الوحدة الرابعة: **الأستاذ: إبديون.ع**

سلسلة تمارين رقم: 01

تمرين رقم:01

كل القياسات مأخوذة في درجة الحرارة $25\,°C$.

I ـ حضرنا محلول (S_0) لمحلول حمض الايثانويك $(CH_3COOH\,(aq))$ تركيزه المولي $c_0 = 0{,}1 mol/L$ بإذابة كتلة m من الايثانويك النقي في حجم $V = 100\,mL$ من الماء المقطر ،نقيس قيمة الـ pH له نجد $2{,}9$.

1ـ أ ـ جد قيمة الكتلة m .

ب ـ اذكر البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S_0) .

2ـ أ ـ اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي بين حمض الايثانويك والماء.

ب ـ هل التفاعل السابق تم: بين حمض وأساسه المرافق أو حمض الثنائية وأساس لثنائية أخرى ؟

3ـ أ ـ انشئ جدول تقدم التفاعل .

ب ـ احسب قيمة نسبة التقدم النهائي للتفاعل τ_f ،ماذا تستنتج ؟.

جـ ـ احسب قيمة ثابت التوازن K للتفاعل.

يعطى: $M(CH_3COOH) = 60\,g/mol$.

II ـ انطلاقا من المحلول (S_0) السابق نحضر محاليل (S_i) ممددة وذلك بأخذ في كل مرة حجما $V_0 = 10mL$ من المحلول الأصلي (S_0) ونضيف له حجما مناسبا من الماء المقطر V_{H_2O} .

وعند حدوث التوازن الكيميائي للمحاليل (S_i) المحضرة نقوم بقياس الـ pH لكل محلول فنحصل على النتائج المدونة في الجدول التالي :

المحاليل (S_i)	(S_1)	(S_2)	(S_3)	(S_4)	(S_5)	(S_6)
$V_{H_2O}(mL)$	0	10	20	40	60	90
pH	2,9	3,05	3,15	3,25	3,30	3,40
$c(mol/L)$						
$-\log(c)$						

1ـ أ ـ اكتب عبارة التركيز المولي c للمحاليل (S_i) بدلالة c_0 و V_0 و V_{H_2O} .

ب ـ اكمل الجدول .

جـ ـ اذكر الخطوات العملية لتحضير المحلول (S_3) .

2ـ أ ـ اعتمادا على سلم رسم مناسب ،ارسم البيان $pH = f(-\log(c))$.

ب ـ اكتب المعادلة الرياضية للبيان.

3ـ أ ـ جد العلاقة النظرية بين pH و pKa للثنائية $(CH_3COOH\,(aq)/CH_3COO^-(aq))$.

ب ـ باهمال $[CH_3COO^-]$ أمام c بين أن : $pKa = 2pH + \log(c)$.

4ـ استنتج قيمة pKa للثنائية $(CH_3COOH\,(aq)/CH_3COO^-(aq))$.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

تمرين رقم:02

حمض البنزويك (C_6H_5COOH) مسحوق لونه أبيض يستعمل كمادة حافظة في صناعة المواد الغذائية و المشروبات الغازية خاصة .

I ـ 01) نقوم بتحضير محلول (S_0) لحمض البنزويك $C_6H_5COOH(aq)$ تركيزه المولي c_0 وذلك بإذابة كتلة m_0 من مسحوق حمض البنزويك النقي في حجم قدره $V_0 = 100\,mL$ من الماء المقطر، تم قياس الـ pH له عند درجة الحرارة $\theta = 25°C$ فوجد $pH_0 = 2,61$.

1ـ اكتب معادلة التفاعل للتحول الكيميائي الحادث بين حمض البنزويك والماء.

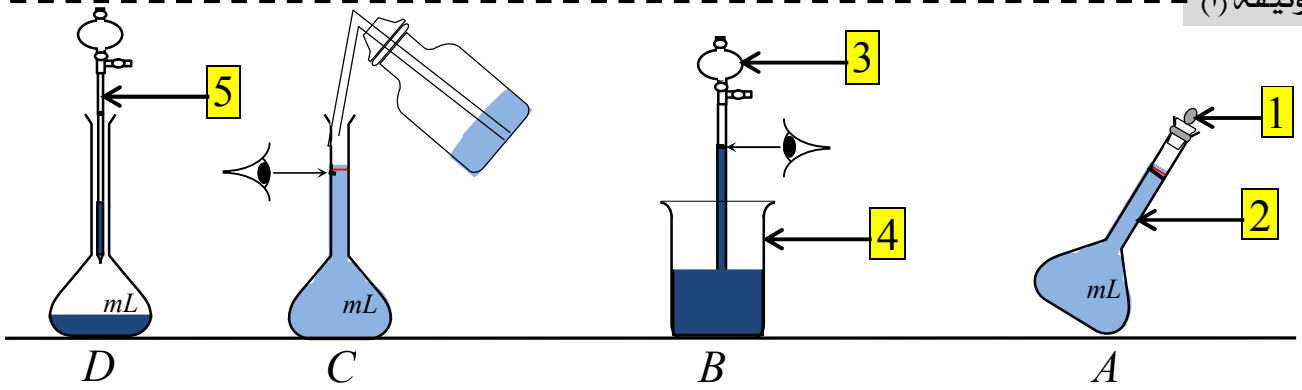
2ـ اعتمادا على جدول تقدم التفاعل بين أن عبارة النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_{1f} تكتب بالشكل :

$$\tau_{1f} = \frac{1}{c_0 \times 10^{pH_0}} .$$

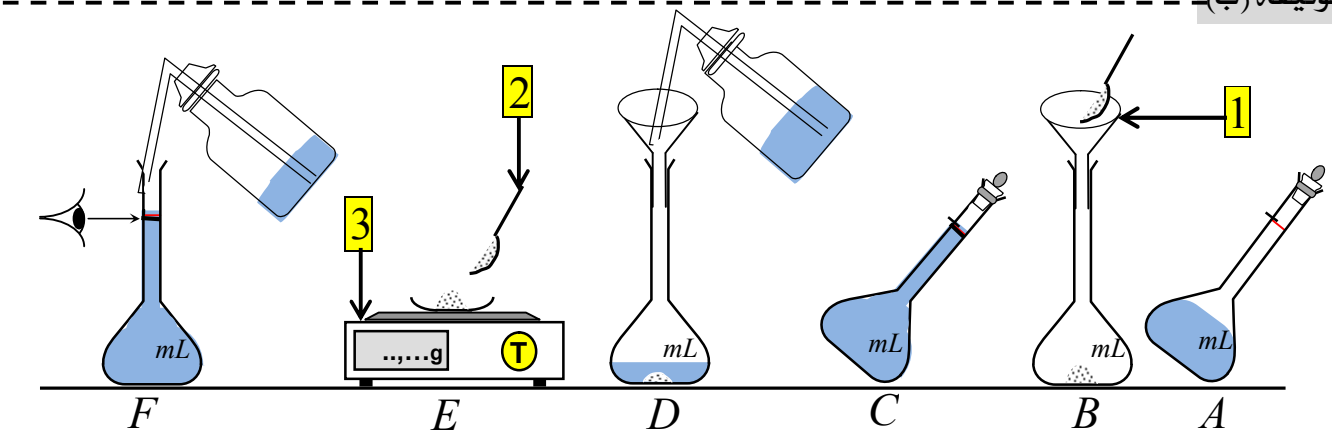
02) ـ نأخذ عينة من المحلول (S_0) ونمددها 10 مرات فنتحصل على المحلول (S_a) تركيزه المولي c_a .

1ـ إليك الوثيقتين التاليتين التي تمثل إحداهما طريقة تحضير المحلول (S_0) والأخرى خاصة بتحضير المحلول (S_a) .

الوثيقة (أ)



الوثيقة (ب)



ـ انسب كل وثيقة بطريقة تحضير المحلول المناسب .

2ـ أ ـ سم العناصر المرقمة المشار إليها في كل وثيقة .

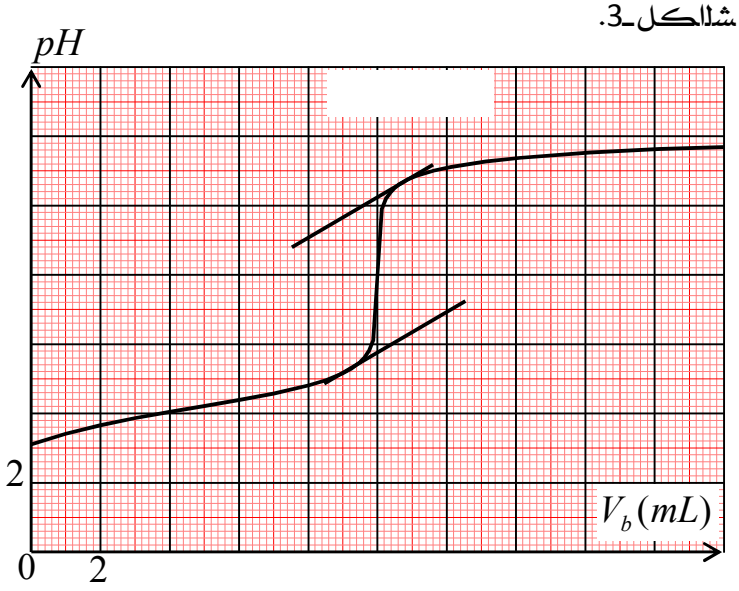
ب ـ رتب الخطوات ترتيبا صحيحا لكل وثيقة مع الشرح البسيط حتى نتمكن من التحضير الجيد لكل محلول .

II ـ لتحديد التركيز المولي c_0 :

ـ نأخذ حجما قدره $V_a = 20mL$ من المحلول (S_a) واعتمادا على تقنية المعايرة الـ pH مترية تمت معايرته بواسطة محلول الصود $(Na^+ + OH^-)(aq)$ ، وبناءا على النتائج التجريبية $c_b =$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

تمكنا من رسم المنحنى البنايي $pH=f(V_b)$ الموضح في شالكل-3.



1ـ أ اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

ب ـ شانئ جدقد ولدم التفاعل. شالكل-3

2ـ أ ـ جد بيانيا إحداثيتي نقطة التكافؤ E.

ب ـ استنتج قيمة ثابت الحموضة pKa للثنائية $(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-)$.

3ـ عند إضافة حجم $V_b=7mL$ من السحاحة:

أ ـ بين أن عبارة نسبة التقدم النهائي τ_{2f} لتفاعل المعايرة تكتب بالشكل $\tau_{2f}=1-\frac{K_e\times 10^{pH}}{c_b}\left(1+\frac{V_b}{V_a}\right)$.

ب ـ جد قيمة τ_{2f} ماذا تستنتج؟

4ـ أ ـ جد قيمة c_a ثم استنتج قيمة c_0.

5ـ أ ـ جد قيمة τ_{1f} ماذا تستنتج؟

ب ـ احسب قيمة m_0.

المعطيات: كل المحاليل مأخوذة عند درجة الحرارة $\theta=25°C$.

$M(H)=1g.mol^{-1}$ ، $M(O)=16g.mol^{-1}$ ، $M(C)=12g.mol^{-1}$ ، $K_e=10^{-14}$.

تمرين رقم:03

يقدر الإنتاج العالمي من مادة الأمونياك حوالي 160 مليون طن سنويا و يستعمل هذه المادة في مجالات عدة ، حيث تستخدم بالدرجة الأولى لتصنيع الأسمدة الأزوتية في ميدان الزراعة لتخصيب التربة و تستخدم كذلك كمادة أولية في صناعة الأدوية و البلاستيك و غيرها.

I ـ دراسة المحلول المائي للأمونياك:

نعتبر محلولا مائيا (S_B) للأمونياك $(NH_3)(aq)$ حجمه V و تركيزه $C_B=2\times10^{-2}mol/L$. أعطى قياس الـ pH هذا المحلول القيمة $pH=10,74$.

1ـ اكتب معادلة تفاعل الأمونياك مع الماء.

2ـ انشئ جدول تقدم التفاعل.

3ـ أ ـ بين أن عبارة نسبة التقدم النهائي (τ_f) لهذا التفاعل تكتب من الشكل $\tau_f=\frac{Ke}{C_B\times10^{-pH}}$،

ب ـ احسب قيمته ، ماذا تستنتج؟

4ـ عبر عن عبارة كسر التفاعل Q_{r_f} عند التوازن بدلالة C_B و τ_f ، أحسب قيمته.

5ـ تحقق من قيمة pKa للثنائية (NH_4^+ / NH_3).

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

II ـ معايرة محلول الأمونياك بواسطة محلول حمض كلور الماء $\left(H_3O^+(aq)+Cl^-(aq)\right)$:

نقوم بمعايرة محلول مائي للأمونياك $\left(S'_B\right)$ حجمه $V_B=20mL$ تركيزه C'_B بواسطة محلول مائي لحمض كلور الماء $\left(S_A\right)$ ذي التركيز المولي $C_A=2\times10^{-2}\,mol/L$ بقياس الـ pH .

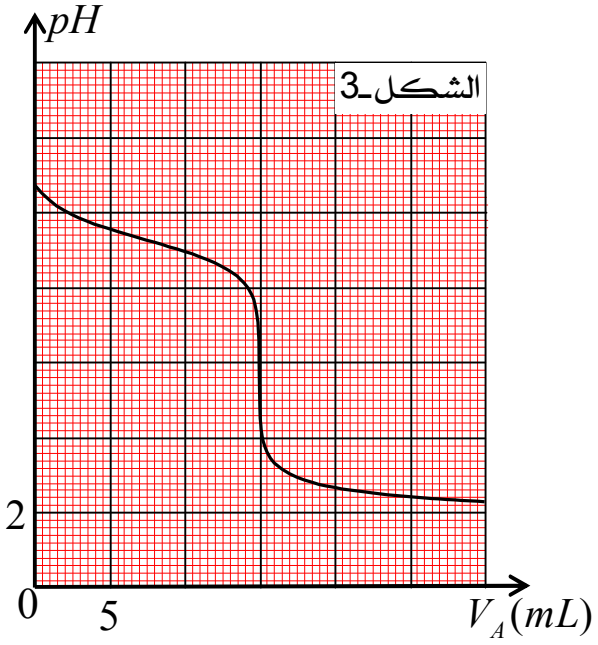
1ـ اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2ـ يمثل المنحنى الممثل في الشكل ـ 3 تغير الـ pH الخليط بدلالة الحجم V_A للمحلول $\left(S_A\right)$ لحمض كلور الماء المضاف.

أ ـ حدد الإحداثيتين V_{AE} و pH_E لنقطة التكافؤ.

ب ـ احسب التركيز المولي C'_B .

جـ ـ عين ، معللا جوابك ، الكاشف الملائم لانجاز هذه المعايرة في غياب جهاز الـ pH متر.



المعطيات:

تمت جميع القياسات عند درجة حرارة 25^oC .

الجداء الشاردي للماء: $Ke=10^{-14}$.

الـ pKa للثنائية $\left(NH_4^+/NH_3\right)$ هي: $9,2$.

ـ جدول مجالات التغير اللوني لبعض الكواشف الملونة :

الكاشف الملون	مجال التغير اللوني
الهيليانتين	$3,1-4,4$
أحمر الكلوروفينول	$5,2-6,8$
أزرق البروموتيمول	$6-7,6$
الفينول فيتالين	$8,8-10$

حل التمرين رقم:01

I ـ 1 ـ أ ـ قيمة الكتلة m : لدينا: $n = \frac{m}{M}$ و $n = c_0 V$ ومنه: $c_0 V = \frac{m}{M}$ أي: $\boxed{m = c_0 VM}$

ت ـ ع: $m = 0,1 \times 100.10^{-3} \times 60 = 0,6g$ أي: $\boxed{m = 0,6g}$.

ب ـ البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S_0) :

ـ بواسطة ميزان الكتروني حساس مضبوط نزن الكتلة $m = 0,6g$ من مسحوق حمض الايثانويك.

ـ نضيف الكتلة $m = 0,6g$ بالاعتماد على قمع في حوجلة عيارية سعتها $100\,mL$ فيها $30\,mL$ من الماء المقطر مع الرج.

ـ نكمل بالماء المقطر حتى نصل لخط العيار مع الرج المستمر.

ـ على ملصقة نكتب اسم المحلول (S_0) وتركيزه المولي $c_0 = 0,1mol/L$.

2 ـ أ ـ معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي بين حمض الايثانويك والماء:

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) = CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq).$$

ب ـ التفاعل السابق تم بين حمض الثنائية $\left(CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)\right)$ وأساس الثنائية الأخرى: $\left(H_3O^+(aq)/H_2O(l)\right)$.

3 ـ أ ـ جدول تقدم التفاعل :

الحالة	تقدم التفاعل بـ mol	$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) = CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$			
الابتدائية	$x = 0$	n_a	بـــالزيادة	0	0
الانتقالية	$x(t)$	$n_a - x(t)$	بـــالزيادة	$x(t)$	$x(t)$
النهائية	x_f	$n_a - x_f$	بـــالزيادة	x_f	x_f

ب ـ حساب قيمة نسبة التقدم النهائي للتفاعل τ_f :

لدينا: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$ حيث: $x_f = [H_3O^+]_f V$ و $x_{max} = c_0 V$ ومنه: $\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f V}{c_0 V} = \frac{[H_3O^+]_f}{c_0}$.

وعليه: $\boxed{\tau_f = \frac{10^{-pH}}{c_0}}$ ت ـ ع: $\tau_f = \frac{10^{-(2,9)}}{0,1} = 0,013$ أي: $\boxed{\tau_f = 1,3\%}$.

تستنتج أن حمض الايثانويك ضعيف والتحول الكيميائي محدود (غير تام) لأن: $\tau_f < 100\%$ أو $\tau_f < 1$.

جـ ـ حساب قيمة ثابت التوازن K للتفاعل: لدينا: $K = \frac{[CH_3COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f}$.

ولدينا أيضا من جدول تقدم التفاعل: $[CH_3COO^-]_f = [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V}$

و $[CH_3COOH]_f = \frac{c_0 V - x_f}{V} = c_0 - [H_3O^+]_f$.

ومنه: $K = \frac{[H_3O^+]_f^2}{c_0 - [H_3O^+]_f}$ أي: $\boxed{K = \frac{10^{-2pH}}{c_0 - 10^{-pH}}}$ ت ـ ع: $\boxed{K = \frac{10^{-2(2,9)}}{0,1 - 10^{-(2,9)}} = 1,6.10^{-5}}$.

II ـ 1ـ أ عبارة التركيز المولي c للمحاليل (S_i) بدلالة c_0 و V_0 و V_{H_2O} : لدينا حسب قانون التمديد: $n_0 = n_i$

ومنه: $c_0V_0 = c_iV_i$ ومنه: $\boxed{c_i = c = \dfrac{c_0V_0}{(V_0 + V_{H_2O})}}$ حيث: $V_i = V_0 + V_{H_2O}$.

ب ـ اكمال الجدول: بالاعتماد على العلاقة $\boxed{c = \dfrac{c_0V_0}{(V_0 + V_{H_2O})} = \dfrac{0{,}1\times 10}{(10 + V_{H_2O})}}$ نملأ السطر الرابع .

ـ ندخل $-\log()$ على طرفي المساواة نملأ السطر الخامس .

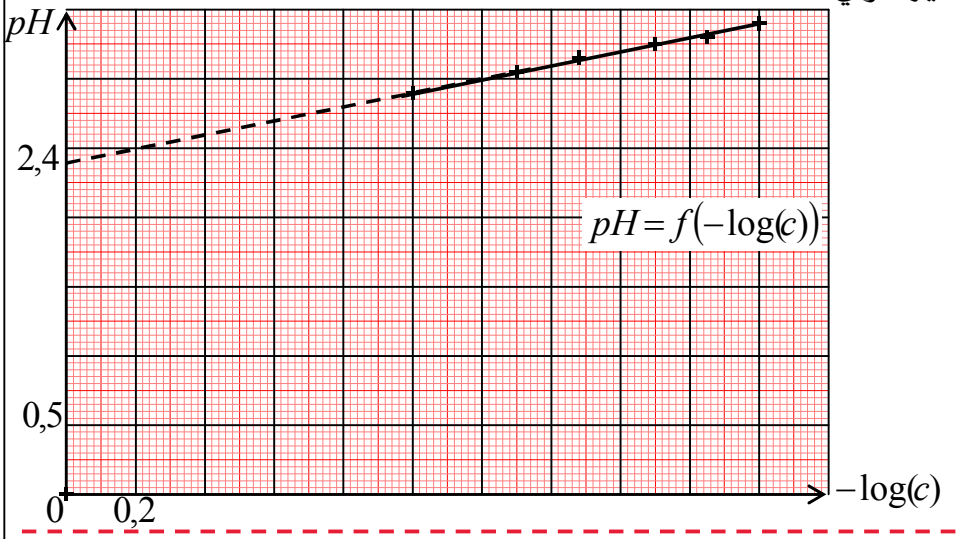
المحاليل (S_i)	(S_1)	(S_2)	(S_3)	(S_4)	(S_5)	(S_6)
$V_{H_2O}(mL)$	0	10	20	40	60	90
pH	2,9	3,05	3,15	3,25	3,30	3,40
$c(mol/L)$	0,10	0,05	0,033	0,02	0,014	0,01
$-\log(c)$	1	1,3	1,48	1,7	1,85	2

جـ ـ الخطوات العملية لتحضير المحلول (S_3) :

ـ بواسطة ماصة عيارية سعتها $10mL$ مزودة بإجاصة مص نأخذ حجما $V_0 = 10mL$ من المحلول (S_0) .

ـ نسكبه في حوجلة عيارية سعتها $20mL$ ثم نكمل بالماء المقطر حتى نصل لخط العيار مع الرج .

ـ على ملصقة نكتب اسم المحلول (S_3) وتركيزه المولي .



2ـ أ ـ رسم البيان $pH = f(-\log(c))$:

سلم الرسم : $\begin{cases} pH \to 0{,}5 \\ -\log(c) \to 0{,}2 \end{cases}$.

ب ـ المعادلة الرياضية للبيان:

البيان خط مستقيم مائل لايشمل المبدأ معادلته من الشكل : $pH = A(-\log(c)) + B$.

حيث: A معامل توجيه البيان: $A = \dfrac{\Delta pH}{\Delta(-\log(c))} = \dfrac{3{,}4 - 2{,}9}{2-1} = 0{,}5$.

و B :نقطة تقاطع البيان مع محور التراتيب نجد: $B = 2{,}4$ أي: $\boxed{pH = 0{,}5(-\log(c)) + 2{,}4 \ldots\ldots (1)}$.

3ـ أ ـ العلاقة النظرية بين pH و pKa للثنائية $(CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq))$:

لدينا: $Ka = \dfrac{[CH_3COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f}$ ومنه: $Ka = \dfrac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} \times [H_3O^+]_f$

بادخال $\log()$ على الطرفين نجد: $\log(Ka) = \log\left(\dfrac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}\right) + \log([H_3O^+]_f)$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ومنه: $pH = pKa + \log\left(\frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}\right)$ أي: $pH = \log(Ka) + \log\left(\frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}\right)$

حيث: $pH = -\log([H_3O^+]_{Eq})$ و $pKa = -\log(Ka)$. وعليه: $pH = \log([H_3O^+]_f)$

ب- باهمال $[CH_3COO^-]_f$ أمام c بين أن: $pKa = 2pH - \log(c)$:

لدينا: $pH = pKa + \log\left(\frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}\right)$

ومنه: $pH = pKa + \log\left(\frac{[CH_3COO^-]_f}{c}\right)$

وباهمال $[CH_3COO^-]_f$ أمام c نجد: $pH = pKa + \log\left(\frac{[CH_3COO^-]_f}{c}\right)$

ومنه: $pH = pKa + \log[CH_3COO^-]_f - \log(c)$.

ومنه: $pKa = pH - \log[CH_3COO^-]_f + \log(c)$ ولدينا مما سبق: $[CH_3COO^-]_f = [H_3O^+]_f$

ومنه: $pKa = pH - \log[H_3O^+]_f + \log(c)$.

ونعلم أن: $pH = -\log[H_3O^+]_f$ أي: $pKa = 2pH + \log(c)$ وهو المطلوب.

4- استنتاج قيمة pKa للثنائية $(CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq))$:

لدينا: $pKa = 2pH + \log(c)$ ومنه: $pH = \frac{1}{2}pKa - \frac{1}{2}\log(c)$.

أي: $pH = \frac{1}{2}(-\log(c)) + \frac{1}{2}pKa \ldots.(2)$.

بالمطابقة بين العلاقتين البيانية (1) والنظرية (2) طرف لطرف نجد: $\frac{1}{2}pKa = 2,4$ إذن: $pKa = 4,8$.

حل التمرين رقم: 02

I ـ 01) 1- معادلة التفاعل للتحول الكيميائي الحادث بين حمض البنزويك والماء:

$C_6H_5COOH(aq) + H_2O(l) = C_6H_5COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$.

2- جدول تقدم التفاعل:

الحالة	تقدم التفاعل بـ mol	$C_6H_5COOH(aq) + H_2O(l) = C_6H_5COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$			
الابتدائية	$x = 0$	$n_0 = c_0V_0$	بالزيادة	0	0
الانتقالية	$x(t)$	$n_0 - x(t)$	بالزيادة	$x(t)$	$x(t)$
النهائية	x_f	$n_0 - x_f$	بالزيادة	x_f	x_f

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ـ تبيان أن عبارة النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_{1f} تكتب بالشكل : $\tau_{1f} = \dfrac{1}{c_0 \times 10^{pH_0}}$:

لدينا: $\tau_{1f} = \dfrac{x_f}{x_{max}}$ واعتمادا على جدول تقدم التفاعل نجد: $x_f = [H_3O^+]_f V_0$ و $x_{max} = c_0 V_0$

ومنه: $\tau_{1f} = \dfrac{[H_3O^+]_f}{c_0}$ ونعلم أن: $\tau_{1f} = 10^{-pH_0}$ أي: $[H_3O^+]_f = 10^{-pH_0}$ وعليه: $\tau_{1f} = \dfrac{10^{-pH_0}}{c_0}$.

$$\boxed{\tau_{1f} = \frac{1}{c_0 \times 10^{pH_0}}}$$

02) ـ 1ـ انساب كل وثيقة بطريقة تحضير المحلول المائي المناسب :

تحضير المحلول (S_0) : الوثيقة (ب).

تحضير المحلول (S_a) : الوثيقة (أ) .

2ـ أ ـ تسمية العناصر المرقمة المشار إليها في كل وثيقة :

الوثيقة (ب)		الوثيقة (أ)	
رقم العنصر	الاسم	رقم العنصر	الاسم
1	قمع	1	سدادة
2	ملعقة	2	حوجلة عيارية
3	ميزان الكتروني حساس	3	إجاصة مص
		4	بيشر
		5	ماصة عيارية

ب ـ ترتيب الخطوات ترتيبا صحيحا لكل وثيقة مع الشرح البسيط حتى نتمكن من التحضير الجيد لكل محلول:

❖ بالنسبة لتحضير المحلول (S_0) ـــــ الوثيقة (ب):

$$E \longleftarrow B \longleftarrow D \longleftarrow A \longleftarrow F \longleftarrow C$$

الشرح :

ـ بواسطة ميزان الكتروني حساس مضبوط واعتمادا على ملعقة نزن الكتلة m_0 من مسحوق حمض البنزويك النقي

ـ اعتمادا على قمع نضع الكتلة الموزونة في حوجلة عيارية سعتها $100\ mL$.

ـ نسكب في محتوى الحوجلة $30\ mL$ من الماء المقطر مع الرج الجيد بعد غلقها بسدادة.

ـ نكمل بالماء المقطر حتى نصل لخط العيار مع الرج المستمر.

ـ نغلق فوهة الحوجلة جيدا بسدادة مع كتابة اسم المحلول (S_0) وتركيزه المولي .

❖ بالنسبة لتحضير المحلول (S_a) ـــــ الوثيقة (أ):

$$B \longleftarrow D \longleftarrow C \longleftarrow A$$

الشرح :

ـ نفرغ كمية من المحلول (S_0) في بيشر .

ـ بواسطة ماصة مزودة بإجاصة مص نأخذ حجما منها ونضعه في حوجلة عيارية .

ـ نكمل بالماء المقطر حتى نصل لخط العيار مع الرج المستمر.

ـ نغلق فوهة الحوجلة جيدا بسدادة مع كتابة اسم المحلول (S_a) وتركيزه المولي.

II ـ 1ـ أ ـ معادلة تفاعل المعايرة:

$$C_6H_5COOH(aq)+OH^-(aq)=C_6H_5COO^-(aq)+H_2O(l)$$.

ب ـ جدول تقدم التفاعل :

الحالة	تقدم التفاعل بـ mol	$C_6H_5COOH(aq)+OH^-(aq)=C_6H_5COO^-(aq)+H_2O(l)$			
بـــالزيادة		n_a	n_b	0	بـــالزيادة
الابتدائية	$x=0$	n_a	n_b	0	
النهائية	x_{Eq}	n_a-x_{Eq}	n_b-x_{Eq}	x_{Eq}	

2ـ أ ـ جد بيانيا إحداثيتي نقطة التكافؤ E :

اعتمادا على طريقة المماسين المتوازيين نجد: $E(V_{bE}=10mL;\ pH_E=8)$

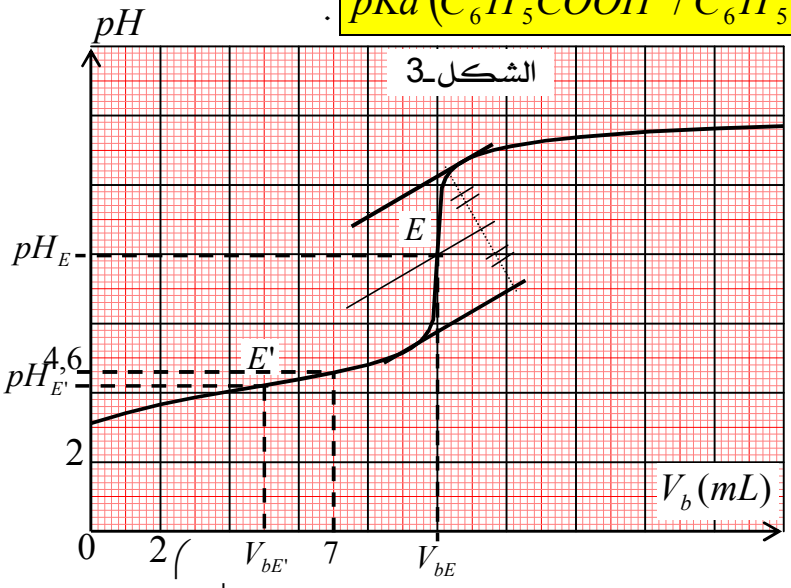
ب ـ استنتاج قيمة pKa الثنائية $(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$:

نعلم أن : $pH=pKa+\log\left(\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}\right)$

وعند نقطة نصف التكافؤ E' نجد: $[C_6H_5COOH]_{E'}=[C_6H_5COO^-]_{E'}$ أي: $pH_{E'}=pKa$.

ولدينا: $V_{bE'}=\frac{V_{bE}}{2}$ ت ـ ع : $V_{bE'}=\frac{10}{2}=5mL$ وبالاسقاط نجد: $pH_{E'}=4,2$ أي: $pKa=4,2$

وعليه: $pKa(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)=4,2$.



3ـ أ ـ تبيان أن عبارة نسبة التقدم النهائي τ_{2f} لتفاعل المعايرة تكتب بـ : $\tau_{2f}=1-\frac{K_e.10^{pH}}{c_b}\left(1+\frac{V_a}{V_b}\right)$:

نعلم أن: $\tau_{2f}=\frac{x_f}{x_{max}}...(1)$ ولما $V_b=7mL$ يكون: $V_b\prec V_{bE}$ وعليه: $OH^-(aq)$ هو المتفاعل المحد.

إذن: $x_{max}=c_bV_b...(2)$

ولدينا من جدول تقدم التفاعل : $n(OH^-)=n_a-x_f$ ومنه: $[OH^-]V_T=c_bV_b-x_f$

أي: $[OH^-](V_a+V_b)=c_bV_b-x_f$ وعليه: $x_f=c_bV_b-[OH^-](V_a+V_b)...(3)$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

بتعويض (2) و (1) في نجد: $\tau_{2f}=\frac{c_bV_b-[OH^-](V_a+V_b)}{c_bV_b}$ ومنه: $\tau_{2f}=1-\frac{[OH^-](V_a+V_b)}{c_bV_b}$

ومنه: $\tau_{2f}=1-\frac{[OH^-]}{c_b}\left(1+\frac{V_a}{V_b}\right)$ أي: $\tau_{2f}=1-\frac{[OH^-]}{c_b}\left(\frac{V_a+V_b}{V_b}\right)$.

ونعلم أن: $K_e=[OH^-][H_3O^+]$ و $[H_3O^+]=10^{-pH}$ ومنه: $K_e=[OH^-]\times 10^{-pH}$

أي: $[OH^-]=K_e\times 10^{pH}$

وعليه: $\boxed{\tau_{2f}=1-\frac{K_e\times 10^{pH}}{c_b}\left(1+\frac{V_a}{V_b}\right)}$ وهو المطلوب.

ب ـ ايجاد قيمة τ_{2f} :

لدينا: $\tau_{2f}=1-\frac{K_e\times 10^{pH}}{c_b}\left(1+\frac{V_a}{V_b}\right)$ ولما $V_b=7mL$ نجد بيانيا: $pH=4,6$.

ت ـ ع: $\tau_{2f}=1-\frac{10^{-14}\times 10^{(4,6)}}{2\times 10^{-2}}\left(1+\frac{20}{7}\right)=0,9999$ ومنه: $\tau_{2f}=1$ أي: $\boxed{\tau_{2f}=100\,\%}$

ـ استنتج أن تفاعل المعايرة تام .

4 ـ أ ـ ايجاد قيمة c_a :

عند التكافؤ يتحقق مزيج ستكيومتري :

$\begin{cases}x_{Eq}=n_a\\ x_{Eq}=n_b\end{cases}$ ومنه: $\begin{cases}n_a-x_{Eq}=0\\ n_b-x_{Eq}=0\end{cases}$ ومنه: $n_a=n_b$ أي: $c_aV_a=c_bV_{bE}$ وعليه: $\boxed{c_a=\frac{c_bV_{bE}}{V_a}}$

ت ـ ع: $\boxed{c_a=\frac{2\times 10^{-2}\times 10}{20}=10^{-2}mol/L}$.

ـ استنتاج قيمة c_0 : لدينا: $F=\frac{c_0}{c_a}$ ومنه: $\boxed{c_0=c_a\times F}$ ت ـ ع: $\boxed{c_0=10^{-2}\times 10=10^{-1}mol/L}$.

5 ـ أ ـ ايجاد قيمة τ_{1f} : لدينا: $\tau_{1f}=\frac{1}{c_0\times 10^{pH_0}}$ ت ـ ع: $\tau_{1f}=\frac{1}{10^{-1}\times 10^{(2,61)}}=0,025$

أي: $\boxed{\tau_{1f}=2,5\%}$ وعليه نستنتج أن حمض البنزويك حمض ضعيف و تفاعله مع الماء محدود .

ب ـ حساب قيمة m_0 :

لدينا: $\begin{cases}n_0=\frac{m_0}{M}\\ n_0=c_0V_0\end{cases}$ ومنه: $\frac{m_0}{M}=c_0V_0$ أي: $\boxed{m_0=c_0V_0M}$

حيث: $M(C_6H_5COOH)=7M(C)+2M(O)+6M(H)=122\,g/mol$.

ت ـ ع: $m_0=10^{-1}\times 100\times 10^{-3}\times 122=1,22\,g$ أي: $\boxed{m_0=1,22\,g}$.

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

حل التمرين رقم: 03

I ـ دراسة المحلول المائي للأمونياك:

1ـ معادلة تفاعل الكيميائي بين الأمونياك و الماء

$$NH_3(aq)+H_2O(l)=NH_4^+(aq)+OH^-(aq)$$

2ـ جدول تقدم التفاعل

	$NH_3(aq)+H_2O(l)=NH_4^+(aq)+OH^-(aq)$			
الحالة الابتدائية	C_BV		0	0
الحالة الانتقالية	C_BV-x		x	x
الحالة النهائية	C_BV-x_f		x_f	x_f

3ـ تبيان أن نسبة التقدم النهائي تكتب من الشكل $\tau_f=\dfrac{Ke}{C_B\times10^{-pH}}$

لدينا $\tau_f=\dfrac{x_f}{x_{max}}$....(1) ، لدينا : $NH_3(aq)$ هو المتفاعل المحد وبالتالي : $x_{max}=C_BV$ ومن جدول التقدم

ومنه : $\left[OH^-\right]_f=\dfrac{x_f}{V}$ ، بتعويض عبارة x_f و x_{max} في العلاقة (1) نجد:

$$\tau_f=\frac{\left[OH^-\right]_f\times V}{C_BV}$$ ومنه $\tau_f=\dfrac{Ke}{C_B\left[H_3O^+\right]}$ حيث : $\left[OH^-\right]=\dfrac{Ke}{\left[H_3O^+\right]}$ و $\left[H_3O^+\right]=10^{-pH}$

ومنه : $\boxed{\tau_f=\dfrac{Ke}{C_B\times10^{-pH}}}$

ـ حساب قيمة τ_f : $\tau_f=\dfrac{10^{-14}}{2\times10^{-2}\times10^{-10,74}}=2,75\times10^{-2}$.

نلاحظ أن $\tau_f\prec1$ و منه التفاعل غير تام و الأساس $NH_3(aq)$ ضعيف.

4ـ التعبير عن كسر التفاعل Q_{r_f} عند توازن المجموعة الكيميائية بدلالة C_B و τ_f.

$$Q_{r_f}=\frac{\left[NH_4^+\right]_f\left[OH^-\right]_f}{\left[NH_3\right]_f}$$ ولدينا: $Q_{r_f}=\dfrac{\left(\left[OH^-\right]_f\right)^2}{\left[NH_3\right]_f}$ ومنه : $\left[NH_4^+\right]_f=\left[OH^-\right]_f$

و لدينا من جدول التقدم : $\left[NH_3\right]_f=C_B-\left[OH^-\right]_f$ و لدينا كذلك : $\left[OH^-\right]_f=C_B\times\tau_f$

اذن: $\boxed{Q_{r_f}=\dfrac{C_B^{\,2}\tau_f^{\,2}}{C_B-C_B\tau_f}=\dfrac{C_B\tau_f^{\,2}}{1-\tau_f}}$

حساب قيمة Q_{r_f} :

$$Q_{r_f}=K=\frac{2\times10^{-2}\times\left(2,75\times10^{-2}\right)^2}{1-2,75\times10^{-2}}=1,55\times10^{-5}$$

5- التحقق من قيمة pKa للثنائية (NH_4^+ / NH_3)

لدينا: $K = \dfrac{[NH_4^+]_f [OH^-]_f}{[NH_3]_f}$ و $Ka = \dfrac{[NH_3]_f [H_3O^+]_f}{[NH_4^+]_f}$

بضرب العلاقتين طرف لطرف نجد: $K \times Ka = \dfrac{[NH_4^+]_f [OH^-]_f}{[NH_3]_f} \times \dfrac{[NH_3]_f [H_3O^+]_f}{[NH_4^+]_f}$

ومنه: $K \times Ka = [H_3O^+]_f [OH^-]_f = Ke$

ومنه: $Ka = \dfrac{Ke}{K}$ إذن: $pKa = -\log Ka = -\log \dfrac{Ke}{K} = \log K - \log Ke$

$$pKa = -\log 1{,}55 \times 10^{-5} - \log 10^{-14} = 9{,}2$$

I- معايرة محلول الأمونياك بواسطة محلول حمض كلور الماء

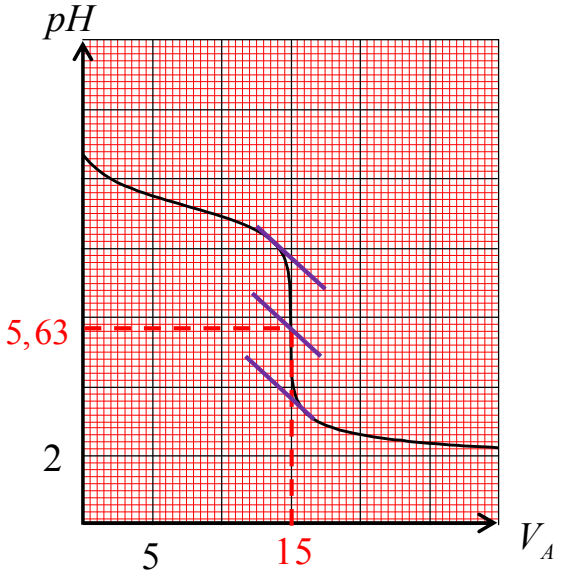
1- معادلة تفاعل المعايرة

$$NH_3(aq) + H_3O^+(aq) = NH_4^+(aq) + H_2O(l)$$

2- أ- تعيين احداثيتي نقطة التكافؤ V_{AE} و pH_E

باستعمال طريقة المماسين المتوازيين:

$(V_{AE} = 15mL ; pH_E = 5{,}63)$



ب- حساب التركيز المولي C'_B

عند نقطة التكافؤ (يتحقق مزيج ستوكيومتري):

أي: $n_B = n_{AE}$

ومنه: $C'_B V_B = C_A V_{AE}$

أي: $C'_B = \dfrac{C_A V_{AE}}{V_B}$

ت-ع: $C'_B = \dfrac{2 \times 10^{-2} \times 15}{20} = 1{,}5 \times 10^{-2} mol/L$

جـ- الكاشف الملائم لانجاز هذه المعايرة هو أحمر الكلورو فينول لأن قيمة pH_E تنتمي لمجال تغيره اللوني.