

مدرسة التربية سطيح
ثانوية محمد بلعباس الحامة

بكالوريا
2021

سلاح الطالب

في العلوم الفيزيائية

الوحدة الرابعة : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

تمارين نموذجية

حسب البرنامج المخفف

+ الحلول النموذجية

موجهة لتلاميذ أقسام:

العلوم التجريبية

رياضي و تقني رياضي

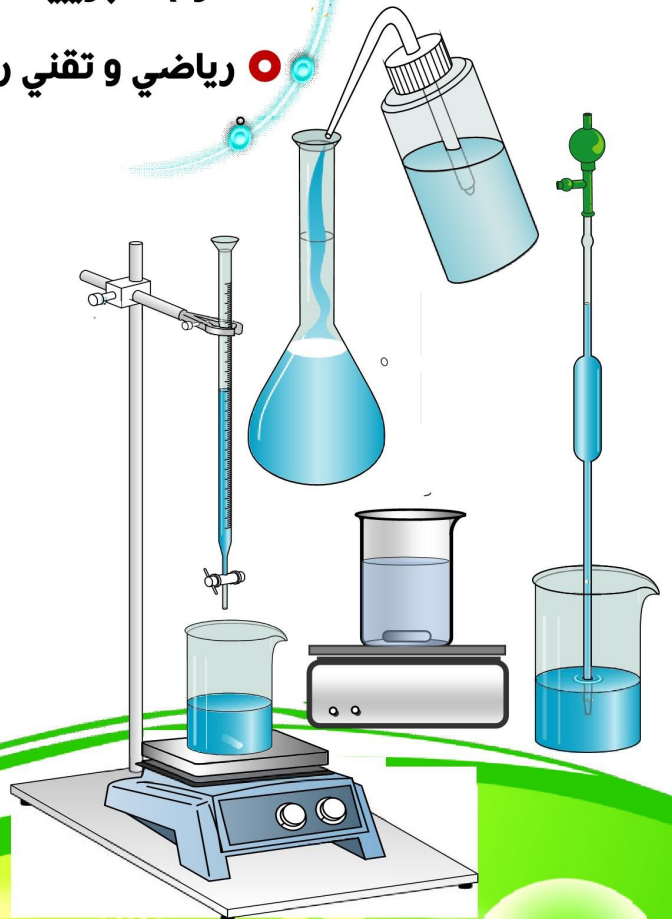
3As

الوحدة
الرابعة



من إعداد :

الأستاذ: جوادة أحمد لخضر



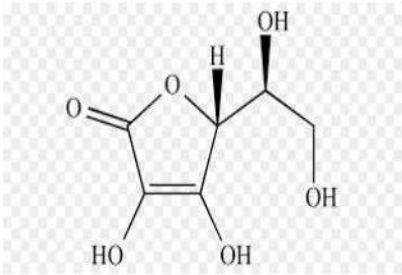


التمرين المقترح رقم 29 :



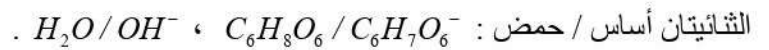
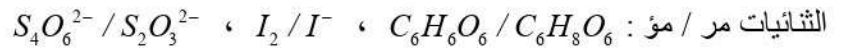
حمض الأسكوربيك : مركب عضوي مضاد لمرض الاسقربوط حيث يمنع ويعالج هذا المرض والذي يتمثل في ضعف الشعيرات الدموية. وإذا لم يحصل المرء على حاجته من فيتامين C في الغذاء فإن أي جرح يصيب الإنسان لن يبرأ بسهولة، كما يجعله عرضة للاصابة بالجروح. وقد كان البحارة أكثر من يصابون بمرض الاسقربوط حيث كان غذاؤهم قديماً لحم البقر المملح والبسكوت الجاف، ويقال أن المستكشف البرتغالي فاسكودي غاما فقد ما بين 100 إلى 170 من رجاله بسبب مرض الاسقربوط.

في عام 1753م، أثبت الطبيب الأستكتلندي جيمس لند أن تناول البرتقال والليمون يؤدي إلى الشفاء من مرض الاسقربوط وأن اضافة عصير الليمون إلى الطعام يمنع الاصابة بهذا المرض. وفي عام 1795م أخذت البحرية البريطانية بنصيحة الطبيب الاستكتلندي وبدأت توزع حصصاً يومية من العصير على رجالها.



في حصة الأعمال التطبيقية أراد فوجان من التلاميذ تحديد التركيز الكتلي (C_m) لمحلول حمض الأسكوربيك ($C_6H_8O_6$)

بطريقتين مختلفتين . يملك حمض الأسكوربيك خاصية حمضية وخاصية مرجعة .



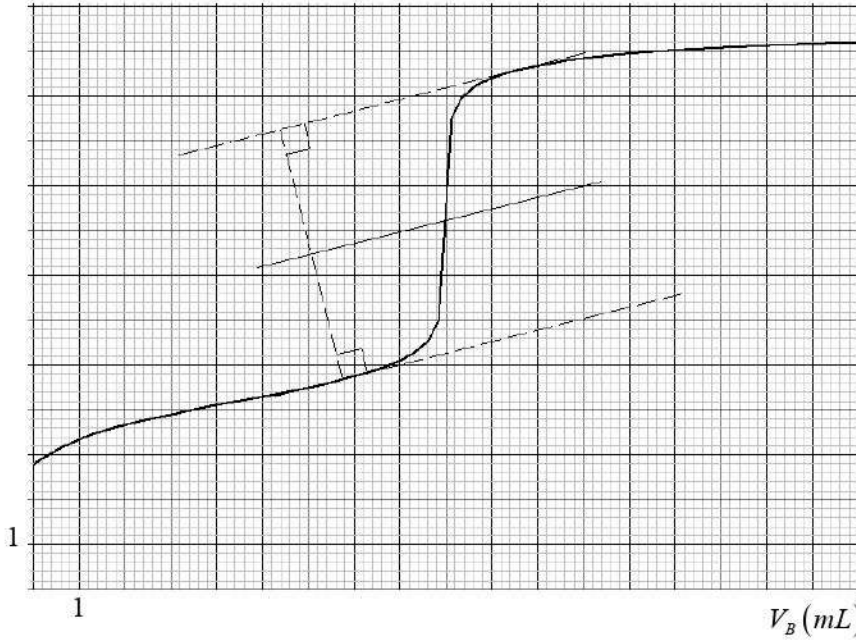
الفوج الأول :

قام بالمعايرة الـ pH مترية لحمض الأسكوربيك ، حيث أخذ التلاميذ في بيشر حجما V_0 من الحمض وأضافوا له نفس الحجم من

الماء المقطر، ثم أخذوا من المحلول الجديد حجما $V_A = 20mL$ ، وملؤوا سحاحة مدرجة بمحلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم

. $pH = f(V_B)$ تركيزه المولي $C_B = 5 \times 10^{-2} mol / L$ ، وبعد الحصول على القياسات قاموا بتمثيل البيان

pH



1 - اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

2 - عرّف التكافؤ حمض - أساس ، ثم حدّد

إحداثي نقطة التكافؤ حمض - أساس .

3 - عيّن pK_a الثنائية $C_6H_8O_6 / C_6H_7O_6$.

4 - احسب التركيز الكتلي (C_m) لحمض

الأسكوربيك .

5 - بيّن بطريقتين أن حمض الأسكوربيك ضعيف

في الماء .

6 - احسب التركيز المولي لحمض الأسكوربيك في البيشر عند التكافؤ ، ثم استنتج أنه يمكن اعتبار تفاعل المعايرة تاما .

7 - قارن قوة حمض الأسكوربيك مع حمض البروبانويك (C_2H_5COOH) .

8 - في حالة استعمال كاشف ملوّن لتحديد نقطة التكافؤ ، ما هو الكاشف الأنسب من بين الكواشف التالية لهذه المعايرة ؟

الهيلاننتين : مجال تغير اللون [3,1-4,4]

الفينول فتالين : مجال تغير اللون [8,2-10]

أزرق البروموتيمول : مجال تغير اللون [6-7,6]

الفوج الثاني :

قام التلاميذ بأكسدة حمض الأسكوربيك ، وذلك بإضافة كمية زائدة من محلول ثنائي اليود I_2 إلى بيشر يحتوي على حجم

$V_1 = 10 mL$ من حمض الأسكوربيك . حجم ثنائي اليود المضاف هو $V_2 = 20 mL$ وتركيزه المولي $C_2 = 3,5 \times 10^{-2} mol / L$.

وفي نهاية التفاعل قام التلاميذ بمعايرة ثنائي اليود في البيشر بواسطة محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم ($2Na^+, S_2O_3^{2-}$) تركيزه

المولي $C_3 = 2,5 \times 10^{-2} mol / L$ ، فاحتاجوا إلى حجم منه $V_E = 20 mL$ لاستهلاك كل ثنائي اليود الموجود في البيشر .

1 - اكتب معادلة التفاعل بين حمض الأسكوربيك وثنائي اليود ، ثم أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل .

2 - اذكر الشروط التي تتوفر في محلول ثيوكبريتات الصوديوم لاستعماله في هذه المعايرة .

3 - اكتب معادلة تفاعل معايرة ثنائي اليود بثيوكبريتات الصوديوم ، ثم احسب كمية مادة ثنائي اليود غير المتفاعل مع حمض

الأسكوربيك .

4 - احسب التركيز الكتلي (C_m) لحمض الأسكوربيك . قارن نتيجتي الفوجين .

$pK_a(C_2H_5COOH / C_2H_5COO^-) = 4,9$. الكتل الذرية المولية (g / mol) : $C = 12$ ، $O = 16$ ، $H = 1$.

بالتوفيق في امتحان شهادة البكالوريا

العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
		<p>إجابة التمرين المقترح</p> <p>الفوج الأول:</p> <p>1. معادلة تفاعل المعايرة: $C_6H_8O_6(aq) + HO^-(aq) = C_6H_7O_6^-(aq) + H_2O(l)$</p> <p>2. التكافؤ حمض-أساس: هو الحالة التي يكون فيها المزيج عند مزج الحمض و الأساس بنسب ستوكيومترية.</p> <p>عند التكافؤ تكون كميتا الحمض والأساس المتفاعلين بنسب ستوكيومترية</p> <p>إحداثيي نقطة التكافؤ: بطريقة المماسين المتوازيين المجسدة نجد: $E(9mL; 8,2)$</p> <p>3. تعيين pKa للثنائية: $(C_6H_8O_6(aq) / C_6H_7O_6^-(aq))$</p> <p>عند نقطة التكافؤ يكون: $[C_6H_8O_6] = [C_6H_7O_6^-]$ ومنه: $V_B = \frac{V_{BE}}{2} = 4,5mL$</p> <p>حسب العلاقة $pH = pKa + \log \frac{[C_6H_7O_6^-]}{[C_6H_8O_6]}$ فإن $pKa = pH$</p> <p>من البيان نجد: $pKa = pH = 4,2$</p> <p>4. التركيز الكتلي C_m لحمض الأسكوربيك: $C_m = C_A \times M$</p> <p>حيث C_A: هو التركيز المولي للحمض قبل التمديد.</p> <p>حساب معامل التمديد: $F = \frac{V_0 + V_0}{V_0} = 2$</p> <p>التركيز المولي C'_A للحمض بعد التمديد: $C'_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE}$ ومنه: $C'_A = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A}$</p> <p>إذا: $C'_A = \frac{5 \times 10^{-2} \times 9}{20} = 2,25 \times 10^{-2} mol / L$</p> <p>حساب C_A التركيز المولي للحمض قبل التمديد:</p> <p>$F = \frac{C_A}{C'_A} = 2 \Leftrightarrow C_A = 2 \times C'_A = 2 \times 2,25 \times 10^{-2} = 4,5 \times 10^{-2} mol / L$</p> <p>ومنه: التركيز الكتلي C_m لحمض الأسكوربيك:</p> <p>$C_m = C_A \times M = 0,045 \times 176 = 7,92g / L$</p> <p>5. بيان أن حمض الأسكوربيك حمض ضعيف</p> <p>الطريقة الأولى: استنتاجية</p> <p>لدينا: $pH_E > 7$ أي أن الحمض الذي عايرناه حمض ضعيف</p>

الطريقة الثانية: حسابية

حساب النسبة النهائية لتقدم التفاعل قبل بدأ المعايرة:

$$\tau_f = \frac{[H_3O^+]_0}{C_A} = \frac{10^{-2.8}}{2,25 \times 10^{-2}} = 0,07 < 1$$

ومنه حمض الأسكوريك حمض ضعيف

يتفكك جزئياً في الماء وفق تفاعل غير تام (محدود).

6. حساب التركيز المولي لحمض الأسكوريك في البيشر عند التكافؤ

جدول التقدم:

المعادلة	$C_6H_8O_6(aq) + HO^-(aq) = C_6H_7O_6^-(aq) + H_2O(l)$			
إبتدائية	$C_A V_A$	$C_B V_{BE}$	0	/
نهائية	$C_A V_A - x_f$	$C_B V_{BE} - x_f$	x_f	/

من جدول التقدم: لدينا (*) $n(C_6H_8O_6) = C_A V_A - x_f \Rightarrow [C_6H_8O_6] = \frac{C_A V_A - x_f}{V_A + V_{BE}}$

ولدينا: $n(HO^-) = C_B V_{BE} - x_f \Rightarrow [HO^-](V_A + V_{BE}) = C_B V_{BE} - x_f$

ومنه: $x_f = C_B V_{BE} - [HO^-](V_A + V_{BE})$

بتعويض x_f في (*) نجد: $[C_6H_8O_6] = \frac{C_A V_A - C_B V_{BE} + [HO^-](V_A + V_{BE})}{V_A + V_{BE}}$

لكن عند التكافؤ: $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE}$ نجد:

$$[C_6H_8O_6] = [HO^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-8.2}} = 1,58 \times 10^{-6} \text{ mol / L}$$

نلاحظ أن: $[C_6H_8O_6] \ll C_A = 0,045 \text{ mol / L}$ ومنه يمكن اعتبار تفاعل المعايرة

تفاعلاً تاماً.

7. مقارنة قوتي الحمضين (حمض الأسكوريك وحمض البروبانويك)

تذكير: نقول عن حمض أنه الأقوى كلما كانت pK_A للثنائية التي ينتمي إليها أصغر

ومنه نستنتج أن حمض الأسكوريك أقوى من حمض البروبانويك

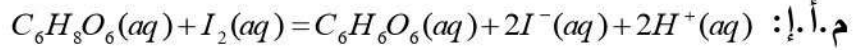
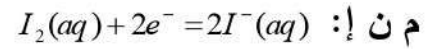
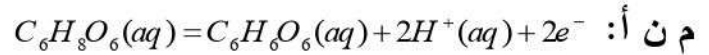
$$pKa(C_6H_8O_6 / C_6H_7O_6^-) = 4,2 < pKa(C_2H_5COOH / C_2H_5COO^-) = 4,9$$

8. الكاشف الأنسب للمعايرة هو الكاشف الذي مجال تغير لونه يشمل pH_E .

الفينول فتالين هو الأنسب لأن: $pH_E = 8,2 \in [8,2 ; 10]$

الفوج الثاني:

1. معادلة التفاعل بين حمض الأسكوربيك وثنائي اليود



جدول التقدم:

المعادلة		$C_6H_8O_6(aq) + I_2(aq) = C_6H_6O_6(aq) + 2I^-(aq) + 2H^+(aq)$			
الحالة	التقدم	كميات المادة بـ (mol)			
إبتدائية	0	CV_1	$n_0(I_2)$	0	0
انتقالية	$x(t)$	$CV_1 - x(t)$	$n_0(I_2) - x(t)$	$x(t)$	$2x(t)$
نهائية	x_f	$CV_1 - x_f$	$n_0(I_2) - x_f$	x_f	$2x_f$

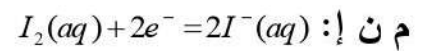
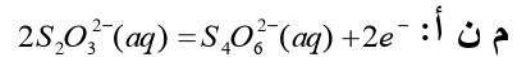
2. الشروط التي يجب أن تتوفر في محلول ثيوكبريتات الصوديوم

نعلم ان خصائص تفاعل المعايرة أن يكون التفاعل تاما، سريعا ووحيداً ومنه الشروط الواجب توفرها هي:

- يجب أن يتفاعل فقط مع I_2

- يجب أن يكون تفاعله مع I_2 تاماً.

3. معادلة تفاعل المعايرة:



حساب كمية مادة ثنائي اليود غير المتفاعل:

$$\text{عند التكافؤ: } n'(I_2) = \frac{1}{2}n(S_2O_3^{2-}) = \frac{1}{2}CV_E$$

هام جداً: $n'(I_2)$ هي كمية مادة I_2 غير المتفاعلة مع $C_6H_8O_6(aq)$

أي المتفاعلة مع $S_2O_3^{2-}(aq)$ والتي وضعناها من الشروط سابقاً.

$$n'(I_2) = \frac{1}{2} \times 2,5 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-3} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ mol / L}$$

كمية مادة I_2 الابتدائية هي $n_0(I_2)$:

$$n_0(I_2) = CV_2 = 3,5 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-3} = 7,0 \times 10^{-4} \text{ mol / L}$$

كمية مادة I_2 المتفاعلة مع حمض الأسكوربيك: $n(I_2) = n_0(I_2) - n'(I_2)$

$$n(I_2) = 7,0 \times 10^{-3} - 2,5 \times 10^{-3} = 4,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

4. التركيز الكتلي C_m لحمض الأسكوربيك:

من جدول التقدم والتفاعل تام ومنه:

$$n(I_2) - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = 4,5 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$CV_1 - x_{\max} = 0 \Rightarrow CV_1 = x_{\max} = 4,5 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$C = \frac{4,5 \times 10^{-4}}{V_1} = \frac{4,5 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-3}} = 4,5 \times 10^{-2} \text{ mol / L}$$

ومنه: التركيز الكتلي C_m لحمض الأسكوربيك:

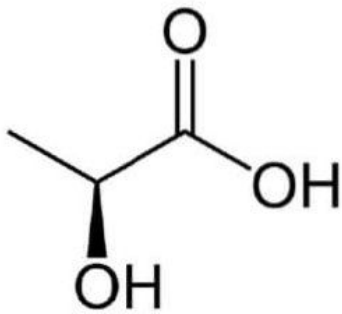
$$C_m = C \times M = 4,5 \times 10^{-2} \times 176 = 7,92 \text{ g / L}$$

وهي مساوية لنتيجة الفوج الأول.

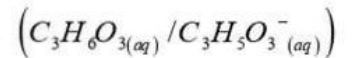
بالتوفيق في شهادة البكالوريا



التمرين المقترح رقم 30 :



يحتوي الحليب على حمض اللاكتيك (حمض اللبن) ($C_3H_6O_3$) الذي تزداد كميته عندما لا تُحْتَرَم شروط الحفظ ، حيث يعتبر الحليب غير صالح للاستهلاك إذا تجاوز التركيز الكتلي لحمض اللاكتيك فيه الحد $1,8 g \times L^{-1}$.
تعطى الثنائية (أساس/حمض) الموافقة لحمض اللاكتيك:



1. تحديد قيمة pK_A للثنائية $\left(C_3H_6O_3(aq) / C_3H_5O_3^-(aq) \right)$

محلولا مائياً لحمض اللاكتيك حجمه V ، تركيزه المولي $C = 1,0 \times 10^{-2} mol \times L^{-1}$ وقيمة الـ pH له عند درجة الحرارة $25^\circ C$ هي $pH = 2,95$.

أ. اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المنذج للتحويل الحادث بين حمض اللاكتيك مع الماء.

ب. أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

ج. عبّر عن τ_f نسبة التقدم النهائي للتفاعل بدلالة C و pH واحسب قيمتها . ماذا تستنتج؟

د. احسب قيمة Q_{req} كسر التفاعل عند حالة التوازن .

هـ . استنتج قيمة pK_A للثنائية $\left(C_3H_6O_3(aq) / C_3H_5O_3^-(aq) \right)$

2. تحديد النوع الكيميائي المتغلب في هذا الحليب :

أعطى قياس pH الحليب عند درجة الحرارة $25^\circ C$ القيمة $pH = 6,7$.

حدّد من بين النوعين $C_3H_6O_3(aq)$ و $C_3H_5O_3^-(aq)$ الصفة الغالبة في هذا الحليب. برر إجابتك

3. مراقبة جودة الحليب:

تمت معايرة حمض اللاكتيك الموجود في عينة من الحليب حجمها $V_A = 40 mL$ بواسطة محلول

مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) تركيزه المولي $C_B = 4,0 \times 10^{-2} mol \times L^{-1}$.

أ. اكتب معادلة التفاعل المنذج لتحويل المعايرة .

(نعتبر أن حمض اللاكتيك هو الحمض الوحيد الموجود في الحليب المدروس).

- ب. تم الحصول على نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{BE} = 30 \text{ mL}$ من المحلول (S_B) .
- أوجد قيمة C_A التركيز المولي لحمض اللاكتيك الموجود في الحليب المدروس .
- ج. بين فيما إذا كان الحليب المدروس صالحا للاستهلاك أم لا ؟ بَرِّر

بالتوفيق في امتحان شهادة البكالوريا

العلامة		عناصر الإجابة																		
مجموع	مجزأة																			
		<p><u>الإجابة المقترحة للتمرين المنشور</u></p> <p>1/ أ- كتابة معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل بين حمض اللاكتيك و الماء:</p> $C_3H_6O_3(aq) + H_2O(l) = C_3H_5O_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$ <p>ب- جدول تقدم التفاعل :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>الحالة</th> <th colspan="2">$C_3H_6O_3(aq) + H_2O(l) = C_3H_5O_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ح ابتدائية</td> <td>CV</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> $\begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array}$ </td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ح إنتقالية</td> <td>CV - x</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>ح نهائية</td> <td>CV - x_f</td> <td>x_f</td> <td>x_f</td> </tr> </tbody> </table> <p>ج- عبارة نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة C و pH :</p> $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[H_3O^+]}{C.V} = \frac{10^{-pH}}{C}$ <p>حساب قيمة نسبة التقدم النهائي τ_f :</p> $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C} = \frac{10^{-2.95}}{1,0 \cdot 10^{-2}} = 0,112 = 11,2\%$ <p>نستنتج أن التحول غير تام و أن حمض اللاكتيك حمض يتأين جزئياً في الماء .</p> <p>د- حساب قيمة كسر التفاعل عند حالة التوازن :</p> $Q_{\text{réq}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot [C_3H_5O_3^-]_{\text{éq}}}{[C_3H_6O_3]_{\text{éq}}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{C - [H_3O^+]_{\text{éq}}}$ $Q_{\text{réq}} = 1,41 \times 10^{-4}$ <p>هـ - استنتاج قيمة pKa :</p> $pKa = -\log Ka = -\log Q_{\text{réq}} = -\log 1,41 \times 10^{-4} = 3,85$ <p>2/ تحديد النوع الكيميائي المتغلب :</p> <p>نلاحظ أن $pH > pKa$ و منه النوع الكيميائي المتغلب هو الاساس المرافق $C_3H_5O_3^-(aq)$.</p> <p>3/ أ- معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحاصل خلال المعايرة :</p> $C_3H_6O_3(aq) + HO^-(aq) \rightarrow C_3H_5O_3^-(aq) + H_2O(l)$ <p>ب- حساب C_A تركيز حمض اللاكتيك في الحليب المدروس :</p> $C_A V_A = C_B V_{BE} \Rightarrow C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A} = \frac{4,0 \times 10^{-2} \times 30}{40}$ $C_A = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \times L^{-1}$	الحالة	$C_3H_6O_3(aq) + H_2O(l) = C_3H_5O_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$				ح ابتدائية	CV	$\begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array}$	0	0	ح إنتقالية	CV - x	x	x	ح نهائية	CV - x _f	x _f	x _f
الحالة	$C_3H_6O_3(aq) + H_2O(l) = C_3H_5O_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$																			
ح ابتدائية	CV	$\begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array}$	0	0																
ح إنتقالية	CV - x		x	x																
ح نهائية	CV - x _f		x _f	x _f																

ج- إثبات فيما إذا كان الحليب صالح للاستهلاك :

نحسب أولا التركيز الكتلي لحمض اللاكتيك في الحليب :

$$C_m = C_A \cdot M = 3,0 \times 10^{-2} \times 90 \xrightarrow{\text{(التركيز الكتلي في ل)}} \boxed{C_m = 2,7 \text{ g} \times \text{L}^{-1}}$$

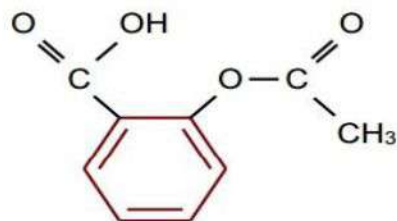
نتيجة : نلاحظ أن التركيز الكتلي لحمض اللاكتيك في الحليب قد تجاوز الحد المسموح به و بالتالي فإن الحليب غير صالح للاستهلاك .



التمرين المقترح رقم 31 :



(الشكل 01)



(الشكل 02)

الأسبيرين (*ASPIRINE*) هو الدواء الأكثر استهلاكاً في العالم. يباع في الصيدليات على شكل أقراص كعلاج مسكن للآلام ومخفض للحمى. الشكل (01)

المادة الفعالة التي يحتويها القرص هي الأسيتيل ساليسيليك المستخلص من الصفصاف صيغته المفصلة موضحة بالشكل 02

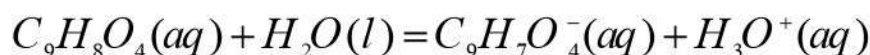
1. من خلال هذه الصيغة ($C_9H_8O_4$) أحسب الكتلة المولية للأسيتيل ساليسيليك.

2. نحل قرص من من الأسبيرين في حجم $V = 100mL$ من الماء

المقطر ثم نقيس ناقليته النوعية فنجدها $\sigma = 109mS \cdot m^{-1}$.

باعتبار المادة الفعالة هي الوحيدة التي تتفاعل مع الماء دون باقي محتوى

القرص، يمدج التحول الكيميائي بالمعادلة الكيميائية الآتية:

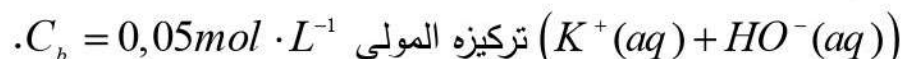


أ. اكتب عبارة (σ) الناقلية النوعية للمحلول بدلالة الناقلات النوعية المولية الشاردية والتراكيز المولية لشوارد المحلول.

ب. احسب التركيز المولي للشوارد $H_3O^+(aq)$ في المحلول الناتج ثم استنتج قيمة الـ pH له.

3. من أجل التأكد من صحة الكتابة المدونة على علبة الدواء، نجري معايرة pH - مترية وذلك بأخذ

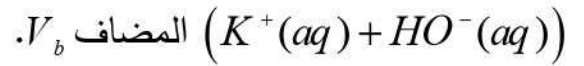
حجم قدره $V_1 = 55mL$ من المحلول المحضر سابقاً ومعايرته بواسطة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم



أ. ارسم التجهيز التجريبي لعملية المعايرة الـ pH - مترية موضحاً عليه البيانات الكافية.

ب. اكتب معادلة التفاعل الكيميائي للمنمدج للتحول الحاصل أثناء هذه المعايرة.

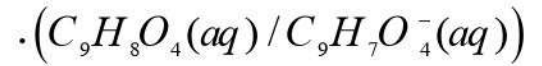
4. يمثل المنحنى المبين في الشكل (03) تغيرات pH المزيج بدلالة حجم محلول هيدروكسيد البوتاسيوم



أ. حدد احداثي نقطة التكافؤ ثم استنتج

طبيعة المزيج عندئذ.

ب. استنتج pK_a ثابت الحموضة للثنائية



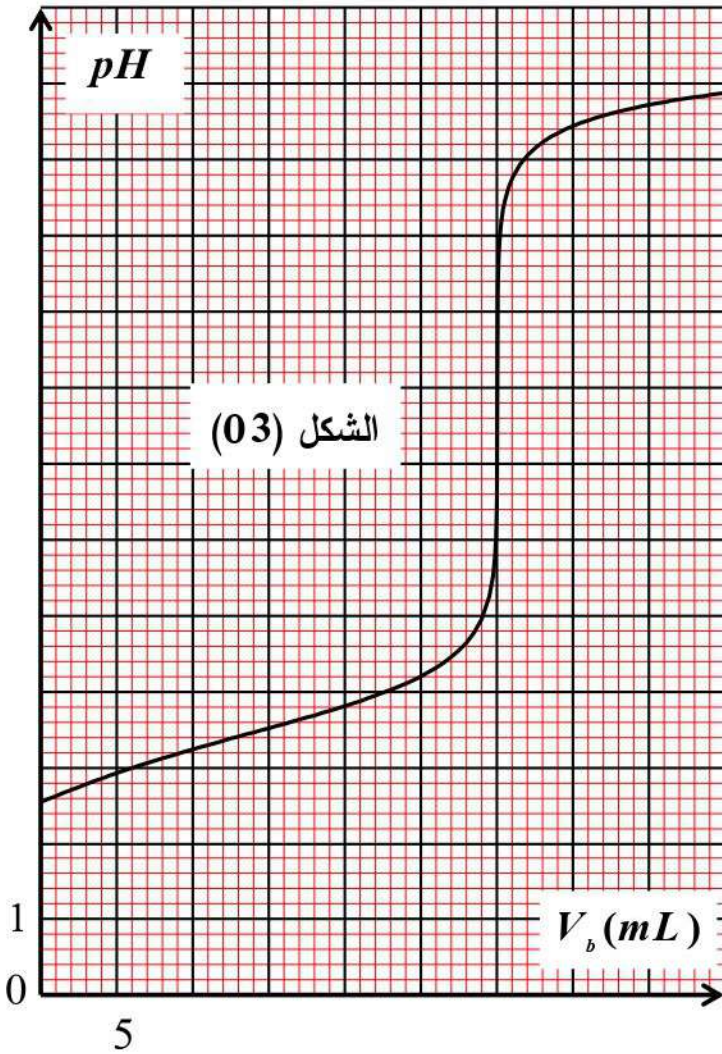
ج. احسب التركيز المولي للمادة الفعالة (الأسيتيل

ساليسيليك) في المحلول المحضر سابقا

ثم استنتج كتلتها بالمليغرام (mg).

د. ماذا تعني الدلالة $C 500$ المدونة على

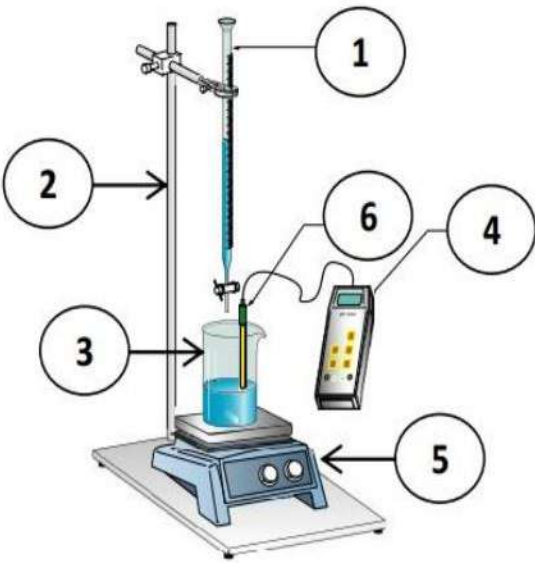
علبة الأسبيرين الممثلة بالشكل (01)؟



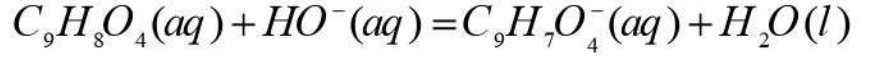
المعطيات: القياسات أجريت عند درجة حرارة $25^\circ C$

$$\lambda_{H_3O^+} = 35,0 mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1}, \lambda_{C_9H_7O_4^-} = 3,6 mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$$

بالتوفيق في امتحان شهادة البكالوريا

العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
		<p><u>الإجابة المقترحة للتمرين المنشور</u></p> <p>1. الكتلة المولية للأستيل ساليسيليك:</p> $M = 9M_C + 8M_H + 4M_O = 9 \times 12 + 8 \times 1 + 4 \times 16 = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ <p>2. أ. عبارة (σ) الناقلية النوعية للمحلول:</p> <p>حسب قانون كولوروش: $\sigma = \sum_{i=1}^{i=n} \lambda_i \cdot C_i$</p> <p>ومنه: $\sigma = \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+] + \lambda_{C_9H_7O_4^-} \cdot [C_9H_7O_4^-]$</p> <p>ب. حساب التركيز المولي للشوارد في المحلول الناتج:</p> <p>لدينا: $[H_3O^+] = [C_9H_7O_4^-]$</p> <p>ومنه: $\sigma = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_9H_7O_4^-}) \cdot [H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_9H_7O_4^-})}$</p> <p>إذا: $[H_3O^+] = \frac{109 \times 10^{-3}}{(35 + 3,6) \times 10^{-3}} = 2,82 \text{ mol} / \text{m}^3 = 2,82 \times 10^{-3} \text{ mol} / \text{L}$</p> <p>استنتاج قيمة الـ pH له:</p> $pH = -\log[H_3O^+] = -\log(2,82 \times 10^{-3}) = 2,55$ <p>3. أ. رسم التجهيز التجريبي لعملية المعايرة الـ pH - مترية:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. سحاحة مدرجة. 2. حامل السحاحة. 3. كأس بيشر به حمض. 4. مقياس الـ pH - متر. 5. مخلوط مغناطيسي. 6. مسبار الـ pH - متر. 

ب. معادلة التفاعل الكيميائي النمذج للتحويل الحاصل أثناء هذه المعايرة.



4. أ. تحديد احداثيي نقطة التكافؤ:

باستعمال طريقة المماسين المتوازيين نجد: $(V_{be} = 30mL ; pH_E = 7,8)$

استنتاج طبيعة المزيج عندئذ: المزيج أساسي لأن: $pH_E = 7,8 > 7$

ب. استنتاج pK_a ثابت الحموضة للثنائية $(C_9H_8O_4(aq) / C_9H_7O_4^-(aq))$:

$$\text{عند نقطة نصف التكافؤ: } (V_{be})_{1/2} = \frac{V_{be}}{2} = \frac{30}{2} = 15mL$$

بالاسقاط والقراءة: $pH' = pK_a = 3,5$

ج. حساب التركيز المولي للمادة الفعالة (الأسيتيل ساليسيليك)

عند التكافؤ: $C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{be}$ حيث: $V_{be} = 30mL$

$$\text{ومنه: } C_a = C_b \cdot \frac{V_{be}}{V_a} = 0,05 \times \frac{30}{55} = 2,73 \times 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$$

$$\text{كتلة الحمض النقية: } C_a = \frac{n_a}{V_a} = \frac{m}{M \cdot V_a} \Rightarrow m = C_a \cdot M \cdot V_a$$

$$\text{ومنه: } m = 2,73 \times 10^{-2} \times 180 \times 0,1 = 0,49g = 490mg \approx 500mg$$

د. الدلالة C 500 المدونة على علبة الأسبيرين: ان كتلة حمض الاستيل ساليسيليك

النقي المتواجدة في القرص الواحد تقدر بـ 500mg.



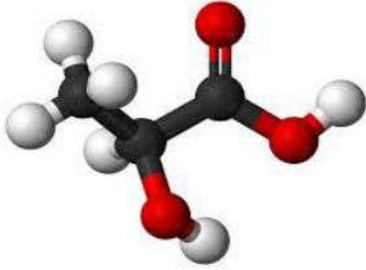
التمرين المقترح رقم 32 :

يحتوي الحليب على الحمض اللبني الذي تزداد كميته عندما لا تحترم شروط الحفظ، ويكون الحليب غير صالح

للاستهلاك إذا زاد التركيز الكتلي للحمض اللبني فيه $C_m = 5g.L^{-1}$.

نعتبر الحمض اللبني هو الحمض الوحيد الموجود في الحليب صيغته الكيميائية هي:

$(CH_3 - CH(OH) - COOH)$ ونرمز لها اختصارا (HA) .



أثناء حصة الأعمال المخبرية، طلب الأستاذ من أحد التلاميذ تحقيق المعايرة الـ pH مترية

لعينة من حليب قصد معرفة مدى صلاحيته، لذلك أخذ التلميذ حجما من الحليب قدره

$V = 20mL$ وأضاف له $20mL$ من الماء المقطر، ثم عاير المحلول الناتج بمحلول هيدروكسيد

الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $C_b = 5 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$.

سجل قيم pH المزيج وحجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف ودونها في الجدول التالي:

$V_b (mL)$	0	2	4	6	8	10	11	11,5	12	12,5	13	14	16
pH	2,9	3,2	3,6	3,9	4,2	4,6	4,95	6,3	8	10,7	11	11,3	11,55

1- كيف يتم ضبط مقياس الـ pH قبل استعماله؟

2- ارسم التركيب التجريبي المستعمل في هذه المعايرة.

3- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

4- بالاعتماد على سلم رسم مناسب، ارسم المنحنى البياني (V_b) $pH = f$.

5- عين احداثتي نقطة التكافؤ، ثم استنتج التركيز المولي (C_a) لمحلول الحمض اللبني في العينة.

6.أ. احسب التركيز الكتلي (C_m) لمحلول الحمض اللبني.

بد ماذا تستنتج فيما يخص صلاحية الحليب المعايير للاستهلاك؟

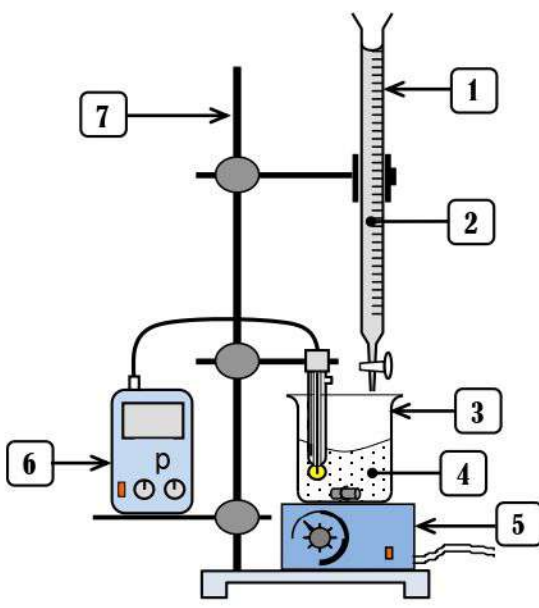
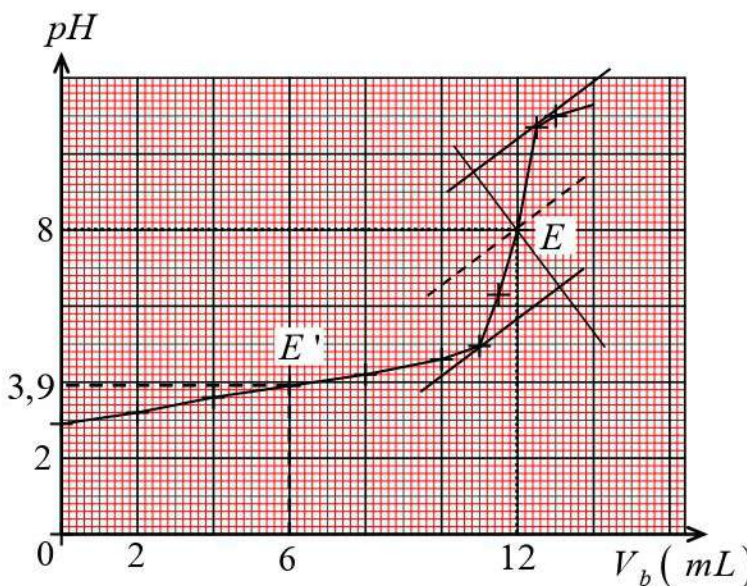
7- حدد من المنحنى البياني قيمة الـ pH الموافقة لـ $\frac{V_{bE}}{2}$ ، ثم استنتج قيمة الـ pKa للشائبة (HA/A^-).

8- عند إضافة حجما قدره $V = 5m L$ من المحلول الأساسي ، استنتج طبيعة المحلول و الصفة السائدة فيه.

المعطيات:

الكتلة المولية الجزيئية للحمض اللبني: $M(HA) = 90g \cdot mol^{-1}$

بالتوفيق في امتحان شهادة البكالوريا

العلامة		عناصر الإجابة																
مجموع	مجزأة																	
		<p><u>الإجابة المقترحة للتمرين المنشور</u></p> <p>1- يتم ضبط مقياس الـ pH قبل استعماله: بوضعه في محلول عياري (pH معلوم).</p> <p>2 - التركيب التجريبي المستعمل في هذه المعايرة.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <table border="1" data-bbox="989 672 1436 1064"> <thead> <tr> <th>الرقم</th> <th>اسم العنصر</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>السحاحة</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>محلول هيدروكسيد الصوديوم</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>كأس بيشر</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>محلول الحمض اللبني</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>المخلات المغناطيسي</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>جهاز الـ pH متر</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>الحامل</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>3 - معادلة تفاعل المعايرة.</p> $HA + OH^- = A^- + H_2O$ <p>4- المنحنى البياني (V_b) : $pH = f(V_b)$</p> <div style="text-align: center;">  </div>	الرقم	اسم العنصر	1	السحاحة	2	محلول هيدروكسيد الصوديوم	3	كأس بيشر	4	محلول الحمض اللبني	5	المخلات المغناطيسي	6	جهاز الـ pH متر	7	الحامل
الرقم	اسم العنصر																	
1	السحاحة																	
2	محلول هيدروكسيد الصوديوم																	
3	كأس بيشر																	
4	محلول الحمض اللبني																	
5	المخلات المغناطيسي																	
6	جهاز الـ pH متر																	
7	الحامل																	

5 - احداثيتي نقطة التكافؤ

باستعمال طريقة المماسين المتوازيين نجد: $E (12 \text{ mL} , 8)$

التركيز المولي (C_a) لمحلول الحمض اللبني في العينة.

عند التكافؤ يتحقق لنا مزيج ستكيومتري: أي $n_a = n_b$ أي $C_a V_a = C_b V_{bE}$

$$\text{ومنه: } C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V} \text{ أي } C_a = \frac{5 \times 10^{-2} \times 12}{20} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

6. أ. التركيز الكتلي (C_m) لمحلول الحمض اللبني.

$$C_m = C_a M = 3 \times 10^{-2} \times 90 = 2,7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

ب. $2,7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} < 5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ومنه الحليب غير فاسد و صالح للاستهلاك.

7. قيمة الـ pH الموافقة لـ $\frac{V_{bE}}{2}$

من المنحنى البياني ($pH = f(V_b)$) نجد: $\frac{V_{bE}}{2} = 6 \text{ mL}$ توافق $pH = 3,9$

أي: $E'(6 \text{ mL} , 3,9)$

قيمة الـ pKa للشثائية (HA/A^-).

- عند نقطة نصف التكافؤ: $pKa = pH = 3,9$

8. عند إضافة حجما قدره $V = 5 \text{ mL}$ من المحلول الأساسي:

طبيعة المحلول: $V = 5 \text{ mL}$ توافق $pH = 3,8$ ومنه: طبيعة المحلول حمضي لأن $pH < 7$.

- الصفة السائدة فيه: $pKa > pH$ ومنه الصفة السائدة هي الصفة الحمضية.



التمرين المقترح رقم 33 :

نقرأ على ملصقة قارورة للخل التجاري CH_3COOH المعلومات التالية :

▪ درجة النقاوة 5° .

▪ الكثافة $d = 1,05$.

▪ الكتلة المولية الجزيئية $M = 60g / mol$.

- أراد طالب في القسم النهائي استغلال المعلومات على ملصقة قارورة حمض الخل التجاري فلاحظ عدم الإشارة إلى التركيز المولي C_0 للخل التجاري، فأراد تعيينه تجريبيا بطريقة المعايرة الـ pH مترية .

I- تحضير محلول حمض الخل CH_3COOH انطلاقاً من معلوم تجاري:

أخذ الطالب حجماً قدره $V_0 = 15ml$ من المحلول التجاري لحمض الخل ذو التركيز المولي C_0 وقام بتمديده 10 مرات

فتحصل على محلول ممد لحمض الخل تركيزه المولي C_a وحجمه V_a .

أ- اكتب معادلة انحلال حمض الخل CH_3COOH في الماء .

ب- قدم بروتوكولا تجريبيا لتحضير المحلول الممدد.

II- معايرة محلول حمض الخل CH_3COOH المُخَصَّر

1- سمحت معايرة حجماً $V_a = 20ml$ من الخل التجاري الممدد عند درجة الحرارة $25^\circ C$ بمحلول هيدروكسيد الصوديوم

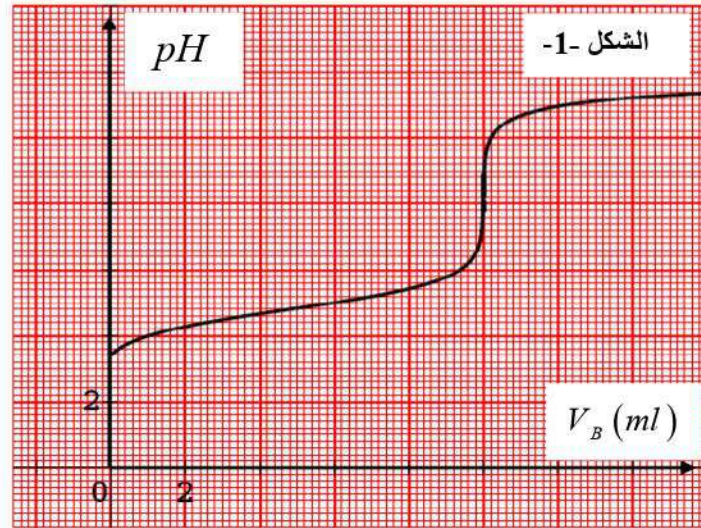
$(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_b = 0,18mol / L$ من رسم البيان الذي يعطي تغير قيمة pH المزيج بدلالة V_b حجم محلول

هيدروكسيد الصوديوم المضاف. شكل -1-

أ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب - عين احداثيات نقطة التكافؤ E .

ج - أوجد التركيز المولي C_a لحمض الايثانويك الممدد ، ثم استنتج قيمة C_0 .



1- إذا علمت أن عبارة تركيز محلول تجاري تعطى بالعلاقة: $C_0 = 10 \cdot \frac{p \cdot d}{M}$.

- أحسب التركيز المولي C_0 للخل التجاري وقارنه مع القيمة التجريبية المحسوبة سابقا .

2- بعد إضافة الحجم $V_b = 5ml$.

أ- عين بيانياً قيمة pK_a الثنائية $(CH_3COOH_{(aq)} / CH_3COO^-_{(aq)})$.

ب- احسب كمية مادة شوارد HO^- .

ت- احسب قيمة التقدم النهائي x_f لتفاعل المعايرة ونسبة التقدم النهائي τ_f . ماذا تستنتج؟

يعطى: $K_e = 10^{-14}$

بالتوفيق في امتحان شهادة البكالوريا

العلامة		عناصر الإجابة																				
مجموع	مجزأة																					
		<p align="center"><u>الإجابة المقترحة للتمرين المنشور</u></p> <p>1- تحضير محلول حمض الايثانويك انطلاقاً من معلوم تجاري:</p> <p>1-معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك و الماء:</p> $CH_3COOH_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$ <p>2-البروتوكول التجريبي لعملية تحضير حمض الايثانويك المخفف:</p> <p>أ- حساب حجم المحلول المخفف الواجب تحضيره:</p> <p>- من قانون التمديد نجد:</p> $C_0 V_0 = C V \Rightarrow \frac{C_0}{C} = \frac{V}{V_0} = 10 \Rightarrow V = 10 \times V_0 = 10 \times 15 = 150 ml$ <p>ب- طريقة العمل: نأخذ بواسطة ماصة عيارية سعتها 15ml حجماً قدره $V_0 = 15 ml$ من محلول الحمض التجاري و نضعها في حوزة عيارية سعتها 150ml ونضيف إليها كمية من الماء المقطر ثم نقوم بالرج بعد ذلك نكمل بالماء المقطر الى غاية خط العيار.</p> <p>II- معايرة محلول حمض الإيثانويك المحضر</p> <p>1- أ- معادلة تفاعل المعايرة: $CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$</p> <p>ب- تعيين احداثيات نقطة التكافؤ: $\begin{cases} pH_E = 8,4 \\ V_{bE} = 10 ml \end{cases}$</p> <p>- جدول تقدم التفاعل:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>المعادلة</th> <th colspan="4">$CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ح!</td> <td>$C_a V_a$</td> <td>$C_b V_b$</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ح إنتقالية</td> <td>$C_a V_a - x(t)$</td> <td>$C_b V_b - x(t)$</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>ح ن (عند التكافؤ)</td> <td>$C_a V_a - x_E$</td> <td>$C_b V_b - x_E$</td> <td>x_E</td> <td>x_E</td> </tr> </tbody> </table> <p>ج- حساب التركيز المولي للمحلول الممدد :</p> <p>عند التكافؤ: $C_a V_a = C_b V_{bE}$ ومنه: $C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V_a} = \frac{0,18 \times 10}{20} = 0,09 mol \cdot L^{-1}$</p>	المعادلة	$CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$				ح!	$C_a V_a$	$C_b V_b$	0	0	ح إنتقالية	$C_a V_a - x(t)$	$C_b V_b - x(t)$	x	x	ح ن (عند التكافؤ)	$C_a V_a - x_E$	$C_b V_b - x_E$	x_E	x_E
المعادلة	$CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$																					
ح!	$C_a V_a$	$C_b V_b$	0	0																		
ح إنتقالية	$C_a V_a - x(t)$	$C_b V_b - x(t)$	x	x																		
ح ن (عند التكافؤ)	$C_a V_a - x_E$	$C_b V_b - x_E$	x_E	x_E																		

$$\frac{C_0}{C} = 10 \Rightarrow C_0 = 10C = 10 \times 0,09 = 0,9 \text{ mol} \cdot L^{-1} : C_0 \text{ استنتاج تركيز المحلول التجاري}$$

- استنتاج تركيز المحلول التجاري C_0 :

$$C_0 = 10 \cdot \frac{p \cdot d}{M} = 10 \cdot \frac{5 \times 1,05}{60} = 0,9 \text{ mol} \cdot L^{-1} \text{ نعم تتوافق مع القيمة التجريبية.}$$

2- أ- قيمة pka الثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-) :

$$V_{E/2} = \frac{V_{bE}}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ ml} \text{ عند حجم نصف التكافؤ}$$

$$pH = pKa = 4,8 \text{ بياننا نجد:}$$

ب- احسب كمية مادة شوارد HO^- عند إضافة الحجم $V_b = 5 \text{ ml}$:

$$n(HO^-) = [HO^-] \cdot (V_a + V_b) = \frac{K_e}{[H_3O^+]} (V_a + V_b)$$

$$n(HO^-) = 10^{pH - pK_e} (V_a + V_b) = 10^{-3} \cdot 10^{4,8 - 14} (20 + 5) \Rightarrow n(HO^-) = 1,57 \times 10^{-11} \text{ mol}$$

ت- استنتاج قيمة التقدم النهائي X_f لتفاعل المعايرة ونسبة التقدم النهائي τ_f :

$$X_f = C_b V_b - n(HO^-) \quad n(HO^-) = C_b V_b - X_f \text{ من جدول التقدم لدينا:}$$

$$X_f = 0,18 \times 5 \times 10^{-3} - 1,57 \times 10^{-11} \approx 10^{-3} \text{ mol} \leftarrow$$

- عند سكب الحجم $V_b = 5 \text{ ml}$ يكون: $C_b V_b < C_a V_a$ أي المتفاعل المحد هو HO^-

$$\text{ومنه: } X_{\max} = C_b V_b \approx 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{إذن: } \tau_f = \frac{X_f}{X_{\max}} = \frac{10^{-3}}{10^{-3}} = 1 \text{ - نستنتج أن تفاعل المعايرة تام.}$$



التمرين المقترح رقم 34 :

I. يرش تجار السمك بضاعتهم بالخل (يحتوي على نسبة من حمض الايثانويك CH_3COOH) أو الليمون (يحتوي على نسبة من حمض الليمون) وذلك من أجل إزالة الرائحة الناتجة عن ثلاثي ميثيل أمين الموجود في السمك، حيث يتم تدميره عن طريق تفاعل حمض - أساس .
قرأت مجموعة من التلاميذ على البطاقة الملتصقة على قارورة المعلومات التالية:

ثلاثي ميثيل أمين $(CH_3)_3N$ ، المولية: $M = 59g / mol$ ، $P = 45\%$ ، $d = 0,86$

1. عرف التفاعل حمض - أساس .
 2. اكتب معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك وثلاثي ميثيل أمين .
 3. احسب K ثابت التوازن لهذا التفاعل . هل التفاعل تام؟
 4. بين أن C_0 التركيز المولي لثلاثي ميثيل أمين في القارورة يساوي: $C_0 \approx 6,6mol \cdot L^{-1}$.
- II . في حصة للأعمال المخبرية أخذ التلاميذ من القارورة حجما $V_0 = 10mL$ ومددوه 100 مرة للحصول على محلول (S_1) .

1. أذكر طريقة تحضير المحلول (S_1) ، وماهي الزجاجيات الضرورية لهذه العملية؟
2. أخذ التلاميذ من المحلول (S_1) حجما $V_b = 10mL$ وعايروه بواسطة محلول حمض كلور الماء $(H_3O^+(aq) + Cl^-(aq))$ تركيزه المولي $C_a = 0,05mol \cdot L^{-1}$. وبواسطة برنامج معلوماتي

حصلوا على البيان $pH = f(V_a)$. (الشكل 01)

أ. أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

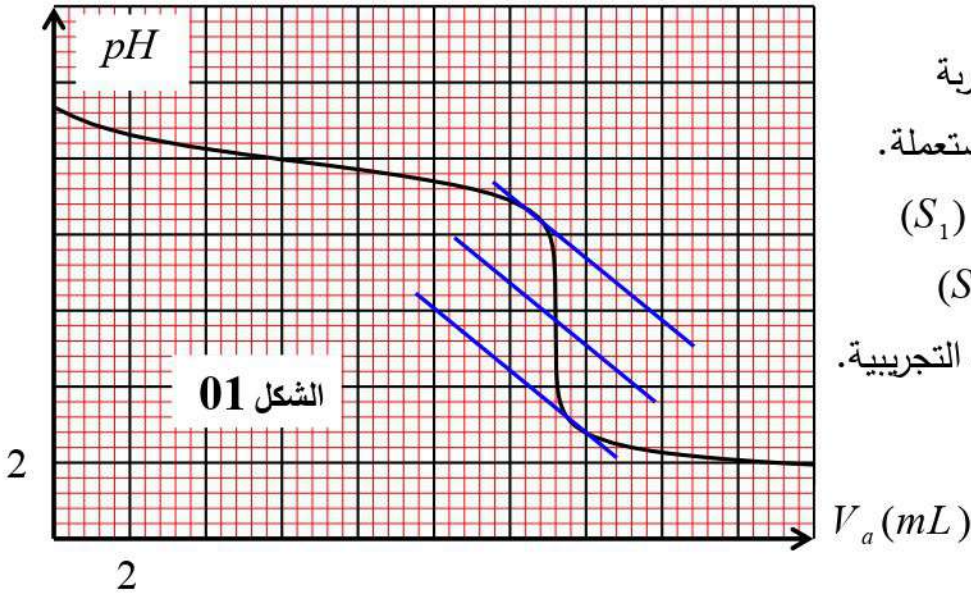
ب. ارسم شكلا تخطيطيا لهذه التجربة

مع تسمية الأدوات والزجاجيات المستعملة.

ج. احسب التركيز المولي للمحلول (S_1)

واستنتج التركيز المولي للمحلول (S_0)

ثم قارن النتيجة النظرية مع النتيجة التجريبية.



د. تأكد من القيمة المعطاة لثابت الحموضة للثنائية $((CH_3)_3NH^+(aq) / (CH_3)_3N(aq))$

هـ. باستغلال البيان بين أن: $\frac{[(CH_3)_3N]}{[(CH_3)_3NH^+]} \approx 0,32$ لما يكون حجم المزيج $20mL$.

III. أراد الفوج الثاني من التلاميذ التحقق بسرعة من التركيز المولي C_0 بدون استعمال مقياس الـ pH . أخذوا في بيشر $5mL$ من القارورة، وملأوا السحاحة بمحلول كلور الهيدروجين السابق، فلم يوافق الأستاذ على طرحهم. فقام الأستاذ بإضافة $95mL$ من الماء المقطر للبيشر ثم أخذ منه $V_0 = 5mL$ ووضعه في بيشر آخر وسمح لهم بمعايرته.

1. لماذا رفض الأستاذ طرح التلاميذ بمعايرة الحجم $5mL$ من القارورة؟

2. ماهو الكاشف المناسب في هذه المعايرة؟ علل باختصار.

3. عند إضافة المحلول الحمضي، قرأ التلاميذ على السحاحة $V_a = 32mL$ لحظة تغير اللون.

أ. احسب التركيز المولي للمحلول الأساسي الذي عايره التلاميذ.

ب. أوجد التركيز المولي للمحلول في القارورة.

ج. قارن هذه النتيجة مع النتيجة التي تحصل عليها الفوج الأول. علل عدم الدقة في تجربة الفوج الثاني؟

يعطى: مجال التغير اللوني: - أحمر الميثيل: $[4,2 ; 6,2]$

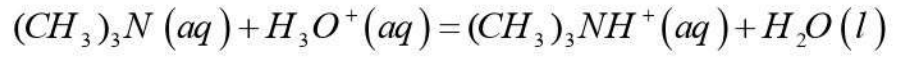
- الفينول فتالين: $[8,2 ; 10]$

- أزرق البروموتيمول: $[6,0 ; 7,6]$

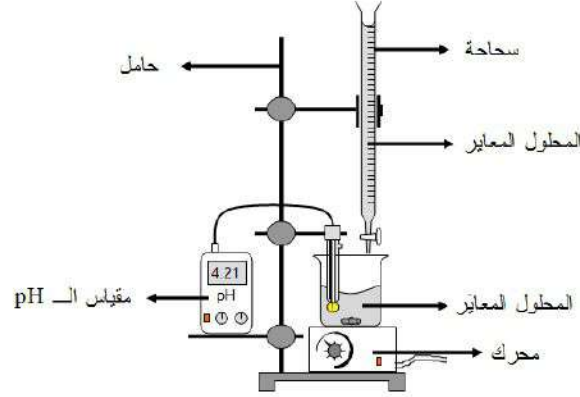
$$pK_a((CH_3)_3NH^+ / (CH_3)_3N) = 9,9, \quad pK_a(CH_3COOH / CH_3COO^-) = 4,8$$

العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
		<p><u>الإجابة المقترحة للتمرين المنشور</u></p> <p>1.I. تعريف التفاعل حمض - أساس:</p> <p>هو تفاعل يتم بين حمض الثنائية الأولى (أساس 1/حمض 1) وأساس الثنائية الثانية (أساس 2/حمض 2) حسب المعادلة: أساس 1 + حمض 2 = أساس 2 + حمض 1</p> <p>2. معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك وثلاثي ميثيل أمين</p> $(CH_3)_3N (aq) + CH_3COOH (aq) = (CH_3)_3NH^+ (aq) + CH_3COO^- (aq)$ <p>3. حساب K ثابت التوازن لهذا التفاعل:</p> $K = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [(CH_3)_3NH^+]}{[(CH_3)_3N] \cdot [CH_3COOH]}$ <p>ومنه:</p> $K = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [(CH_3)_3NH^+] \cdot [H_3O^+]}{[(CH_3)_3N] \cdot [CH_3COOH] \cdot [H_3O^+]} = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = 10^{pK_{a2} - pK_{a1}}$ <p>هل التفاعل تام؟</p> <p>4. بيان أن $C_0 \approx 6,6 mol \cdot L^{-1}$</p> $K = 10^{pK_{a2} - pK_{a1}} = 10^{9,9 - 4,8} = 1,26 \times 10^5 > 10^4$ <p>ومنه التفاعل تام.</p> <p>1.II. طريقة تحضير المحلول (S_1)، والزجاجيات الضرورية لهذه العملية:</p> <p>- نأخذ بواسطة ماصة عيارية سعتها $10mL$ حجما من المحلول التجاري ونضعها في حوالة عيارية سعتها $1000mL$ ونضيف للحوالة $990mL$ من الماء المقطر (خط العيار) ونرج حتى يتجانس المحلول.</p>

2. أ. معادلة تفاعل المعايرة:



ب. رسم شكلا تخطيطيا لهذه التجربة:



ج. حساب التركيز المولي للمحلول (S_1):

عند التكافؤ: $C_b V_b = C_a V_{aE}$ من البيان: $V_{aE} = 13,2 mL$

$$C_b = \frac{C_a V_{aE}}{V_b} = \frac{0,05 \times 13,2}{10} = 0,066 mol \cdot L^{-1}$$

استنتاج التركيز المولي للمحلول (S_0):

$$C_0 = F \cdot C_b = 100 \times 0,066 = 6,6 mol \cdot L^{-1}$$

المقارنة: النتيجة متساويتان في حدود أخطاء التجربة.

د. التأكد من قيمة ثابت الحموضة للتنائية $((CH_3)_3NH^+(aq) / (CH_3)_3N(aq))$:

$$V_{aE} |_{1/2} = \frac{V_{aE}}{2} = \frac{13,2}{2} = 6,6 mL$$

بالإسقاط والقراءة نجد: $pH = pK_a = 9,9$

وهي موافقة للقيمة المعطاة: $pK_a((CH_3)_3NH^+ / (CH_3)_3N) = 9,9$

هـ. بيان أن: $\frac{[CH_3)_3N]}{[CH_3)_3NH^+]} \approx 0,32$ لما يكون حجم المزيج $20mL$.

عندما يكون حجم المزيج $20mL$ يكون: $V_a = 20 - 10 = 10mL$

بالاسقاط والقراءة على البيان نجد: $pH = 9,4$

$$pH = pKa + \log \frac{[CH_3)_3N]}{[CH_3)_3NH^+]}$$

$$\frac{[CH_3)_3N]}{[CH_3)_3NH^+]} = 10^{pH-pKa} = 10^{9,4-9,9} = 0,32 \text{ ومنه:}$$

III. 1. سبب رفض الأستاذ طرح التلاميذ بمعايرة الحجم $5mL$ من القارورة:

في حالة معايرة $5mL$ من المحلول التجاري نحتاج إلى حجم V_{aE} قدره:

$$V_{aE} = \frac{5 \times 6,6}{0,05} = 660mL$$

التبذير وهو ما جعل الأستاذ يرفض طرح التلاميذ.

2. الكاشف المناسب في هذه المعايرة: أحمر الميثيل

التعليل: $pH_E = 5,8$ تنتمي إلى مجال تغييره اللوني $[4,2 ; 6,2]$ $pH_E = 5,8 \in [4,2 ; 6,2]$

3. أ. حساب التركيز المولي للمحلول الأساسي الذي عايره التلاميذ.

$$F = \frac{100}{5} = 20 \text{ معامل التمديد:}$$

$$C_b = \frac{0,05 \times 32}{5} = 0,32mol \cdot L^{-1} \text{ التركيز المولي للمحلول المعايير:}$$

ب. التركيز المولي للمحلول في القارورة.

$$C_0 = F \cdot C_b = 20 \times 0,32 = 6,4mol \cdot L^{-1}$$

ج. المقارنة: هذه النتيجة تساوي تقريبا النتيجة التي تحصل عليها الفوج الأول.

- تعليل عدم الدقة في تجربة الفوج الثاني:

عدم الدقة راجع لعدم القراءة السليمة لحجم التكافؤ الذي يتعلق بمجال تغير لون

الكاشف.



التمرين المقترح رقم 35 :

نحضر ثلاثة محاليل مائية S_3, S_2, S_1 لثلاثة أحماض HA_3, HA_2, HA_1 لها نفس التركيز المولي

$C_0 = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ، و بعد قياس قيمة الـ pH لكل محلول تحصلنا على النتائج المدونة في

الجدول التالي:

S_3	S_2	S_1	المحلول
1,70	2,75	3,25	pH

1. أحد المحاليل الحمضية السابقة هو محلول لحمض قوي عينه مع التعليل.

2. رتب الحمضين الآخرين من حيث قوة الحموضة مع التعليل.

3. أ. أحسب نسبة التقدم النهائية لتفاعل الحمضين الضعيفين مع الماء لكليهما، ماذا تستنتج؟

ب. هل يمكن الاعتماد دوما على τ_r في مقارنة قوة الأحماض؟

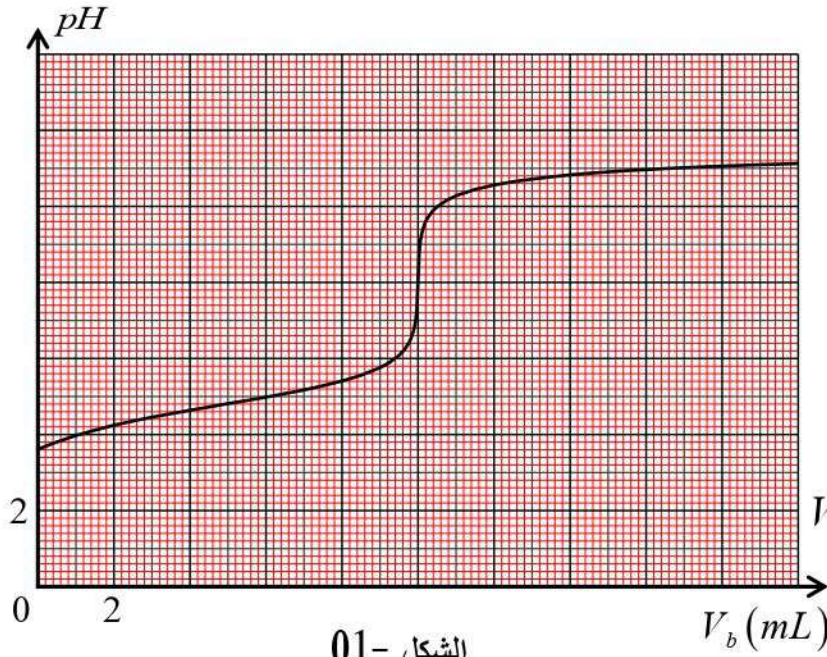
4. أ. بإهمال التركيز $[H_3O^+]$ أمام التركيز C_0 بين أن: $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_0)$.

ب. تعرف على المحلولين الحمضيين الضعيفين.

5. نمدد المحاليل الثلاثة السابقة F مرة، ثم نأخذ 10 mL من أحد المحاليل المخففة و نعايره بمحلول

هيدروكسيد الصوديوم الذي تركيزه المولي $C_b = 4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ فنحصل على المنحنى البياني

المبين في (الشكل 01).



الشكل - 01

أ. أي محلول عايرناه؟ علل.

ب. جد معامل التمديد F .

ج. أثبت أنه من أجل $V_b < V_{bE}$ فإن:

$$\tau_f = 1 - \frac{K_e \cdot 10^{pH}}{C_b} \left(1 + \frac{V_a}{V_b} \right)$$

* أحسب τ_f من أجل إضافة قدرها $V_b = 5 \text{ mL}$

* ماذا تستنتج؟

المعطيات:

تؤخذ المحاليل عند الدرجة 25°C و $K_e = 10^{-14}$

قيمة الـ pK_a لبعض الثنائيات (أساس/حمض):

NH_4^+ / NH_3	$C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$	CH_3COOH / CH_3COO^-	$HCOOH / HCOO^-$	الثنائية
9,2	4,2	4,8	3,8	pK_a

العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
		<p style="text-align: center;"><u>الإجابة المقترحة للتمرين المنشور</u></p> <p>1. تحديد الحمض القوي مع التعليل</p> <p>الحمض القوي هو الحمض الذي يتفكك كلياً في الماء حيث يكون: $[H_3O^+] = c_0 \Rightarrow 10^{-pH} = c_0 \Rightarrow pH = -\log c_0$</p> <p>بما أن للمحاليل الثلاث نفس التركيز فإن:</p> <p>$pH = -\log c_0 = -\log(2 \times 10^{-2}) = 1,7$ ومنه: الحمض القوي هو (S_3)</p> <p>2. ترتيب الحمضين الآخرين من حيث قوة الحموضة مع التعليل.</p> <p>كلما كان الـ pH أصغر كلما كان الحمض أقوى وعليه فحمض المحلول (S_2) أقوى من حمض المحلول (S_1).</p> <p>3. أ. حساب نسبة التقدم النهائية لتفاعل الحمضين الضعيفين مع الماء:</p> $\tau_{1f} = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{10^{-pH_1}}{C_0} = \frac{10^{-3,25}}{2 \times 10^{-2}} = 0,028 = 2,8\%$ $\tau_{2f} = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{10^{-pH_2}}{C_0} = \frac{10^{-2,75}}{2 \times 10^{-2}} = 0,089 = 8,9\%$ <p>- الاستنتاج: بما أن للحمضين نفس التركيز وأن: $\tau_{1f} < \tau_{2f}$ فإن حمض المحلول (S_2) أقوى من حمض المحلول (S_1).</p> <p>ب. نعم يمكن الاعتماد على τ_f في مقارنة قوة الأحماض بشرط أن يكون للمحاليل نفس التركيز المولي.</p> <p>4. أ. بيان أن: $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_0)$</p> <p>لدينا: $pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]} = pK_a + \log \frac{[H_3O^+]}{C_0 - [H_3O^+]}$</p> <p>ومنه: $pH = pK_a + \log([H_3O^+]) - \log(C_0 - [H_3O^+])$</p>

$$pH - \log([H_3O^+]) = pK_a - \log(C_0 - [H_3O^+]): \text{ نجد:}$$

$$2pH = pK_a - \log C_0: \text{ نجد: } C_0 - [H_3O^+] \approx C_0$$

$$pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_0): \text{ ومنه:}$$

ب. التعرف على المحلولين الحمضيين الضعيفين:

$$pK_a = 2pH + \log C_0: \text{ من العلاقة السابقة نجد:}$$

$$pK_a(S_1) = 2pH_1 + \log C_0 = 2 \times 3,25 + \log(2 \times 10^{-2}) = 4,8: \text{ ومنه:}$$

$$pK_a(S_2) = 2pH_2 + \log C_0 = 2 \times 2,75 + \log(2 \times 10^{-2}) = 3,8: \text{ أيضا:}$$

إذا المحلول (S_1) هو محلول حمض الايثانويك و المحلول (S_2) هو محلول حمض الميثانويك.

5.أ. المحلول الذي عايرناه هو:

بالاعتماد على طريقة المماسين المتوازيين نحدد نقطة التكافؤ:

$$E(V_{be} = 10mL; pH = 8)$$

- التعليل:

$$pk_a = 4,8 \text{ يكون } \frac{V_{be}}{2} = 5 \text{ عند نقطة نصف التكافؤ:}$$

إذن: الحمض المعاير هو حمض الايثانويك.

ب. ايجاد معامل التمديد F :

عند نقطة التكافؤ يتحقق لنا مزيج ستوكيوميتري أي: $n_a = n_{be}$

$$c_a = \frac{c_b \cdot V_{be}}{V_a} = 4 \times 10^{-3} mol \text{ إذن: } c_a \cdot V_a = c_b \cdot V_{be} \text{ ومنه:}$$

$$F = \frac{c_0}{c_a} = \frac{2 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-3}} = 5: \text{ ومنه:}$$

$$\tau_f = 1 - \frac{K_e \cdot 10^{pH}}{C_b} \left(1 + \frac{V_a}{V_b} \right) \text{ : فإن } V_b < V_{bE} \text{ من أجل}$$

من أجل $V_b < V_{bE}$ المتفاعل المحد هي الشوارد الهيدروسيدي (HO^-)

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{c_b \cdot V_b - [HO^-]}{c_b \cdot V_b} = \frac{c_b \cdot V_b - Ke \cdot 10^{pH} (V_a + V_b)}{c_b \cdot V_b}$$

$$\tau_f = 1 - \frac{Ke \cdot 10^{pH}}{c_b} \left(1 + \frac{V_a}{V_b} \right) \text{ : ومنه}$$

* حساب τ_f من أجل إضافة قدرها $V_b = 5mL$

من المنحنى: $pH = f(V_b)$ نجد: $pH = pka = 8$

وبعد الحساب نجد: $\tau_f = 0,999 \approx 1$

* الاستنتاج: نستنتج أنت تفاعل المعايرة تام.



التمرين المقترح رقم 36 :

الجزءان 1 و 2 مستقلان

الجزء 1: يُباع في الأسواق مُنتج تجاري لتصبير الزيتون، يتكون أساسا من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم

(الصودا الكاوية) $(Na^+(aq) + HO^-(aq))$ ، البطاقة الملصقة على قارورته لا تحمل معلومات عن تركيزه المولي.

يهدف هذا الجزء إلى تعيين c_0 التركيز المولي لمحلول تصبير الزيتون.

كل المحاليل مأخوذة عند $25^\circ C$

البروتوكول التجريبي:

- نأخذ بواسطة ماصة عيارية حجما $V_0 = 5mL$ من المنتج التجاري تركيزه المولي c_0 ؛

- نُخفف المنتج التجاري 50 مرة، للحصول على محلول (S) تركيزه المولي c_1 .

- نأخذ حجما $V_1 = 20mL$ من المحلول (S) ونعايره بمحلول حمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+(aq) + Cl^-(aq))$ تركيزه

المولي $c_a = 0,1 mol \cdot L^{-1}$ وباستعمال أزرق البروموتيمول ككاشف ملون، نلاحظ أن لون المحلول يتغير عند إضافة

حجم $V_a = 20mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين.

1. أعط مدلول العبارة المكتوبة على الملصقة "يجب ارتداء قفازات ونظارات عند استعمال هذه المادة".

2. ارسم الشكل التخطيطي لتركيب المعايرة موضحا عليه البيانات الكافية.

3. اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

4. جد قيمة c_1 ثم استنتج c_0 التركيز المولي للمنتج التجاري.

5. ما الهدف من تخفيف المحلول التجاري؟

الجزء 2: يستعمل حمض الميثانويك ($HCOOH$) في صناعة الأصبغة والمطاط ومنتجات أخرى.

لدينا محلول تجاري (S_0) لحمض الميثانويك تركيزه المولي $c_0 = 2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$.

نحضر محلولاً مائياً (S) تركيزه المولي c وذلك بتخفيف المحلول التجاري (S_0) 10 مرات.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة تأثير التركيز المولي الابتدائي على انحلال الحمض في الماء.

1. عرّف الحمض حسب برونشتد.

2. اكتب معادلة انحلال حمض الميثانويك في الماء.

3. احسب التركيز المولي c للمحلول (S).

4. توجد في المخبر الزجاجيات التالية:

- ماصات عيارية: 20 mL ، 10 mL ، 5 mL

- حوجلات عيارية: 1000 mL ، 500 mL ، 100 mL

اختر الزجاجيات اللازمة لتحضير المحلول (S)، علّل.

5. انطلاقاً من المحلول (S) نحضر عدة محاليل مخففة ذات

تراكيز مولية مختلفة ثم نقيس قيمة pH كل منها ونحسب

نسبة التقدم النهائي τ_f لكل محلول فنحصل على المنحنى

البياني $\tau_f = f(pH)$ الممثل لتطور نسبة التقدم النهائي τ_f

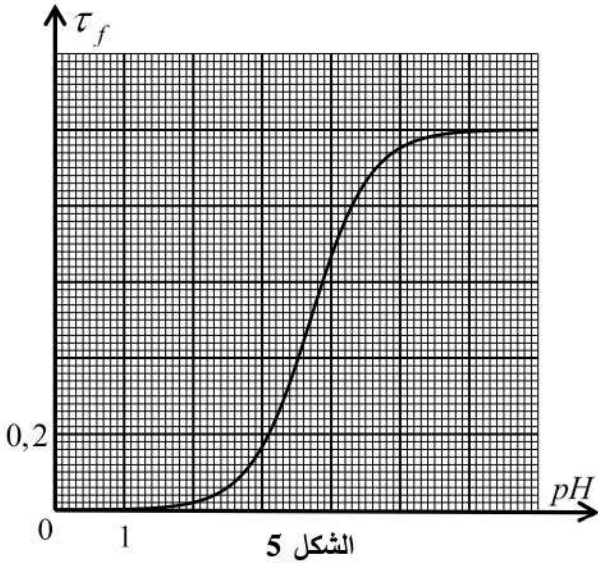
بدلالة pH (الشكل 5).

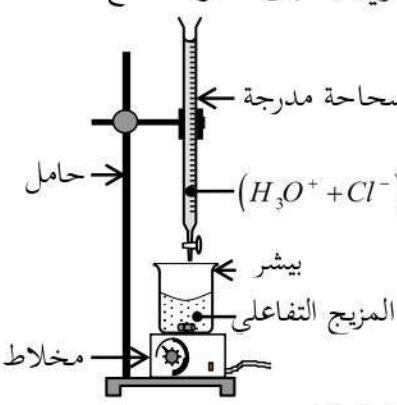
1.5. أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل وبيّن أن نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل تكتب بالعلاقة: $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{c}$.

2.5. حدّد بيانياً نسبة التقدم النهائي τ_f لكل من المحلولين المميزين بـ: $pH_1 = 2,9$ و $pH_2 = 5,0$ ثم استنتج

التركيز المولي الابتدائي لكل من المحلولين.

3.5. استنتج تأثير التركيز المولي الابتدائي على انحلال الحمض في الماء.



العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
		<p style="text-align: right;"><u>الإجابة المقترحة للتمرين المنشور</u></p> <p style="text-align: right;">الجزء 1:</p> <p>1. مدلول العبارة: يجب لبس القفازات لأن المادة كاوية وحارقة، ويجب لبس نظارات لمنع تعرض العين لهذه المادة...</p> <p>2. التركيب التجريبي لعملية المعايرة:</p> <p style="text-align: right;">- التجهيز - البيانات</p>  <p>3. معادلة تفاعل المعايرة: $H_3O^+(aq) + HO^-(aq) = 2H_2O(l)$</p> <p>4. تعيين c_1 التركيز المولي للمحلول (S):</p> <p>عند التكافؤ: $c_1V_1 = c_aV_{aE}$ ومنه: $c_1 = \frac{c_aV_{aE}}{V_1}$</p> <p>$c_1 = \frac{0,1 \times 20}{20} = 0,1 mol \cdot L^{-1}$</p> <p style="text-align: right;">- استنتاج c_0:</p> <p>$c_0 = 50c_1$</p> <p>$c_0 = 50 \times 0,1 = 5 mol \cdot L^{-1}$</p> <p>5. الهدف من تخفيف المحلول التجاري: عملية المعايرة صعبة التحقيق نظرا لقيمة c_0 الكبيرة وهذا ما يتطلب إضافة حجم كبير من المحلول المعيار للوصول الى نقطة التكافؤ.</p> <p style="text-align: right;">الجزء 2:</p> <p>1. تعريف الحمض: هو كل فرد كيميائي (شاردي أم جزيئي) قادر على فقدان بروتون H^+ او أكثر خلال تحول كيميائي.</p> <p>2. معادلة انحلال حمض الميثانويك في الماء:</p> $HCOOH(l) + H_2O(l) = H_3O^+(aq) + HCOO^-(aq)$ <p>3. التركيز المولي للمحلول المخفف: $c = \frac{c_0}{10}$</p> <p>$c = 0,2 mol \cdot L^{-1}$</p> <p>4. الزجاجيات المناسبة لتحضير المحلول (S):</p> <p style="text-align: right;">ماصة عيارية 10mL حجلة عيارية 100mL</p> <p>لأن تمديد 10mL من المحلول (S_0) 10 مرات يحتاج إلى حجلة عيارية 100mL</p>

.5

1.5. جدول تقدم التفاعل:

المعادلة	$\text{HCOOH}(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell) = \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HCOO}^-(\text{aq})$			
الحالة	كمية المادة (mol)			
ح. ابتدائية	cV	بوفرة	0	0
ح. انتقالية	$cV - x$		x	x
ح. نهائية	$cV - x_f$		x_f	x_f

- إثبات عبارة τ_f :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$$

$$\tau_f = \frac{n_{f(\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}))}}{n_0}$$

$$\tau_f = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]_f V}{cV}$$

$$\tau_f = \frac{10^{-pH}}{c}$$

2.5. تحديد τ_f بيانياً:

$$\tau_{f1} = 0,14 \quad \text{من أجل } pH_1 = 2,9$$

$$\tau_{f2} = 0,96 \quad \text{من أجل } pH_2 = 5,0$$

- استنتاج التركيز المولي لكل محلول:

$$c = \frac{10^{-pH}}{\tau_f} \quad \text{من عبارة نسبة تقدم التفاعل}$$

$$c_1 = 8,99 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c_2 = 1,04 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

3.5. كلما مددنا المحلول الابتدائي كلما ازداد انحلال الحمض في الماء.