Rightarrow$$

$$\log \frac{[A^-]}{[HA]} > 0 \Rightarrow \text{exponent} > 0$$

$$\frac{[A^-]}{[HA]} > 1 \Rightarrow$$

معناه $[A^-] > [HA]$ الغالبية هي A^- الـ قاعدة الأساسية.

2/ إذا كان $pH < pK_a$

$$pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]} < pK_a \Rightarrow$$

$$\log \frac{[A^-]}{[HA]} < 0 \Rightarrow \frac{[A^-]}{[HA]} < 1$$

$$\Rightarrow [A^-] < [HA]$$

معناه $[HA] > [A^-]$ الغالبية هي HA الـ حمض.

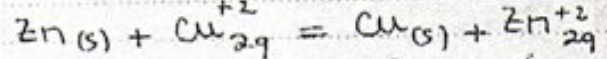
3/ إذا كان $pH = pK_a$

$$\log \frac{[A^-]}{[HA]} = 0 \Rightarrow \frac{[A^-]}{[HA]} = 1 \Rightarrow [A^-] = [HA]$$

$$[A^-] = [HA]$$

$$Q_r = \frac{[I_2][SO_4^{2-}]}{[S_2O_8^{2-}][I^-]^2}$$

مثال:

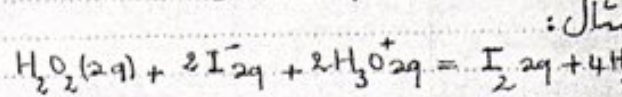


$$Q_r = \frac{[Cu]_s [Zn^{2+}]}{[Zn]_s [Cu^{2+}]}$$

نصطبع على مايلي: $[Cu]_s = 1$, $[Zn]_s = 1$

$$Q_r = \frac{[Zn^{2+}]_{aq}}{[Cu^{2+}]_{aq}}$$

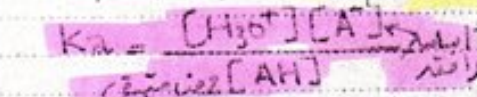
مثال:



$$Q_r = \frac{[I_2]_{aq}}{[H_2O_2]_{aq} [I^-]_{aq}^2 [H_3O^+]_{aq}^2}$$

ثابت التوازن K_a :

لدينا حمض (HA) يتفكك في الماء وفقه التفاعل:



$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

معادته

علاقة الـ pK_a :

$$\begin{cases} pK_a = -\log[K_a] \\ K_a = 10^{-pK_a} \end{cases}$$

فائدة الـ K_a :

هي المقارنة بين قوة حمضين. معناه K_a الـ حمض يكونه أقوى. فائدة الـ pK_a : معناه pK_a الـ حمض يكونه أقوى.

مثال: حمضين الأول له:

$$\begin{cases} 10^{-4} = K_{a1} \\ 10^{-5} = K_{a2} \end{cases}$$

الذي له أكبر قيمة K_a معناه $K_{a1} > K_{a2}$

مثال: حمضين الأول له $pK_{a1} = 3.8$ الثاني له $pK_{a2} = 4.8$ هو الذي له أصغر قيمة لـ pK_a يكونه الحمض أقوى.

الحمض الأول أقوى من الحمض الثاني.

$$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] \quad /4 \text{ نلاحظ أنه}$$

$$[CH_3COOH]_f = C - [H_3O^+]$$

$$\alpha = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-] /5$$

$$\alpha = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{CH_3COO^-} [H_3O^+] \leftarrow$$

$$\alpha = [H_3O^+] (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-})$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{\alpha}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}} \quad /6$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{4,6 \times 10^{-2}}{10^3 (35,9 + 4,1)} \Rightarrow$$

$$[H_3O^+]_f = 4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} \quad \text{لأننا } pH = 3,4$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3,4} \Rightarrow$$

$$[H_3O^+] = 3,98 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$(pH) \quad \text{معناه تنفقه مع}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \quad \text{لدينا، نبحث عن (Xmax) جدول التقدير}$$

$$n_0 - x_{max} = 0 \Rightarrow n_0 = x_{max}$$

$$CV = x_{max}$$

$$pH \quad \text{حساب } x_f \text{ مع علاقة الـ } pH$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} \Rightarrow x_f = V [H_3O^+]_f$$

$$\tau_f = \frac{V [H_3O^+]_f}{CV} \Rightarrow \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C}$$

$$/8 \text{ لمعرفة ماذا كان التفاعل تام، نقوم بحساب } (\tau_f)$$

$$\tau_f = \frac{3,98 \times 10^{-4}}{10^{-2}} = 3,98 \times 10^{-2}$$

$$\tau_f = 3,98\% \quad \text{التفاعل غير تام لأن } \tau < 1$$

$$Q_{rf} = K = \frac{[H_3O^+] [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]_f} \quad /9 \text{ كسر التفاعل}$$

$$Q_{rf} = \frac{[H_3O^+] [H_3O^+]_f}{C - [H_3O^+]_f} = \frac{(3,98 \times 10^{-4})^2}{10^{-2} - 3,98 \times 10^{-4}} \Rightarrow$$

$$Q_{rf} = K = 1,7 \times 10^{-5}$$

① محلول حمض الخليك تركيزه

$$C = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\kappa = 4,6 \times 10^{-2} \text{ S/m} \quad \text{ناقلية}$$

النوعية نقوم بقياسه الـ pH فنجد 3,4 عند 25°C

نحسب الناقلية النوعية المولية الشاردة

$$\lambda_{H_3O^+} = 35,9 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$$

$$\lambda_{CH_3COO^-} = 4,1 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$$

/1 أكتب معادلة التفاعل الممنهج لهذا التحول

/2 أنجز جدول التقدم

/3 أوجد عبارة تراكيز مخاض الشوارد

/4 أوجد العلاقة بين

$[CH_3COO^-]$ و $[H_3O^+]_f$ وبين $[CH_3COOH]_f$ و $[H_3O^+]_f$

/5 أكتب عبارة الناقلية النوعية بدلالة

تراكيز الشوارد و $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{CH_3COO^-}$

/6 أ حسب $[H_3O^+]_f$

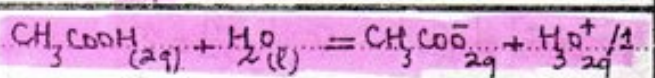
أثبت أنها تتفق مع pH المحسوب سابقا

/7 أ ثبت أنه التقدم النهائي

$$\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C}$$

/8 هل التفاعل تام عل

/9 حسب كسر التفاعل Q_{rf}



/2 جدول التقدم

معادلة التفاعل	$CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$				
الحالة	التق				
E_i	$x=0$	n_0	بنوادة	0	0
E_{inter}	x	$n_0 - x$	//	x	x
E_f	x_{max}	$n_0 - x_{max}$	//	x_{max}	x_{max}

$$[H_3O^+] = \frac{x}{V}, \quad [CH_3COO^-] = \frac{x}{V} \quad /3$$

$$[CH_3COOH]_f = \frac{n_0 - x}{V} = \frac{CV - x}{V}$$

$$[CH_3COOH]_f = C - \frac{x}{V}$$

٢) ندرس، ونحلله، ثم من البرونوفيك

$C_3H_5O_2$ في الماء

تعمل، عند $25^\circ C$

$$\lambda_{H_3O^+} = \lambda_1 = 35 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$$

$$\lambda_{C_3H_5O_2} = \lambda_2 = 3,58 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$$

1/ نذيب $9,10 \text{ mol}$ من حمض البرونوفيك النقي في 500 ml من مقطر

المحلول نسميه (S)

أحسب التركيز المولي C_0

2/ لقياس الناقلية نستعمل محاليل مخففة

نزيد المحلول عام محلول بحجم (1L) تركيزه $2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ نسميه محلول (S)

3/ نأخذ البرونوفيك والتجربة في المحلول عام المحلول (S) منه (S)

4/ نكتب معادلة التفاعل المتوازن لهذا التحوّل

5/ أنجز جدول التقدم

6/ أوجد علاقة بين الناقلية λ و x_p و V و λ_1 و λ_2

7/ قياس الناقلية أعطى

$$\lambda = 9,20 \times 10^{-3} \text{ S/m}$$

8/ أحسب التقدم النهائي x_p

9/ أحسب تراكيز مختلف الشوارد والأجزيئات

10/ أحسب كسر التفاعل النهائي

$$C_0 = \frac{0,10}{0,5L} \Rightarrow C_0 = 0,2 \text{ mol/L}$$

1/ نلاحظ أنه المحلول (S) تركيزه أقل من تركيز المحلول (S) معناه العملية تتم بعمليات تخفيف

$$\delta = \frac{C_0}{C} = \frac{V}{V'}$$

$$\delta = \frac{C_0}{C} = \frac{V}{V'} \Rightarrow \delta = \frac{9,2}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow \delta = 100$$

معناه مددنا المحلول الأم 100 مرة

كذلك: المحلول الأم 100 مرة

$$100 = \frac{1L}{V} \Rightarrow V = \frac{1}{100}$$

$$V = 0,01 L \Rightarrow V = 10 \text{ ml}$$

محلول بواسطية ما حصة مدرجة مزودة

بأحماض بواسطية بواسطية 10 ml من المحلول

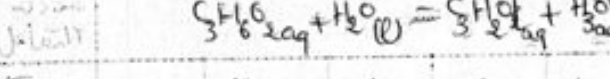
الأم بواسطية داخل حوصلة مستعدة

(1L) ونضيف لها الماء المقطر

حتى الوصول إلى (1L)

ثم نرجح حتى الوصول على محلول متجانس

3/ معادلة التفاعل:



4/ جدول التقدم:

التفاعل	$C_3H_5O_2$	H_3O^+	$C_3H_5O_2^-$	H_2O
E_c	x	n_0	زيادة	x

E_{init}	x	$n_0 - x$	زيادة	x
------------	-----	-----------	-------	-----

E_f	x_{max}	$n_0 - x_{max}$	زيادة	x_{max}
-------	-----------	-----------------	-------	-----------

$$\lambda = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{C_3H_5O_2^-} [C_3H_5O_2^-]$$

نعمل $[H_3O^+]$ أمام $[H_3O^+]$ لأن لدينا

منه جدول التقدم فلاحظ

$$[H_3O^+] = \frac{x}{V} \quad [C_3H_5O_2^-] = \frac{x}{V}$$

$$[C_3H_5O_2]_f = \frac{n_0 - x}{V}$$

$$\lambda = \lambda_1 \frac{x}{V} + \lambda_2 \frac{x}{V} \Rightarrow$$

$$\lambda = \frac{x}{V} (\lambda_1 + \lambda_2)$$

6/ حساب x_p : نسمي x_p لأنها علينا عليه تجربة

$$\delta V = x_p (\lambda_1 + \lambda_2) \Rightarrow$$

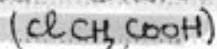
$$x_p = \frac{\lambda \cdot V}{\lambda_1 + \lambda_2} = \frac{9,20 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-3}}{10^{-3} (35 + 3,58)}$$

$$x_p = 16,1 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

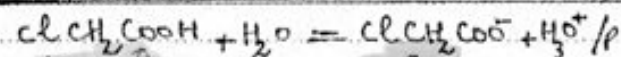
3/ حساب التراكيز:

$$[H_3O^+]_f = [C_3H_5O_2^-]_f = \frac{x_p}{V} \Rightarrow [H_3O^+]_f = \frac{16,1 \times 10^{-4}}{1} = 1,61 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

acide chloroethanoïque



له $(\text{pH} = 2.1)$ ونسبة تقدم $(\tau = 0.2)$
 pA أكتب معادلة وإذلاله في الماء
 ب/ أكتب ثابت العوضه K_a و pK_a



أ. نوزله (HA) ب. نوزله (A⁻) ج. /

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

ثابت العوضه متبقي

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}}$$

ولدينا نسبة التقدم

$$x_{\text{max}} = n_0 = CV$$

باستخدام جدول التقدم

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{x_f}{V} \Rightarrow x_f = V[\text{H}_3\text{O}^+]$$

ولدينا

$$\tau = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]V}{CV} \Rightarrow \tau = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C}$$

معناه

ويصبح ثابت العوضه

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{H}_3\text{O}^+]}{C - [\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$K_a = \frac{(\tau C)(\tau C)}{C - (\tau C)} \Rightarrow K_a = \frac{\tau^2 C^2}{C(1 - \tau)}$$

$$K_a = \frac{\tau^2 C}{1 - \tau}$$

لدينا منه

$$C = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{\tau} = \frac{10^{-\text{pH}}}{\tau}$$

الخلاصة

$$C = \frac{10^{-2.1}}{0.2} = \frac{8 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-1}} \Rightarrow C = 4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

خذ جد

$$K_a = \frac{(0.2)^2 \times 4 \times 10^{-2}}{1 - 0.2} = 2 \times 10^{-3}$$

حساب pK_a

$$\text{pK}_a = -\log(K_a) \Rightarrow \text{pK}_a = -\log(2 \times 10^{-3}) \Rightarrow$$

$$\text{pK}_a = -(\log 2 + \log 10^{-3}) = -(\log 2 - 3)$$

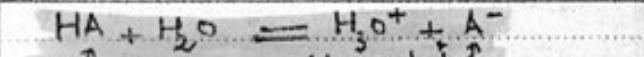
$$\text{pK}_a = -\log 2 + 3 = -0.30 + 3 = 2.7$$

لدينا مطول حمض الفل

تركيزه المولي $C = 2 \times 10^{-2}$ و له $\text{pH} = 2.1$

لدينا حمضه (HA) ثابت التوازن $K = 1.3 \times 10^{-4}$

أ. أكتب معادلة إذلاله في الماء
 ب. أكتب التركيز المولي (C) بعد
 إذجان جدول التقدم علما أنه $\text{pH} = 2.7$



أساسه مرافقه الثنائية (HA/A⁻)

ج. جدول التقدم

معادلة التفاعل	$\text{HA}_{\text{aq}} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}} + \text{A}^-_{\text{aq}}$				
$E_{\text{L}} t=0$	$x=0$	n_0	زيادة	0	0
$E_{\text{int}} t>0$	$x>0$	$n_0 - x$	زيادة	x	x
$E_{\text{p}} t_f$	$x = x_{\text{max}}$	$n_0 - x_{\text{max}}$	زيادة	x_{max}	x_{max}

لدينا ثابت العوضه (K_a)

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

متبقي

منه جدول التقدم

$$\left. \begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= \frac{x}{V} \\ [\text{A}^-] &= \frac{x}{V} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} [\text{HA}] &= \frac{n_0 - x}{V} \\ [\text{HA}] &= \frac{n_0}{V} - \frac{x}{V} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow [\text{HA}] = C - [\text{H}_3\text{O}^+]$$

فتصبح عبارة ثابت العوضه

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{H}_3\text{O}^+]}{C - [\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2.7} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{(2 \times 10^{-3})(2 \times 10^{-3})}{C - 2 \times 10^{-3}} = 1.3 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow C - 2 \times 10^{-3} = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{1.3 \times 10^{-4}} \Rightarrow$$

$$C - 2 \times 10^{-3} = \frac{4 \times 10^{-6} \times 10^4}{1.3} \Rightarrow$$

$$C - 2 \times 10^{-3} = 3.1 \times 10^{-2} \Rightarrow C = 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

لدينا حمض الكلور و أيضا نوزله

لدينا حمض الكلور و أيضا نوزله

$$[H_3O^+] = \frac{x}{V}, [HCOO^-] = \frac{x}{V} \Rightarrow$$

$$[H_3O^+] = [HCOO^-], \text{ ولدينا كذلك:}$$

$$[HCOOH] \text{ متبقي} = \frac{n_0 - x}{V} = \frac{n_0}{V} - \frac{x}{V}$$

$$[HCOOH] \text{ متبقي} = C - [H_3O^+]$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][H_3O^+]}{C - [H_3O^+]} = \frac{(10^{-PH})^2}{C - 10^{-PH}}$$

$$K_a = \frac{(10^{-2.7})^2}{C - 10^{-2.7}} = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{2 \times 10^{-2} - 2 \times 10^{-3}}$$

$$K_a = \frac{4 \times 10^{-6}}{1.8 \times 10^{-2}} = 2.22 \times 10^{-4}$$

المحلول الممدد: له نفس ثابت القوة K_a

$$K_a = \frac{[H_3O^+][HCOO^-]}{[HCOOH] \text{ متبقي}}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C' - [H_3O^+]} = \frac{(10^{-PH'})^2}{C' - 10^{-PH'}}$$

$$2.22 \times 10^{-4} = \frac{(10^{-3})^2}{C' - 10^{-3}} \Rightarrow$$

$$2.22 \times 10^{-4} = \frac{10^{-6}}{C' - 10^{-3}} \Rightarrow C' - 10^{-3} = \frac{10^{-6}}{2.22 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow C' - 10^{-3} = 4.5 \times 10^{-3} \Rightarrow C' = 4.5 \times 10^{-3} + 10^{-3} \Rightarrow C' = 5.5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$S = \frac{C}{C'} = \frac{V'}{V} \text{ ومنه}$$

$$\Rightarrow \frac{2 \times 10^{-2}}{5.5 \times 10^{-3}} = \frac{1000 \text{ mL}}{V} \Rightarrow$$

$$V = \frac{55}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow V = 275 \text{ mL}$$

معناه يجب أخذ (275 mL) منه المحلول الأم
وإضافة الماء المقطر (V₀ = 725 mL)
للحصول على محلول ممدد بجمعه (1 L)
و تركيزه C'

⑥ لدينا خلوية قياس الناقلية: نقوم بقياس
ناقلية محلول حمض الأيثانويك CH₃COOH
فنجدها 16.2 mS و تركيزه 0.01 mol/L
ونقيس ناقلية محلول

الضعف أنه ضعف
V = 1 L
نريد تحضير محلول بجمعه
وله PH = 3

ما هو حجم الحمض (HCOOH) الواجب
استعماله للحصول على هذا المحلول

الحمض القوي هو الذي يتشرد كلياً في
الماء معناه يكونه $[H_3O^+] = C$

$$\text{ومن هنا نقارن بينه: } [H_3O^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} [H_3O^+] = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \\ C = 0.02 \text{ mol/L} \end{array} \right\} \Rightarrow [H_3O^+] < C$$

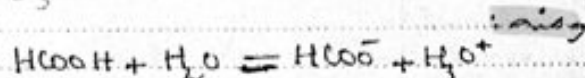
معناه الحمض ضعيف يتشرد جزئياً

2/ نلاحظ أنه $PH \uparrow$ معناه $[H_3O^+] \downarrow$
معناه قمنا بتمدد المحلول معناه إضافة
الماء ولدينا قانون التخفيف

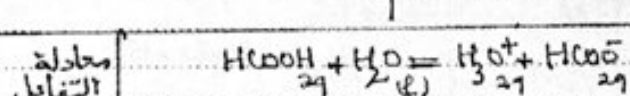
$C \cdot V = C' \cdot V'$
تركيز
الحجم الواجب المحلول الأم
أخذه منه المحلول
الأم
حجم محلول البنت

$$C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} C = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \\ V' = 1 \text{ L} \end{array} \right.$$

ملاحظة: الحمض ضعيف لا يمكن القول
 $[H_3O^+] = 10^{-PH} = C$



$$K_a = \frac{[H_3O^+][HCOO^-]}{[HCOOH] \text{ متبقي}}$$



محاولة التفاعل					
E _c E ₀	x=0	n ₀	زيادة	0	0
E _{inter} E ₀	x>0	n ₀ -x	زيادة	x	x
E _f	x MAX	n ₀ -x MAX	زيادة	x MAX	x MAX

$$\frac{52.5}{162} = 1,034 \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow$$

$$3,214 = 1,034 \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow$$

$$[\text{HCOO}^-] = 3,13 [\text{CH}_3\text{COO}^-]$$

2/ حساب ثابت التفوق K_2 لهذه الميثانويك

$$K_2 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow$$

$$K_2 = \frac{[\text{HCOO}^-]^2}{C - [\text{HCOO}^-]}$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha_1 &= \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{C_1} \\ \alpha_2 &= \frac{[\text{HCOO}^-]}{C_2} \end{aligned} \right\} (C_1 = C_2) \quad \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{HCOO}^-]}$$

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{3,13 [\text{HCOO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = 3,13$$

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_1}{3,13} \quad \text{دونه يصبح}$$

$$K_2 = \frac{\alpha_1^2 C^2}{C - \alpha_1 C} \Rightarrow K_2 = \frac{\alpha_1^2 C}{1 - \alpha_1}$$

$$0,04 = \frac{\alpha_1}{3,13} \Rightarrow \alpha_1 = 0,125$$

$$K_2 = \frac{(0,125)^2 \times 0,01}{1 - 0,125} = 1,78 \times 10^{-4}$$

⑦ لدينا حمضين لهما نفس ال (pH) $2,4 = \text{pH}$ عند 25°C .

نأخذ حجما $V = 10 \text{ mL}$ من كل حمض ونخففه بالماء المقطر حتى يصبح الحجم $V = 50 \text{ mL}$ نقوم بقياسه ال (pH).

فنجد ال حمض الأول $\text{pH}_1 = 3,1$

والحمض الثاني $\text{pH}_2 = 2,75$

أي الحمض أقوى (الذي ينشر كلنا) أحسب التركيز المولي للحمض الأقوى

الحمض الأقوى يحقق العلاقة

$$(n_{\text{H}_3\text{O}^+}) = n (\text{H}_3\text{O}^+) \quad \text{بجسراته قبل إضافة الماء}$$

حمض الميثانويك HCOOH فنجد

$C_2 = 0,01 \text{ mol/L}$ وتركيزه المولي $G_2 = 52,5 \text{ g/L}$ عبر عنه النسبة

1/ بدلالة تراكيز الفوارد والناتجة والمولية التشاردية

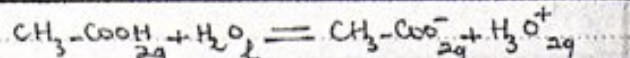
2/ علما أنه نسبة التقدم النهائي لهذه

الإيثانويك هي $\alpha = 0,04$

أحسب ثابت التفوق K_2 لهذه الميثانويك

$$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35 \times 10^{-3} \quad \text{و} \quad \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4,1 \times 10^{-3}$$

$$\lambda_{\text{HCOO}^-} = 5,46 \times 10^{-3} \quad \text{S.m}^2/\text{mol}$$



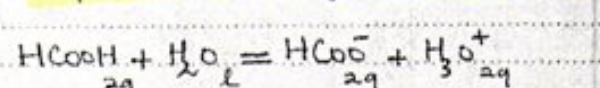
$$\alpha_1 = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} [\text{CH}_3\text{COO}^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{x}{V} \quad \text{منه جدول التقدم}$$

$$\alpha_1 = [\text{H}_3\text{O}^+] (\lambda_1 + \lambda_2) \Rightarrow$$

$$\alpha_1 = [\text{CH}_3\text{COO}^-] (35 + 4,1) \times 10^{-3}$$

$$\alpha_1 = 39,1 \times 10^{-3} [\text{CH}_3\text{COO}^-] \quad \dots (1)$$



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCOO}^-] = \frac{x}{V} \quad \text{منه جدول التقدم}$$

$$\alpha_2 = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda_{\text{HCOO}^-} [\text{HCOO}^-]$$

$$\alpha_2 = [\text{HCOO}^-] (\lambda_1 + \lambda_3) \Rightarrow$$

$$\alpha_2 = (35 + 5,46) \times 10^{-3} [\text{HCOO}^-] \Rightarrow$$

$$\alpha_2 = 40,46 \times 10^{-3} [\text{HCOO}^-] \quad (2)$$

$$G_2 = \alpha_2 K_2 \quad \text{و} \quad G_1 = \alpha_1 K_1$$

$$(K_1 = K_2) \Rightarrow G_1 = \alpha_1 K_1$$

$$G_2 = \alpha_2 K_2$$

$$\frac{G_2}{G_1} = \frac{\alpha_2 K_2}{\alpha_1 K_1} \Rightarrow \frac{G_2}{G_1} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1}$$

$$\frac{G_2}{G_1} = \frac{40,46 \times 10^{-3} [\text{HCOO}^-]}{39,1 \times 10^{-3} [\text{CH}_3\text{COO}^-]} = 1,034 \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

معناه

$$pH + \log 5 = 3,1$$

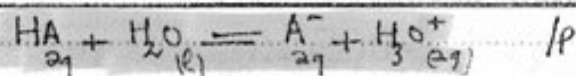
$$2,4 + 0,7 = 3,1$$

$$3,1 = 3,1$$
هو حمض قوي

⑧ مطلوب حمض له $pH = 4,5$ وتركيزه المولي $C = 10^{-3} \text{ mol/l}$

ب/ أكتب معادلة الانحلال في الماء
 ج/ أثبت أنه حمض ضعيف
 د/ احسب τ_f واحسب K_a
 هـ/ أثبت أنه

$$pH = pK_a + \log \frac{\tau_f}{1 - \tau_f}$$



ج/ تقارنه بين C و $[H_3O^+]$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-4,5} = 3,16 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$$[H_3O^+] < C \quad \text{منه}$$

$$3,16 \times 10^{-5} < 10^{-3}$$

الحمض ضعيف يتشرد جزئياً

د/ احسب τ_f

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]}{C} \Rightarrow$$

$$\tau_f = \frac{[H_3O^+]}{C} \Rightarrow \tau_f = \frac{3,16 \times 10^{-5}}{10^{-3}}$$

$$\tau_f = 3,16 \times 10^{-2} = 3,16\%$$

هـ/ احسب ثابت القوية

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow$$

من جدول التقدّم لدينا

$$[H_3O^+] = [A^-]$$

$$[HA] = \frac{n_0 - x}{V} = C - [H_3O^+]$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C - [H_3O^+]} = \frac{(\tau \cdot C)^2}{C(1 - \tau)}$$

$$K_a = \frac{C^2 \tau^2}{C(1 - \tau)} \Rightarrow K_a = \frac{\tau^2 C}{1 - \tau}$$

$$K_a = \frac{(3,16 \times 10^{-2})^2}{1 - 3,16 \times 10^{-2}} \Rightarrow K_a = 10^{-6}$$

اثبات صحة العلاقة

معناه نقوم بحساب $(n_{H_3O^+})$ قبل و $(n_{H_3O^+})$ بعد ثم نقارنه

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = \frac{n_{H_3O^+}}{V} \quad \text{الحمض الأول:}$$

$$\Rightarrow (n_{H_3O^+}) = V \cdot 10^{-3} = 10 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$(n_{H_3O^+})_{\text{قبل}} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

بعد إضافة الماء:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH_2} = \frac{(n_{H_3O^+})_{\text{بعد}}}{V'} \Rightarrow$$

$$(n_{H_3O^+})_{\text{بعد}} = 10^{-pH_2} \times V' = 10^{-3,1} \times 50 \times 10^{-3}$$

$$(n_{H_3O^+})_{\text{بعد}} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

منه

$$(n_{H_3O^+})_{\text{قبل}} = (n_{H_3O^+})_{\text{بعد}}$$

طريقة رقم 2، الحمض القوي يحققه

$$[H_3O^+] = C$$

فما بالتخفيف معناه

$$C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow$$

$$[H_3O^+] \cdot V = [H_3O^+] \cdot V' \Rightarrow$$

$$[H_3O^+] \cdot V = [H_3O^+] \cdot 5V \Rightarrow$$

$$[H_3O^+] = 5[H_3O^+]'$$

نتخذ (log)

$$\log [H_3O^+] = \log 5 + \log [H_3O^+]'$$

$$-\log [H_3O^+] = -\log 5 - \log [H_3O^+]'$$

$$pH = -\log 5 + pH' \Rightarrow$$

$$pH' = pH + \log 5$$

ونعلم أنه معامل

$$\delta = \frac{V'}{V} = \frac{50}{10} = 5$$

التقدير

$$pH' = pH + \log \delta$$

فالعلاقة تصبح

العلاقة الى حقيقة

الحمض القوي

$$(3,1 = pH) \quad \text{الحمض الأول:}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{m'}{M \cdot V} = \frac{1,85}{36,5 \times 0,5} \Rightarrow$$

$$C = 0,995 \text{ mol/L} \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2$$

التركيز المول للحمض

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \Rightarrow$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[H_3O^+]}{C - [H_3O^+]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{C_1 V_1}{C - C_1 V_1} \Rightarrow$$

$$pH = pK_a + \log \frac{1 - x}{1 - x} \Rightarrow$$

⑧ نأخذ حجم $V_1 = 20 \text{ mL}$ من محلول حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه $C_1 = 0,1 \text{ mol/L}$ مع محلول هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ $V_2 = 30 \text{ mL}$ و التركيز المول $C_2 = 0,1 \text{ mol/L}$

⑨ مقارنة تحتوي على بطاقة معلومات كتبت عليها (تسمية كلور الماء) جعلنا عليه بإذابة غاز (HCl) في الماء المقطر

$\rho = 1190 \text{ g/L}$ نسبة التقاوة $P = 37\%$
 $V_0 = 4,2 \text{ mL}$ نأخذ حجم قدره من المحلول التجاري ونضعه داخل حوضلة 500 mL ثم نكمل بالماء المقطر واستخرج البروتوكول التجريبي و حسب تركيز المحلول التجاري $H = 1 \text{ g/mol}$ $35,5 \text{ g/mol}$



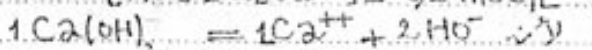
طبيعة المزيج:
 نقوم بحساب $(n_{H_3O^+})$ و (n_{HO^-}) ونقارهما

$$n_{H_3O^+} = [H_3O^+] \cdot V_1 \Rightarrow$$

$$(n_{H_3O^+}) = 0,1 \times 20 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{HO^-} = [HO^-] \times V_2$$

$$[HO^-] = 2[C_2] = 0,2 \text{ mol/L}$$



$$(n_{HO^-}) = 0,2 \times 30 \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

ومنه نلاحظ أنه

$$n_{HO^-} > n_{H_3O^+}$$

معناه أن المحلول الناتج محلوله أساسي

$$[HO^-] = \frac{(n_{HO^-})}{V_{\text{مجموع}}}$$

$$[HO^-] = \frac{(n_{HO^-}) - (n_{H_3O^+})}{V_{\text{تامة}}} \Rightarrow$$

$$[HO^-] = \frac{6 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}} \Rightarrow$$

$$[HO^-] = 0,08 \text{ mol/L}$$

$$[H_3O^+][HO^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{0,08}$$

$$[H_3O^+] = 0,125 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

بواسطة ماصة زجاجية مزودة بلجامية نأخذ حجم $V = 4,2 \text{ mL}$ من المحلول التجاري ونضعه داخل حوضلة نظيفة سعته 500 mL تحتوي على كمية قليلة من الماء ثم نكمل بالماء المقطر حتى الوصول إلى 500 mL نسد الحوضلة ونقلب قليبين أو أكثر لكي يتجانس المزيج

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V \Rightarrow$$

$$m = 1190 \times 4,2 \times 10^{-3}$$

$$m = 5 \text{ g}$$

$$37\% \text{ حمض تجاري } 100 \text{ g} \rightarrow$$

$$5 \text{ g} \rightarrow m'$$

$$m' = \frac{5 \times 37}{100} = 1,85 \text{ g}$$

الطريقة الثانية: نقوم بحساب (Cp)

$$C_p = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \text{من جدول التقدير}$$

$$[H_3O^+] = [NH_4^+] = \frac{x}{V}$$

$$x_{max} = n_0 = CV$$

$$[H_3O^+]_p = \frac{x_f}{V} \Rightarrow x_f = [H_3O^+]V$$

$$C = \frac{[H_3O^+]V}{CV} \Rightarrow C = [H_3O^+]$$

$$C = \frac{1,25 \times 10^{-3}}{10^{-1}} = 1,25 \times 10^{-2}$$

$$C = 1,25\% \quad \text{أساس ضعيف}$$

نفسه جزئياً

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow$$

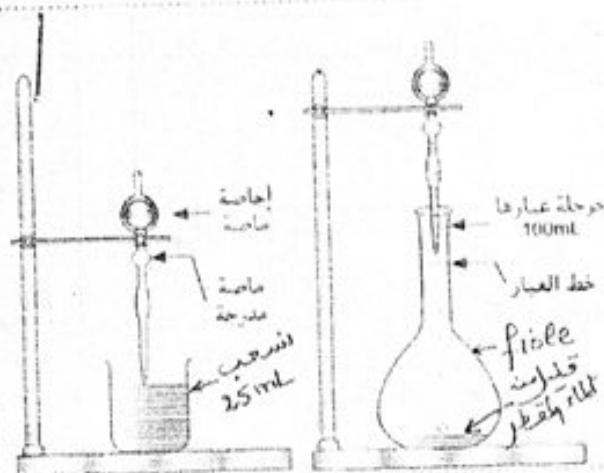
تركيز
المحلول
الأول

تركيز
المحلول
الثاني

$$V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = \frac{2,5 \times 10^{-2} \times 100 \text{ ml}}{10^{-1}}$$

$$V_1 = 25 \text{ ml.}$$

برأسية: ماصة زجاجية
مزودة بجا حادة لتسحب 25ml من



ونضعها داخل موزونة سعتها 100ml ثم
نكمل بالماء المقطر معناه نصف 75ml
ماء مقطر ثم نخرج فيصبح المحلول متجانساً

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(0,125 \times 10^{-12})$$

$$pH = -(\log 0,125 + \log 10^{-12}) \Rightarrow$$

$$pH = -(-0,90 - 12) = 12,9$$

11) نعتبر مطول (S₁) لغاز النشادر NH₃
تركيزه المولي C₁ = 0,10 mol/L و pH = 11,1

1/ معادلة تفاعل غاز النشادر مع الماء

2/ أثبت أنه لا يتفاعل كلياً مع الماء

3/ نريد تحضير محلول النشادر (S₂) بحجم V₂ = 100 ml وتركيزه المولي C₂ = 2,5 × 10⁻² mol/L

وهذا انطلاقاً من المحلول (S₁)
ما هي طريقة التحضير

المزودة بجا حادة لتسحب 25ml من

4/ المحلول (S₂) له pH = 10,7

عن نسبة التقدير للمطول (S₂)

5/ ما إذا يمكن القول عنه
تأثير عملية التمديد على تفاعل
مع NH₃

1/ NH₃ (g) + H₂O (l) = NH₄⁺ (aq) + HO⁻ (aq)

2/ لا يتفاعل كلياً مع الماء معناه

أساس ضعيف معناه

ط 4/ نبرهن أنه أساس ضعيف

[H₃O⁺] < C ⇒

-pH = 11,1 ⇒

[H₃O⁺] = 10^{-11,1} = 7,94 × 10⁻¹² mol/L

نبحث عن تركيز [HO⁻] من

المعادلة التشاركية ⇒

[H₃O⁺][HO⁻] = 10⁻¹⁴ ⇒

[HO⁻] = 10⁻¹⁴ / 7,94 × 10⁻¹² = 1,25 × 10⁻³ mol/L

⇒ [HO⁻] = 1,25 × 10⁻³ mol/L < C

الأساس ضعيف معناه

نفسه جزئياً

3/ كسر التفاعل:

$$Q_{ri} = \frac{[CH_3COO^-]_i [HSO_3^-]_i}{[CH_3COOH]_i [SO_3^{2-}]_i}$$

$$[CH_3COO^-]_i = 0 \quad [HSO_3^-]_i = 0$$

$$Q_{ri} = 0$$

$$Q_{rf} = \frac{[CH_3COO^-]_f [HSO_3^-]_f}{[CH_3COOH]_f [SO_3^{2-}]_f}$$

$$Q_{rf} = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right) \left(\frac{x_f}{V}\right)}{\left(\frac{n_1 - x_f}{V}\right) \left(\frac{n_2 - x_f}{V}\right)}$$

$$Q_{rf} = \frac{x_f^2 / V^2}{(n_1 - x_f)(n_2 - x_f) / V^2}$$

$$Q_{rf} = \frac{x_f^2}{(n_1 - x_f)(n_2 - x_f)}$$

$$n_1 = C_1 V_1 = 10^{-1} \times 30 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow n_1 = 3 \text{ m.mol}$$

$$n_2 = C_2 V_2 = 10^{-1} \times 30 \times 10^{-3}$$

$$n_2 = 3 \text{ m.mol}$$

$$\left(\frac{n_1 - x_f}{n_2 - x_f}\right) \text{ olive}$$

$$Q_{rf} = \frac{x_f^2}{(x_{max})^2}$$

تقسيم البسط والمقام بحاصل

$$Q_{rf} = \frac{x_f^2 / x_{max}^2}{(n_1 - x_f)^2 / x_{max}^2} \Rightarrow$$

$$Q_{rf} = \frac{\left(\frac{x_f}{x_{max}}\right)^2}{\left(\frac{n_1 - x_f}{x_{max}}\right)^2}$$

من أجل
التقريب
 $n_1 - x_{max}$

$$Q_{rf} = \frac{(\tau)^2}{(1 - \tau)^2} \Rightarrow$$

4/ نسبة التقدم

$$\tau_f = \frac{[H^+]}{C_2} \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-10.8}} \Rightarrow$$

$$[H^+] = 6.30 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\tau = \frac{6.30 \times 10^{-4}}{2.5 \times 10^{-2}} \Rightarrow \tau_f = 2.52 \times 10^{-2}$$

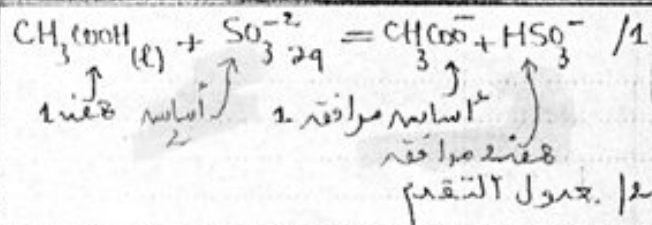
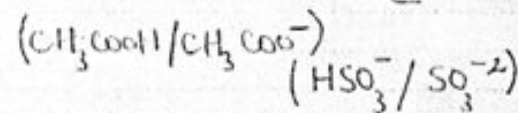
$$\tau_f = 2.52\%$$

نلاحظ أنه (τ) يتزايد مع التقدم

(2) نمزج حجمًا $V_1 = 30 \text{ mL}$ من مطول
المكبريتيد الصوديوم $(2Na^+ + SO_3^{2-})$ تركيزه
المولي $C_2 = 10^{-1} \text{ mol/L}$

مع حجمًا $V_2 = 30 \text{ mL}$ من مطول
الإنشافونيك (CH_3COOH) تركيزه
المولي $C_1 = 10^{-1} \text{ mol/L}$

1/ أكتب معادلة التفاعل
2/ قدم جدول التقدم التفاعل
3/ عند التوازن عيّل عن Q_{rf} بدلالة τ
4/ علما أنه ثابت التوازن المتوافق
للتفاعل $K = 251$
استنتج τ في الشروط التجريبية

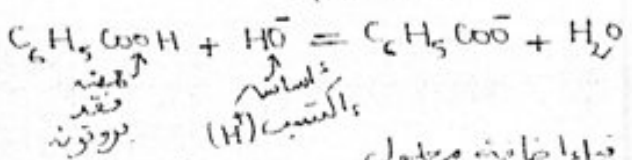
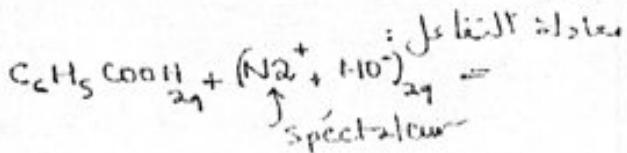


معادلة التفاعل	$CH_3COOH + SO_3^{2-} = CH_3COO^- + HSO_3^-$				
الحالة	التقدم				
E_i	$x=0$	n_1	n_2	0	0
E_{inter}	$x>0$	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	x
E_f	x_{max}	$n_1 - x_{max}$	$n_2 - x_{max}$	x_{max}	x_{max}

لدينا : $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} \Rightarrow$

$C = \frac{0,305}{122 \times 0,5} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$M = 7 \times 12 + 6 \times 1 + 2 \times 16 = 122 \text{ g/mol}$



فيما يخص مخطط
 المودا كان لدينا داخل الأسس

8 معناه له $pH < 7$
 : البيان رقم III و IV
 لأن $pH > 7$

و 8 معناه البنزويك 8 معناه ضعيف
 يمكن البرهان أنه 8 معناه ضعيف بالمقارنة
 بين $[H_3O^+]$ و (C)

منه البيان (II) و (IV) عندما $(V_b = 0 \text{ mL})$
 معناه قبل سكب المودا كان

لدينا $pH_0 = 3 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3}$

$\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$

بالمقارنة نجد $[H_3O^+] = 10^{-3} \Rightarrow [H_3O^+] < C$

وعندما يكون 8 معناه ضعيف من
 أساس قوي مثل تفيد أكسيد
 الصوديوم فإنه عند نقطة التكافؤ
 يكون $(pH_0 > 7)$ لأنه الأساس
 قوي فالملح الناتج له درجة قاعدية
 معناه :

نرسم اطعاسات ونضيف اعداديات
 التكافؤ

البيان ① : عند $V_b = 10 \text{ mL}$
 التكافؤ $pH = 8$

البيان ② : $\{ V_b = 20 \text{ mL} \}$
 $pH = 7$

: البيان الموافق
 هو رقم (1) (كذلك) يمكن التأكد بالعلاقة
 عند التكافؤ $C_2 V_2 = C_6 V_6$
 التي تحدد بها البيان ①

$Q_{1f} = \frac{(1^\circ C)^L}{(1 - T)^L} \Rightarrow Q_{1f} = \left(\frac{T}{1 - T} \right)^L$
 نعلم أنه $(Q_{1f} = K)$

$K = \left(\frac{T}{1 - T} \right)^L \Rightarrow 251 = \left(\frac{T}{1 - T} \right)^L \Rightarrow$

بنظر الطرفية نجد
 $\sqrt{251} = \frac{T}{1 - T} \Rightarrow 15,84 = \frac{T}{1 - T} \Rightarrow$

$15,84 - 15,84T = T \Rightarrow$
 $15,84 = 16,84T \Rightarrow T = \frac{15,84}{16,84}$

$T = 0,94 = 94\%$

⑬ نحضر محلول (S) منه 2 معناه البنزويك
 $V = 500 \text{ mL}$ حجمه C_6H_5COOH

وذلك بإذابة كتلة (ز) متدرة ...

1/ عين التركيز المولي للمحلول (S)

2/ نأخذ حرجما $V_a = 10 \text{ mL}$ منه المحلول (S)

ثم نضيف له محلول هيدروكسيد الصوديوم

تركيزه المولي $C_b = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ من أجل

عدم مضاف (V_b)

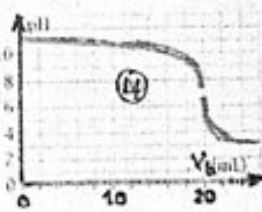
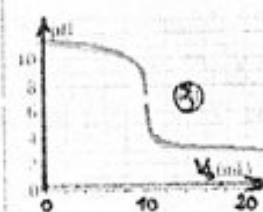
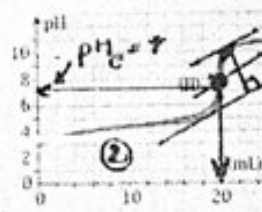
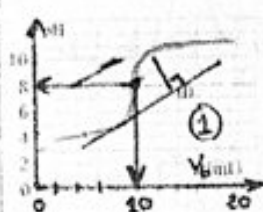
نقيس pH المزيج ثم نرسم البيان

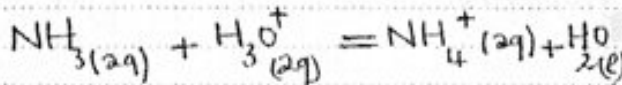
منه البيانات التالية ما هو البيان الموافق

لعملية الطعارة واستخرج pH للمزيج

باستنتاج الـ pK_a بعد كتابة معادلة

التفاعل





بيانياً، نقطة التكافؤ

نرسم معامس pH عند الانعراج الأول أو معامس pH عند الانعراج الثاني
نقوم بقياس المسافة المقوسية
بين المعامسين ثم نقسم إلى قسمين
متساويين

ونقوم بالإسقاط فنجد:
($\text{pH}_E = 5.8$) ($V_A = 18 \text{ mL}$)

1/ لما ($\text{pH} = 2$) المحلول حمضي معناه
 $\text{pH} < \text{pK}_a$

ونعلم أنه
 $\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$

$\text{pK}_a + \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} < \text{pK}_a \Rightarrow$

$\log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} < 0 \Rightarrow \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} < 1$

$[\text{NH}_3] < [\text{NH}_4^+] \Rightarrow [\text{NH}_4^+] > [\text{NH}_3]$
الأغلبية

لما ($\text{pH} = 5.8$) كذلك
الصفة الغالبة هي

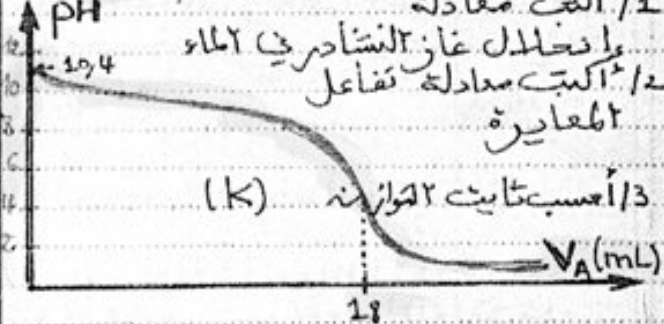
الصفة الحمضية
ولما ($\text{pH} = 9.2$) معناه
 $\text{pH} = \text{pK}_a$

$9.2 = 9.2 + \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$

$0 = \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} \Rightarrow [\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+]$
متساوية
لنفس الكمية

14) نضع في بيشر حجمها
 $V_B = 20 \text{ mL}$ من محلول غاز النشادر تركيزه المولي
يسكب تدريجياً محلول حمض كلور الماء
تركيزه المولي
 $C_A = 0.1 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

من أجل كل حجم مسكوب V_A للمحلول القوي
نقيس (pH) المزيج
لنحصل على المنحنى
1/ ألغ معادلة
2/ انحلال غاز النشادر في الماء
3/ أكتب معادلة تفاعل
المعايرة



14 عين بيانياً نقطة التكافؤ (pH_E, V_E)

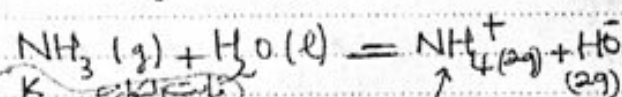
15 ماهي الأنواع التي تشكل أغلبية من
المحلول
 $\text{pH} = 5.8$ - $\text{pH} = 2$
 $\text{pH} = 9.2$

$\text{pK}_a(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3) = 9.2$

$\text{pK}_a(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}) = 0$

$\text{pK}_a(\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-) = 14$

1/ معادلة انحلال غاز النشادر في الماء



شاردة أمونيوم
 $K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{HO}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$
2/ معادلة تفاعل المعايرة
 $K = 1 = \frac{1}{K_a \cdot 10^{-9.2}}$
 $K = 1.58 \times 10^9$

من ($\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$)
 $C_A = 0.1 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$
متفرج لا يتفاعل
أقلية
أقلية
أساس
 $\text{NH}_4^+ + \text{HO}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $V_B = 20 \text{ mL}$
الثرية



15) لدينا حمض ثنائي نووي
لهيكلية في جسم النمل الأحمر
نرفق البيان الذي يوضح % الحمض و % الأماس
للثباتية ($\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$)
بذاتة pH المحلول
1/ في أي نقطة يكون
 $\text{pH} = \text{pK}_a$
بدر الإيجابية واستنتج
 pK_a للثباتية
المبروسة

$$pH = 3,8 + \log \frac{[HCOO^-]}{2[HCOOH]} \Rightarrow$$

$$pH = 3,8 + \log 0,5 \Rightarrow$$

$$pH = 3,8 - 0,30 = 3,5$$

(16) معايرة معلول منظف آلة القهوة

منظف آلة تحضير القهوة التجاري يباع على شكل مسحوق أبيض فهو يحتوي على هذه السولفاميك (H_2N-SO_3-H)

يمكن أن نرسم له بالرمز (H-A)

1/ أكتب معادلة تفاعله التام مع الماء

2/ نذيب (1,80g) منه هذا المنظف في

الماء المقطر نضع المعلوم الناتج في

حجبة عيارها 200 ml ثم نكمل

بالماء المقطر حتى الوصول

للحجم العياري نحصل على معلول (S)

تركيزه المولي C_A

نأخذ (20 ml) منه (S) بواسطة معلول

هيدروكسيد الصوديوم NaOH

تركيزه المولي $C_B = 0,1 M$

نأخذ أمثلة (PH مترية) لعملية

المعايرة

من أجل عمر مسبار

الجهان صمنا على البيان التالي

1/ أكتب معادلة التفاعل

2/ أوجد إحداثيات نقطة التكافؤ

3/ أكتب الترتيب المولي (C_A)

للمعلول (S) ثم استنتج كمية الحمض

(HA) المحتواة في المعلوم (S)

4/ عين النسبة المئوية لنقاوة المادة

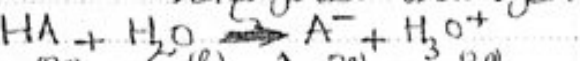
(HA) في المنظف التجاري

5/ أكتب الكاشف المناسب لهذه الطعائر

برر الإجابة

البيان	B.B.T	البيان
$3,1 < pH < 4,4$	$< pH <$	$8,1 < pH < 10$

أخذ معادلة التفاعل مع الماء



(29) (L) (P4) (29)

ت

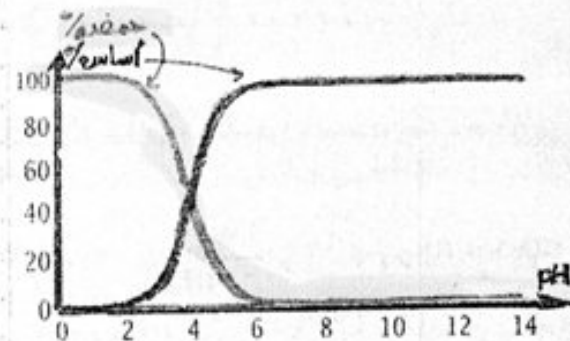
2/ منه أجل $(pH=5)$ عين % نسبية الحمض و % للأساس

3/ عين (pH) المعلوم منه أجل

$$[HCOOH]_{eq} = 2[HCOO^-]$$

وهل يمكن إيجاد (pH)

باستخدام العلاقة بين pK_2 و pH



$$pH = pK_2 + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

لدينا

$$\log \frac{[A^-]}{[HA]} = 0 \quad (pK_2 = pH) \quad \text{معناه}$$

$$\Rightarrow [A^-] = [HA]$$

$$[HCOO^-] = [HCOOH] \quad \text{معناه}$$

نقطة التفاعل بالاستقام نجد:

$$(pH = pK_2 = 3,8)$$

2/ لما $(pH=5)$

$$[HCOOH] = 6\% \quad \text{منه}$$

$$[HCOO^-] = 94\% \quad \text{أساس}$$

$$[HCOOH] = 2[HCOO^-] \quad \text{لما}$$

$$\text{معناه} \quad 100 = \text{أساس} \% + \text{منه} \%$$

$$2[HCOO^-] + [HCOOH] = 100 \Rightarrow$$

$$3[HCOO^-] = 100 \Rightarrow [HCOO^-] = \frac{100}{3}$$

$$[HCOO^-] = 33\%$$

$$[HCOOH] = 67\%$$

معناه منه البيان

لما $[HCOO^-]$

الأساس $\frac{1}{3}$ تساوي

بالاستقام نجد $pH = 3,5$

لذلك يمكن حساب ال (pH) من العلاقة

$$pH = pK_2 + \log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$$

$$[HCOOH]$$

$$P = 83,3\%$$

الكاشف الواجب استخدامه هو
أزرق البروموتيمول لأن
(PH) عند التكافؤ (PH=7,6) ينتمي
لمجال تغير B.B.T

17 بطاقة منظف تجاري (deboucheur)
تحتل المعلومات التالية

$$\rho = 1,23 \text{ kg/L} \quad \text{نسبة النقاة } 20\%$$

$$M_{NaOH} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

زبد التأكد منه هذه

المعلومات

1/ أحسب التركيز المولي لهيدروكسيد
الصوديوم في المحلول التجاري

2/ ضد المحلول التجاري 100 مرة للحصول على
المحلول (S) واسطرغ البروتوكول
التجريبي

3/ بفأثر حجم $V_0 = 20 \text{ ml}$ من المحلول (S)
بواسطة محلول 2 منه كلور الماء تركيزه
المولي $C_A = 0,10 \text{ mol/L}$
المتابعة الـ (PH) مترية أعطت مايلي

$V_A \text{ (ml)}$	2	4	6	8	10	11	12	12,5
PH	12,7	12,6	12,5	12,3	12,0	11,6	10,8	10,0
$V_A \text{ (ml)}$	13,5	14	15	16	17	20	20	25
PH	9,9	9,1	8,4	7,9	7,7	7,5	7,4	7,3

4/ أكتب معادلة تفاعل المعايرة

$$PH = f(V_A)$$

ب/ أرسم البيانه

ج/ عين واحدة نقي نقطة التكافؤ

د/ واسطرغ التركيز المولي للمحلول (S)

وكذلك للمحلول التجاري

هـ/ قارنه بين النتيجة التجريبية

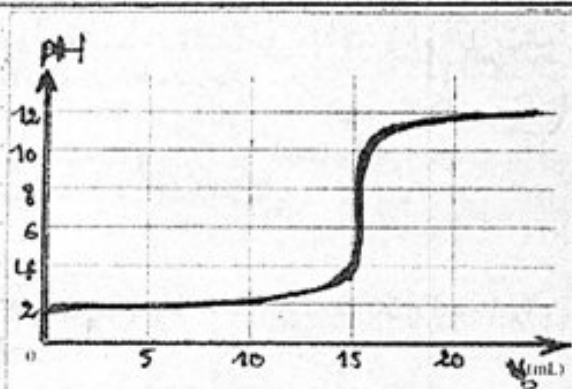
والنتيجة المعسوبة في السؤال (1)

حساب التركيز المولي للمحلول التجاري:

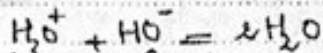
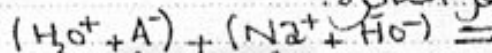
$$\rho = 1,23 \text{ kg/L} = 1230 \text{ g/L}$$

لينا نسبة النقاة 20%

$$\left. \begin{array}{l} 100 \text{ g} \rightarrow 20 \text{ g} \\ 1230 \text{ g} \rightarrow m \end{array} \right\} \Rightarrow m = \frac{1230 \times 20}{100}$$



معادلة تفاعل المعايرة:



بما وجدنا التكافؤ، نستخرج لحرارة
المعايير المتوازنة وبالإسقاط نجد:
(PH = 7,6, $V_E = 15,4 \text{ mL}$)

3/ حساب التركيز المولي: عند التكافؤ
لدينا

$$C_A = \frac{C_B V_B}{V_A} \Rightarrow C_A = \frac{0,10 \times 15,4}{20}$$

$$C_A = 7,7 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

لينا

$$C_A = \frac{n}{V} \Rightarrow n = C_A V_A$$

$$n = 7,7 \times 10^{-2} \times 200 \times 10^{-3}$$

$$n = 15,4 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

القيمة (HA) المتباعدة في (200 mL)

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \cdot M$$

$$m = 15,4 \times 10^{-3} (2 + 14 + 36 + 48 + 1)$$

$$m = 15,4 \times 10^{-3} (97) \Rightarrow m = 1,50 \text{ g}$$

ثلاثة القيمة النقي الموجودة في

(200 mL) محلول حمضي

حساب نسبة النقاة:

أذن بنا 1,80 g منه تجاري معناه

نسبة النقاة

$$P = \frac{m_{\text{نقي}}}{m_{\text{تجاري}}} \times 100 \Rightarrow P = \frac{1,50}{1,80} \times 100$$

جاءت أعداد ثبات التكافؤ: باستخدام طريقة المعادلات المتوازنة

$$(V_E = 13,5 \text{ mL}) \quad (pH_E = 7)$$

لدينا عند التكافؤ

$$(C_A V_A = C_B V_B) \Rightarrow$$

$$0,10 \times 13,50 = C_B \times 20 \Rightarrow C_B = 0,0675 \text{ mol/L}$$

وهو تركيز المحلول البنت ولدينا

$$S = \frac{C}{C_0} \Rightarrow 100 = \frac{C}{0,0675}$$

$$C = 6,7 \text{ mol/L} \quad \text{تركيز المحلول التجاري تجريبي}$$

المقارنة بين التنتجتين

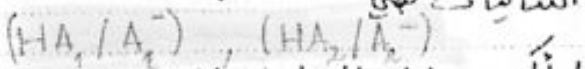
$$C = 6,15 \text{ mol/L} \quad \text{معناه: المكتبات}$$

$$C = 6,70 \text{ mol/L} \quad \text{التجربة}$$

$$\Delta C = ? \quad \text{الحظ النسبي}$$

$$= \frac{16,70 - 6,15}{6,15} = 0,089 \Rightarrow \Delta\% = 8,9\%$$

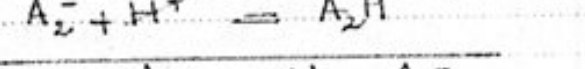
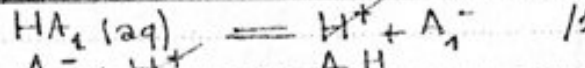
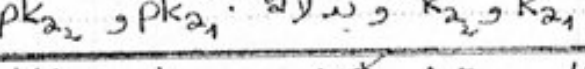
(18) تفاعل مع (HA_1) مع أساسه (تنتج) التنتجات هي



1/ أكتب معادلة التفاعل الحادث

2/ أكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة تركيز الشوارد المتناوبة في المحلول

3/ أكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة K_1 و K_2 و pK_1 و pK_2



$$K = \frac{[HA_2][A_1^-]}{[HA_1][A_2^-]} \quad 3/$$

$$K_1 = \frac{[H_3O^+][A_1^-]}{[HA_1]}, \quad K_2 = \frac{[H_3O^+][A_2^-]}{[HA_2]}$$

$$(K_1/K_2) \quad \text{بالقسمة}$$

$$K_1/K_2 = \frac{[H_3O^+][A_1^-]}{[HA_1]} \cdot \frac{[HA_2]}{[H_3O^+][A_2^-]} = \frac{[HA_2][A_1^-]}{[HA_1][A_2^-]}$$

$$K_1/K_2 = \frac{[HA_2][A_1^-]}{[HA_1][A_2^-]}$$

$$K_1/K_2 = \frac{[HA_2][A_1^-]}{[HA_1][A_2^-]}$$

معناه: (1L) من المحلول التجاري

يحتوي على (246 g) أساسه نقي

ومنه: التركيز الكتلي

$$C_m = \frac{m}{V} = \frac{246 \text{ g}}{1 \text{ L}} = 246 \text{ g/L}$$

ومنه التركيز المولي

$$C = \frac{C_m}{M} = \frac{246}{40} = 6,15 \text{ mol/L}$$

الصبو $NaOH$ $33 \quad 16$

لناخذ من المحلول الأم (10 mL)

بواسطة ماصة زجاجية مزودة بإبرة

تضع داخل حويلة سعتها (1000 mL)

لأننا مددنا (100 مرة) معناه

$$S = \frac{V}{V_0} = \frac{1000}{10} = 100$$

جميع المحلول (V = 1000 mL) البنت

تحت مدخنة (hotte) وبأسكال

بظارات وقفا زجاجة الأيدي

لناخذ (10 mL) من المحلول التجاري

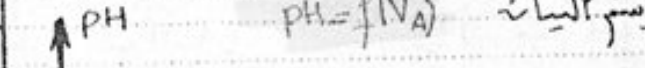
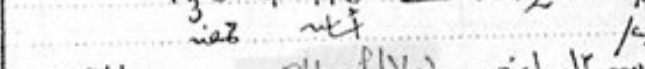
داخل حويلة (1000 mL) سعتها

ونكمل بالماء المقطر حتى الوصول للحظ العاري

ثم نسد الحويلة ونقلب قلبيتين أو

ثلاثية لتجانس المزيج ويكون المحلول جاهز

3/ معادلة تفاعل المعايرة



رسم البيان

نقطة التكافؤ

4 mL

PH

14

12

10

8

6

4

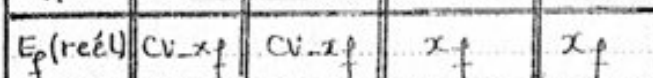
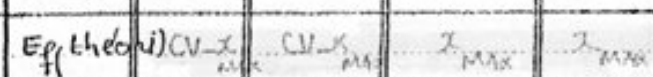
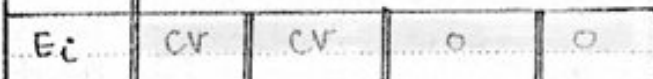
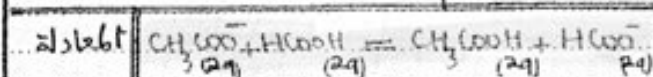
2

0

4 8 12 16 20 24 30

$V_A(\text{mL})$

$$K = 10^{4,8-3,8} \Rightarrow K = 10 \quad \text{3. جدول التقدم}$$



$$[\text{HCOO}^-] = \frac{x_f}{2V}, \quad [\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{x_f}{2V}$$

$$K = \frac{(x_f/2V)(x_f/2V)}{(CV - x_f)(CV - x_f)}$$

$$K = \frac{x_f^2}{(CV - x_f)^2} \Rightarrow \sqrt{K} = \frac{x_f}{CV - x_f}$$

$$x_f = CV\sqrt{K} - x_f\sqrt{K} \Rightarrow$$

$$x_f + x_f\sqrt{K} = CV\sqrt{K} \Rightarrow$$

$$x_f(1 + \sqrt{K}) = CV\sqrt{K} \Rightarrow$$

$$x_f = \frac{CV\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$$

$$x_f = \frac{10^{-2} \times 10^{-2} \sqrt{10}}{1 + \sqrt{10}} = 7,6 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

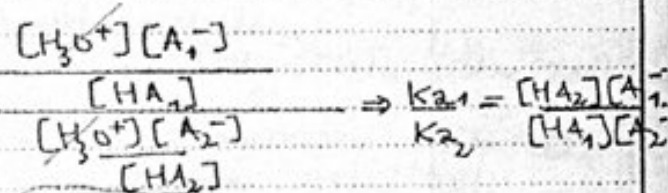
$$CV = x_{\text{max}} \Rightarrow x_{\text{max}} = 10^{-2} \times 10^{-2}$$

$$x_{\text{max}} = 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} \Rightarrow \tau = \frac{7,6 \times 10^{-5}}{10^{-4}} = 0,76$$

$$\tau = 0,76 \Rightarrow \tau = 76\%$$

$$100\% \neq \tau \quad \text{التحول غير كامل}$$



$$K_{a1} = K$$

$$K_{a2}$$

$$K = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{10^{-\text{pk}_{a1}}}{10^{-\text{pk}_{a2}}} \quad 13.$$

$$K = 10^{\text{pk}_{a2} - \text{pk}_{a1}}$$

19. داخل كأس، ييسر فنزج حجمة $V = 10 \text{ mL}$ من محلول راتثانوات الصوديوم $(\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+)$ تركيزه المحلول $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ مع 10 mL من محلول حمض اكليليا نوكليك (HCOOH) التركيز المولي $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

1. أكتب معادلة التفاعل المتفنج لهذا التحول

2. أحسب ثابت التوازن (K) لهذا التفاعل

3. أنجز جدول التقدم

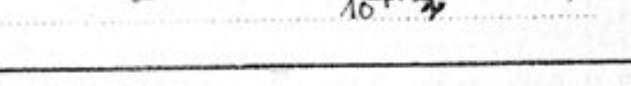
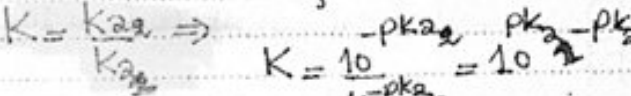
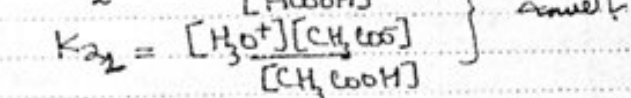
4. أكتب عبارة K بدلالة x_f و C و V

5. أاستنتج قيمة x_f

6. أحسب التقدم الأعظمي x_{max}

7. أحسب نسبة التقدم النهائي

ما ذا يمكننا القول من هذا التحول



٢٥) توجه في مختبر الثانوية حولية تحتوي 1
علم مطول مركز لهنة كلور الماء تقل المعلومات
٣٣ لتلياً منه ٤. كلور الهيدروجين
نيسي هذا المطول (٥)

نريد معرفة التركيب المولي للمحلول (ج)

طرحه I: بعد 1000 مرة أطول (S_1)
نحصل على أطول (S_1) تركيزه
أطوي (C_1)

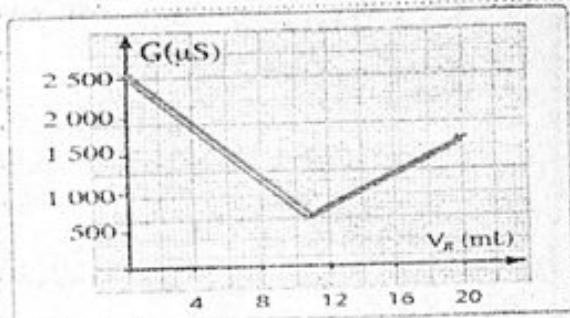
الطريقة الثانية: نأخذ عرجا $V_1 = 100 \text{ ml}$ من
محلول العينة عن طريق قياسي
الناتجة بواسطة مخطط هيدروكسيد
الصوديوم تركيزه المولي
 $C_B = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$
نرى في البيان $G = f(V_B)$

اللب معادلة تفاعل مطايرة
عين بيانها حجم (V_{BE}) عند السكافو

أو بعد علاقة بين V_{BE} , C_B , V_1 , C_1 عند التكافؤ
وراستنتاج C_1

١. عين التركيز الطولي (C_0) للمطول (S_0)

المطانية في (ال) من أطول (م) أكبر العبد وعبد



معادلة تفاعل المتعاقبة

$$(H_3O^+ + Cl^-) + (NaOH \rightarrow NaCl + H_2O)$$

↑ ↑
هيدروكسيد قوي حمض قوي

النتيجة: H_2O

2. عند التكافؤ تكونه النافلية
عند أدنى قيمة لها
بالإسقاط نجد: ($V_{BE} = 10,6 \text{ mL}$)

3/ عند التكافؤ: $(n_{H_3O^+} = n_{HO^-})$
 $C_A V_A = C_B V_B \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2$
 $C_1 = \frac{1,0 \times 10^{-2} \times 196}{100} = 9,106 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$

4/ حساب تركيز الملول (S₀)

$$S = \frac{C_0}{C_1} \Rightarrow 1000 = \frac{C_0}{0,106 \times 10^{-1}} \Rightarrow$$
$$C_0 = 0,106 \times 10^{-1} \times 1000 \Rightarrow$$
$$C_0 = 10,6 \text{ mol/L}$$

(2L) (HCl) قابل ذائب / 5

$$C_1 = \frac{n_1}{V_1} \Rightarrow n_1 = C_1 V_1 \Rightarrow$$
$$\frac{m}{M} = C_1 V_1 \Rightarrow m = C_1 V_1 \cdot M \Rightarrow$$
$$m = 0,106 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-3} \times 36,5$$
$$m = 3,87 \times 10^{-2} \text{ g}$$

حساب نسبة التقاوة :

$$Q_{rc} = \frac{[NH_4^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-][NH_3]} = 0$$

4/ كسر التفاعل النهائي

$$Q_{rf} = \frac{[NH_4^+]_f [CO_3^{2-}]_f}{[HCO_3^-]_f [NH_3]_f}$$

$$Q_{rf} = \frac{(x_f/v) (x_f/v)}{(n_{01}-x_f)(n_{02}-x_f)}$$

$$Q_{rf} = \frac{x_f^2}{(n_{01}-x_f)(n_{02}-x_f)}$$

لدينا من جدول التقدم :

$$n_{01} - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = n_{01} = C_1 V_1$$

$$n_{01} = 0,15 \times 30 \times 10^{-3} = 4,5 \text{ m.mol}$$

$$n_{02} = C_2 V_2 = 0,10 \times 20 \times 10^{-3} \Rightarrow n_{02} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2 \text{ mmol}$$

$$\begin{cases} x_{max,1} = 4,5 \text{ m.mol} \rightarrow \text{مرفوضة} \\ x_{max,2} = 2 \text{ m.mol} \rightarrow \text{مقبولة} \end{cases}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max,2}} \Rightarrow x_f = (x_{max,2}) \tau$$

$$x_f = 2\tau \quad Q_{rf} \text{ نفوض في نجد}$$

$$Q_{rf} = \frac{(2\tau)^2}{(4,5-2\tau)(2-2\tau)} \Rightarrow$$

$$Q_{rf} = \frac{4\tau^2}{(9-13\tau+4\tau^2)} \Rightarrow$$

$$Q_{rf} = \frac{4\tau^2}{4\tau^2 - 13\tau + 9}$$

نضع $Q_{rf} = K$ ونعبر عنه

$$K = \frac{4\tau^2}{4\tau^2 - 13\tau + 9} \Rightarrow$$

$$7,9 \times 10^{-2} = \frac{\tau^2}{\tau^2 - 3,25\tau + 2,25}$$

$$P = \frac{n_{\text{منتج}}}{n_{\text{مركب}}} \times 100 \Rightarrow P = \frac{3869 \times 100}{1160}$$

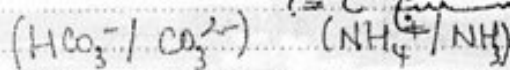
$$P = 33,35\%$$

هذه النسبة تتفق مع الكتابة المبرونة على البطاقة بخطأ قياس مقبول

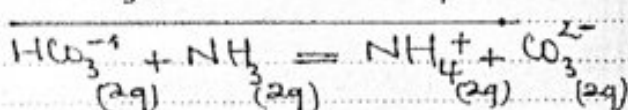
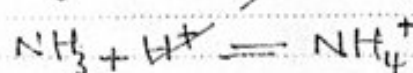
21/ نضع : $V_1 = 30 \text{ ml}$ من محلول $(Na^+ HCO_3^-)$ بتركيز $C_1 = 0,15 \text{ mol/L}$ و $V_2 = 20 \text{ ml}$ من محلول النشادر (NH_3) بتركيز $C_2 = 0,10 \text{ mol/L}$

1/ معادلة التفاعل
2/ جدول التقدم
3/ كسر التفاعل الابتدائي Q_{rc}
4/ عبر عنه Q_{rf} فحالة التوازن بدلالة المنتجة النهائية للتقدم

5/ علما أنه ثابت التوازن $K = 7,9 \times 10^{-2}$ راسمنا $\tau = ?$



معادلة التفاعل :



2/ جدول التقدم

المركبات المتفاعلة	$HCO_3^- + NH_3 = NH_4^+ + CO_3^{2-}$			
$E_{i=0}$	n_{01}	n_{02}	0	0
E_{inter}	$n_{01} - x$	$n_{02} - x$	x	x
$E_f(\text{theor})$	$n_{01} - x_{max}$	$n_{02} - x_{max}$	x_{max}	x_{max}
$E_f(\text{réelle})$	$n_{01} - x_f$	$n_{02} - x_f$	x_f	x_f

3/ كسر التفاعل الابتدائي

3/ عبارة كسر التفاعل

$$Q_{rf} = \frac{[HCOO^-][CH_3COOH]}{[HCOOH][CH_3COO^-]}$$

$$Q_{rf} = \frac{(1+x)/V (1+x)/V}{(1-x)/V (2-x)/V}$$

$$Q_{rf} = K = \frac{(1+x)^2}{(1-x)(2-x)}$$

$$10 = \frac{(1+x)^2}{(1-x)(2-x)}$$

$$10(1-x)(2-x) = (1+x)^2 \Rightarrow$$

$$10(2 - 3x + x^2) = 1 + 2x + x^2$$

$$20 - 30x + 10x^2 = x^2 + 2x + 1 \Rightarrow$$

$$9x^2 - 32x + 19 = 0$$

$$\Delta = 1024 - 4(9)(19) = 340$$

$$\sqrt{\Delta} = 18,43 > 0 \Rightarrow$$

$$x_1 = \frac{32 + 18,43}{2(9)} = 2,80 \text{ mmol}$$

$$x_2 = \frac{32 - 18,43}{2(9)} = 0,75 \text{ mmol}$$

$$x_1 = 2,80 \text{ mmol}$$

(x_{max})

$$x_2 = x_f = 0,75 \text{ mmol}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{0,75}{1} = 75\%$$

$$\tau^2 = 7,9 \times 10^{-2} \tau^2 - 0,256 \tau + 0,177$$

$$\tau^2 - 0,079 \tau^2 + 0,256 \tau - 0,177 = 0$$

$$\tau^2 \times 0,921 + 0,256 \tau - 0,177 = 0 \Rightarrow$$

$$(\tau^2 + 0,28 \tau - 0,192 = 0)$$

$$\Delta = 0,0784 - 4(1)(-0,192) = 0,846 > 0$$

$$\tau_1 = \frac{-0,28 + 0,92}{2} = 0,32 = 32\%$$

$$\tau_2 = \frac{-0,28 - 0,92}{2} = -0,60 \text{ سالب مرفوض}$$

$$\tau = 32\% \text{ نسبة التقدّم}$$

$$V = 100 \text{ mL} \text{ محلول مخفف}$$

$$t=0 \begin{cases} 1 \text{ mmol } (HCOOH) \\ 2 \text{ mmol } (CH_3COO^-) \\ 1 \text{ mmol } (CH_3COOH) \\ 1 \text{ mmol } (HCOO^-) \end{cases}$$

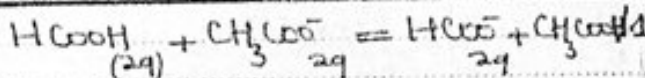
التفاعل يتطور في اتجاه تشكل هيدروكربون

1/ معادلة التفاعل بين هيدروكربون وشاردة الأنيونات

2/ جدول التقدّم

3/ أو حد عبارة كسر التفاعل

4/ علماً أن K=10

أحسب x_f وأحسب (τ)

2/ جدول التقدّم

حالة التفاعل	$HCOOH$	CH_3COO^-	$HCOO^-$	CH_3COOH
E_c	1mmol	2mmol	1mmol	1mmol
E_{int}	$1-x$	$2-x$	$1+x$	$1+x$
E_f (theoretical)	$1-x_{\text{max}}$	$2-x_{\text{max}}$	$1+x_{\text{max}}$	$1+x_{\text{max}}$
E_f (real)	$1-x_f$	$2-x_f$	$1+x_f$	$1+x_f$

(23) المشروبات الغازية السكرية (Limonade)

مكونة من الغليوكوز (Glucose)

و CO_2 و هيدروكربون (H₂A) هيدروكربونالذي يمتصه (H₂A) هيدروكربون

تأخذ 200 mL من المشروب

الغازي من غاز CO_2 نصف له هيدروكربون

المحلول (NaOH) التركيز المولي

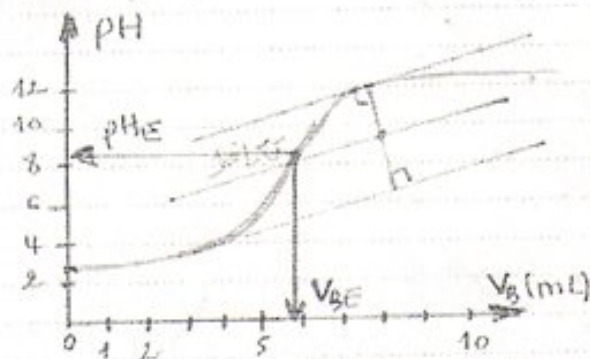
 $C_B = 10 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ عند كل إضافة للحدود

نقوم بقياس pH المتغير

فتمثل على جدول القياسات التالي

$$pH = f(V_B)$$

رسم البيانية



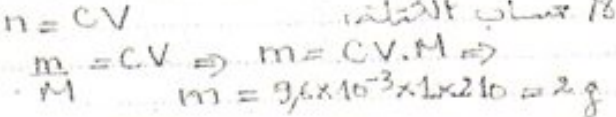
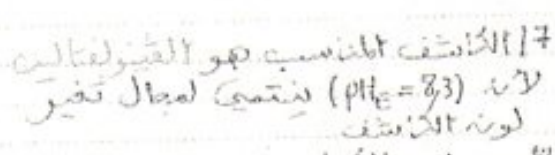
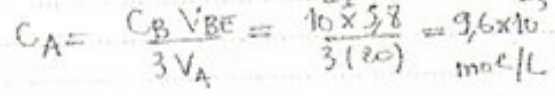
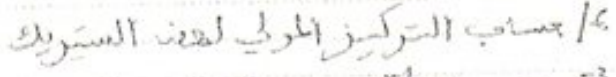
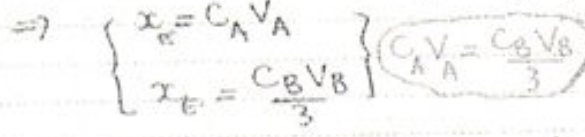
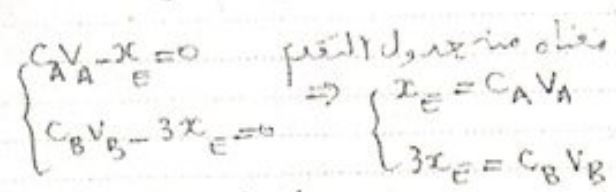
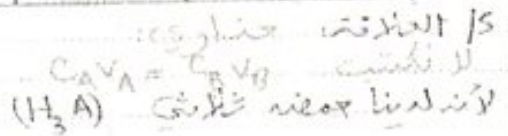
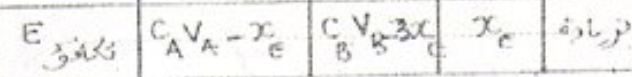
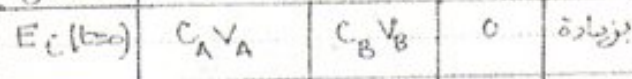
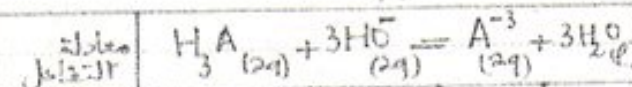
إحداثيات التكافؤ
($V_{BE} = 5.8 \text{ mL}$) ($pH_E = 8.3$)

4 جدول القيم

$V_B (\text{mL})$	0	1	1.5	2	2.5	3.0	3.5
pH	2.7	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2

$V_B (\text{mL})$	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7
pH	5.6	6.0	6.4	6.9	7.3	10.0	10.5

$V_B (\text{mL})$	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5
pH	10.6	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3



1 أكتب معادلة التفاعل المتوقعة لهذا التحويل

2 ارسم البيانية $pH = f(V_B)$

3 عين بإحداثيات نقطة التكافؤ

4 أتعيز جدول القيم

5 واستنتج العلاقة بين V_{BE} و V_A

6 أحسب التركيز المولي لحمض الستريك

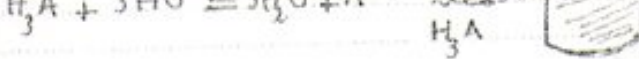
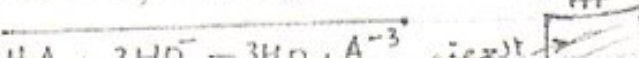
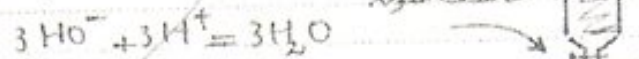
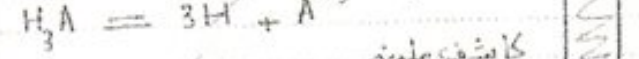
7 ما هو الكاشف المناسب لهذه المعادلة

لهذه المعادلة

أحمر الفينيل $4.2 \leq pH \leq 6.2$
أزرق البروموثيمول $6.0 \leq pH \leq 7.6$
الفينولفثالين $8.2 \leq pH \leq 10.0$

8 ما هي كتلة حمض الستريك (C₆H₈O₇ · 1.5H₂O) الواجب استعمالها لتحضير (1L) من المتحريك القاري

معادلة التفاعل:



نكمل بإعداد المخطط التجريبي التالي للحصول على
للحصول على محلول متجانس

1/2 مقياس التكافؤ: عند التكافؤ (H⁺)
تبقى مفعول (H⁺)

معدن (H⁺) معناه كمية مادة
المحلول المتكافؤ

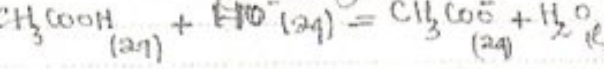
و المحلول المتكافؤ
تبقى بدورها الكمية

ب/ وإعدادات التكافؤ
باعتبار طريقة

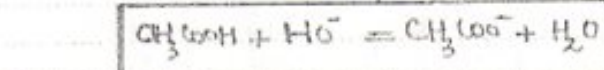
المعادلة المتوازنة
نجد: HA

(pH_E = 3,7 - V_{BE} = 26,8 mL)

1/2 معادلة التفاعل المتوازنة:



جدول التقدم



زيادة

état initial

état final

العلاقة بين كميات المادة

$\begin{cases} C_A V_A - x_E = 0 \\ C_B V_B - x_E = 0 \end{cases} \Rightarrow x_E = C_A V_A$

$\Rightarrow x_E = C_B V_B$

حساب تركيز العينة

$C_A = \frac{C_B V_B}{V_A} = \frac{0,10 \times 26,8}{20} \Rightarrow C_A = 0,134 \text{ mol/L}$

حساب تركيز المحلول الأم: $C = \frac{C_0}{10} \Rightarrow C_0 = 10 C = 10 \times 0,134$

$\Rightarrow C_0 = 1,34 \text{ mol/L}$

التركيز الكتلي: $C_m = C_0 \times M \Rightarrow C_m = 1,34 \times 60 = 80,4 \text{ g/L}$

1/3 درجة العوزة: $\rho = 1010 \text{ g/L}$

معناه: $C_m = 80,4 \text{ g/L}$

درجة العوزة = $\frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{الجملي}} = \frac{100 \times 80,4}{1010}$

24) لدينا خل تجاري درجة (8°)

معناه كمية (8g) حمض إيثانويك نقي في 100g

خل تجاري

1/ ذخير محلول حجمه $V = 100 \text{ mL}$

وهذا يتحدد بالمحلول الأم

حيث $C = \frac{C_0}{10}$ (تركيز المحلول البنت)

2/ نأخذ حصة معينة $V_A = 20 \text{ mL}$

من المحلول الأم ونضيف له محلول

هيدروكسيد الصوديوم $(\text{Na}^+ + \text{OH}^-)$ تركيز

نقوم بقياس ال (pH) المزيج بعد كل $C_B = 0,10 \text{ mol/L}$

في ملاحظة محل على البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه

البيانه