

التمرين (1) :

الأمونيا NH_3 أو الأمونياك يستخدم لعلاج الشعر حيث تعاني النساء من مشكلة تساقط الشعر ، والتي تعود لعدة أسباب منها الظروف البيئية أو استخدام مصفات الشعر الحرارية بإفراط . حيث أثبت محلول الأمونياك فاعلية فائقة في انبات الشعر بالإضافة إلى منحه الكثافة اللازمة لظهوره بشكل صحي ومتألق ، وذلك عن طريق رشه على الشعر بشكل يومي .

I- دراسة المحلول المائي للأمونياك :

نعتبر محلولاً مائياً (S_B) للأمونياك ($(NH_3)(aq)$) حجمه V وتركيزه $C_B = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$. أعطى قياس

الـ pH هذا المحلول القيمة $pH = 10.74$. يعطى : الجداء الشاردي للماء $K_e = 10^{-14}$

1- أكتب معادلة تفاعل الأمونياك مع الماء .

2- أنشئ جدول تقدم التفاعل .

3- أ- بين أن عبارة نسبة التقدم النهائي (τ_f) لهذا التفاعل تكتب من الشكل $\tau_f = \frac{K_e}{C_B \times 10^{-pH}}$

ب- أحسب قيمته ، ماذا تستنتج ؟

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

5- أوجد قيمة الـ pKa للثنائية (NH_4^+/NH_3)

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

نقوم بمعايرة محلول مائي للأمونياك (S'_B) حجمه $V_B = 20 \text{ mL}$

و تركيزه C'_B بواسطة محلول حمض كلور الماء S_A ذي التركيز

المولي $C_A = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ بقياس الـ pH

1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

2- يمثل المنحنى في الشكل (5) تغير pH الخليط بدلالة

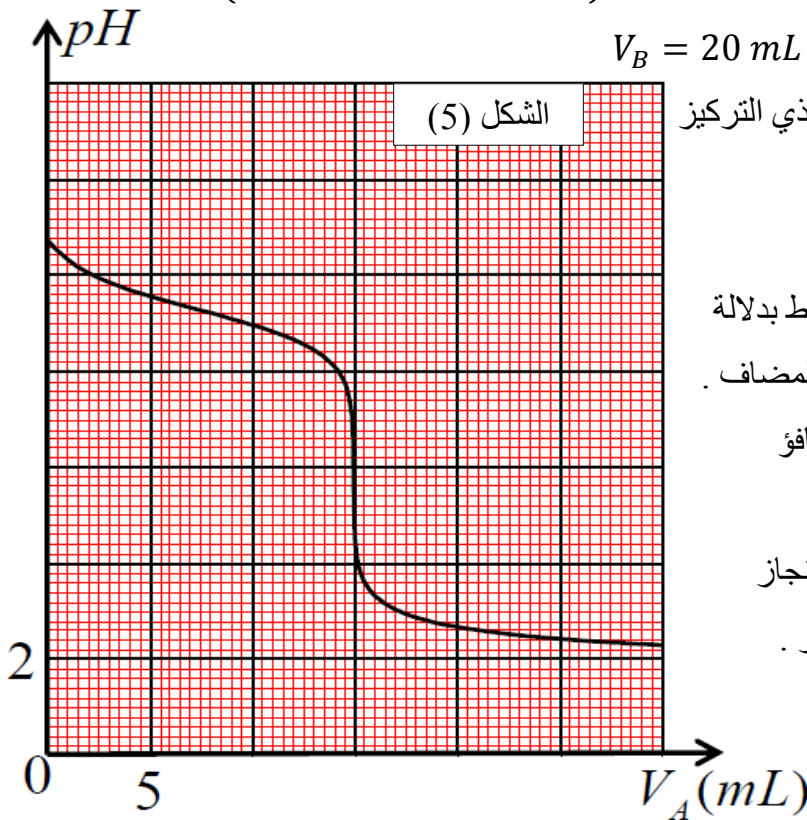
الحجم V_A للمحلول S_A لحمض كلور الماء المضاف .

أ- حدد إحداثيات (pH_E, V_{AE}) نقطة التكافؤ

ب- أحسب التركيز المولي C'_B

ت- عين معللاً جوابك ، الكاشف المناسب لإنجاز

هذه المعايرة في غياب جهاز الـ pH متر .



الكاشف الملون	الهيليانتين	أحمر الكلوروفينول	أزرق البروموتيمول	الفينول فثالين
3.1 - 4.4	5.2 - 6.8	6 - 7.6	8.0 - 10	

التمرين (2) :

يعتبر حمض البوتانويك C_3H_7COOH المعروف بـ حمض الزبدة ، أحد المركبات المسؤولة عن الرائحة القوية و الذوق الحار لبعض الأجبان والسمن ويوجد في الزيوت النباتية و الشحوم الحيوانية .

I - دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الماء :

نحضر عند الدرجة $25^\circ C$ محلولاً مائياً (S) لحمض البوتانويك تركيزه المولي $C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ وحجمه $V = 500 \text{ mL}$ ، أعطى قياس الـ PH للمحلول (S_A) القيمة $PH = 3,76$

1- أكتب معادلة التفاعل لحمض البوتانويك مع الماء ؟

2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل ، حدد قيمة التقدم الاعظمي X_{max} ؟

3- تحقق أن قيمة التقدم النهائي $x_f = 8,68 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ ؟

4- أحسب نسبة التقدم النهائي x_f ، ماذا تستنتج ؟

5- أحسب قيمة ثابت التوازن K ، ماذا يمثل بالنسبة للثنائية $(C_3H_7COOH/C_3H_7COO^-)$

6- أحسب قيمة الـ PKa للثنائية $(C_3H_7COOH/C_3H_7COO^-)$ ، واستنتج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول ؟

II - تحديد نسبة حمض البوتانويك في مادة الزبدة :

تصبح الزبدة سمناً إذا كانت النسبة المئوية لحمض البوتانويك المتواجدة فيه أكبر من 4 % (أي يوجد أكثر من 4 g حمض البوتانويك في 100 g زبدة).

ندخل في كأس بيشر حجمه $V = 500 \text{ mL}$ كتلة $m = 5 \text{ g}$ من زبدة مذابة ونضيف الماء المقطر ، نحرك الخليط لإذابة حمض البوتانويك المتواجد في الزبدة كلياً، نحصل على محلول مائي (S_A) لحمض البوتانويك تركيزه المولي C_a .

نعاير الحجم $V_a = 20 \text{ mL}$ من المحلول (S_A) بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)(aq)$ تركيزه المولي $C_b = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ ، نستعمل كاشف ملون مناسب ، فنلاحظ أن لون الكاشف يتغير عند إضافة حجم $V_b = 16 \text{ mL}$.

1- ضع رسماً تخطيطياً لعملية المعايرة ؟

2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة ؟

3- أحسب التركيز المولي C_a ؟

4- أوجد كتلة حمض البوتانويك الموجودة في $m = 5 \text{ g}$ من الزبدة ؟

5- هل الزبدة المدروسة سمن ، علل اجابتك ؟

يعطى : $M_{C_3H_7COOH} = 88 \text{ g/mol}$

التمرين (3) :

I- اللاكتوز هو السكر المميز للحليب و لكن تحت تأثير البكتيريا يتحول اللاكتوز الى حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$

ويتزايد تزداد حمضية الحليب و يصبح غير صالح للاستهلاك اذا تجاوزت حمضيته $18^\circ D$

والتي تعني أن 1 L من الحليب يحتوي على 1,8 g من حمض اللاكتيك. $M_{C_3H_6O_3} = 90 \text{ g/mol}$

من أجل التأكد أن الحليب *Candia* صالح للاستهلاك أم لا ، نجري التجريبتين التاليتين :

التجربة الأولى: نحضر محلول مائي لحمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ تركيزه $C = 0,01 \text{ mol/L}$

1- أكتب معادلة تفاعل حمض اللاكتيك مع الماء .

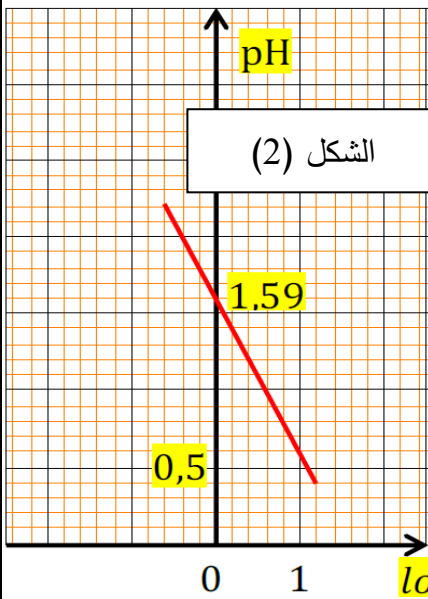
2- أثبت أن قيمة pH يمكن حسابها بالعلاقة : (يهمل تركيز شوارد الهيدروكسيد OH^-) .

$$pH = \log \left(\frac{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_3H_5O_3^-}}{\sigma} \right)$$

الشكل (1)

3- قمنا بتحضير محاليل مائية لحمض اللاكتيك من المحلول السابق و في كل مرة كنا نقيس قيمة الناقلية النوعية σ بـ

$pH = f(\log \sigma)$ وقيمة الـ pH لكل محلول ، الدراسة التجريبية مكنتنا من رسم المنحنى البياني



الشكل (2)

أ. حدد قيمة الناقلية النوعية الشاردية لـ $C_3H_5O_3^-$

حيث : $\lambda_{H_3O^+} = 35 \text{ ms.m}^2/\text{mol}$

ب. عين بيانيا قيمة pH المحلول المائي إذا علمت أن $\sigma = 43,6 \text{ mS/m}$

4- عبر عن نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة كل من الـ pH .

وتركيز المحلول C ، أحسب قيمته ، ماذا تستنتج .

5- أحسب قيمة كسر التفاعل في حالة توازن الجملة الكيميائية المدروسة .

6- استنتج قيمة pKa الثنائية $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$.

7- أعطى قياس pH الحليب *Candia* عند درجة $25^\circ C$ القيمة: $pH=6,7$

حدد الصفة الغالبة للثنائية $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$ في هذا الحليب .

التجربة الثانية : من أجل مراقبة الجودة نقوم بمعايرة pH متربة

لحمض اللاكتيك الموجود في عينة من *Candia* حجمها

$V_a = 40 \text{ ml}$ بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه

$C_b = 0,04 \text{ mol/L}$ ، بناءا على النتائج تمكنا من رسم

المنحنى البياني $pH = f(V_b)$ الموضح في الشكل (3)

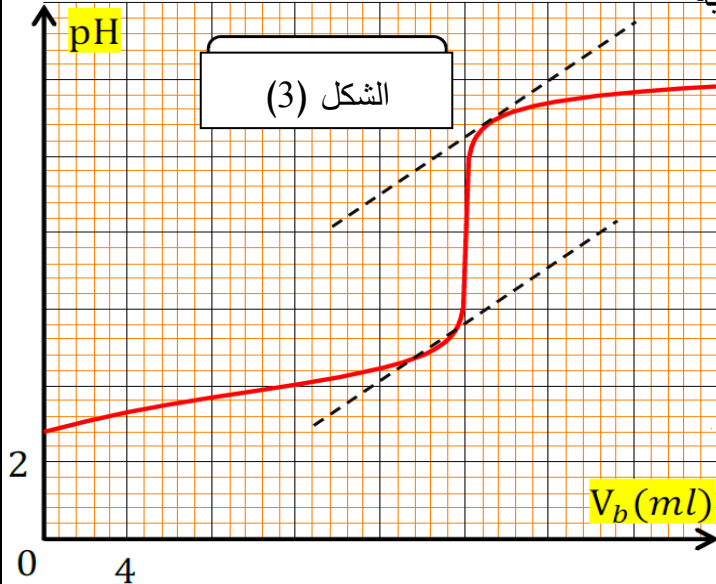
1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة الحادث .

2- حدد احداثيات نقطة التكافؤ

3- عين قيمة pKa الثنائية $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$.

4- استنتج قيمة التركيز المولي C_a لحمض اللاكتيك

5- هل الحليب المدروس *Candia* صالح للاستهلاك .



الشكل (3)

التمرين (4) :

$$K_e = 10^{-14} \text{ : المعطيات}$$

I- بغرض تحضير محلول (S_1) لغاز الميثيل أمين $CH_3NH_2(g)$ نحل منه 240 ml في 1 l من الماء المقطر

1- احسب التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1)، علما أن الحجم المولي في شروط التجربة هو $V_M = 24 \text{ l/mol}$

2- اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحاصل

3- ان قياس pH المحلول (S_1) في الدرجة $25^\circ C$ أعطى القيمة $pH = 11,3$.

أ- انشئ جدولاً لتقدم التفاعل

ب- احسب النسبة النهائية للتقدم τ_f ، ماذا تستنتج ؟

كلف الأستاذ في حصة للأعمال المخبرية فوج من التلاميذ لتحضير محلول (S_2) حجمه 100 ml وتركيزه المولي

$$C_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$
 انطلاقاً من المحلول (S_1)

4- ما هي الخطوات العملية المتبعة لتحضير المحلول (S_2)

5- ان قيمة المحلول (S_2) المحضر تساوي $pH = 10,9$ ، احسب قيمة النسبة النهائية τ_{2f} لتقدم التفاعل.

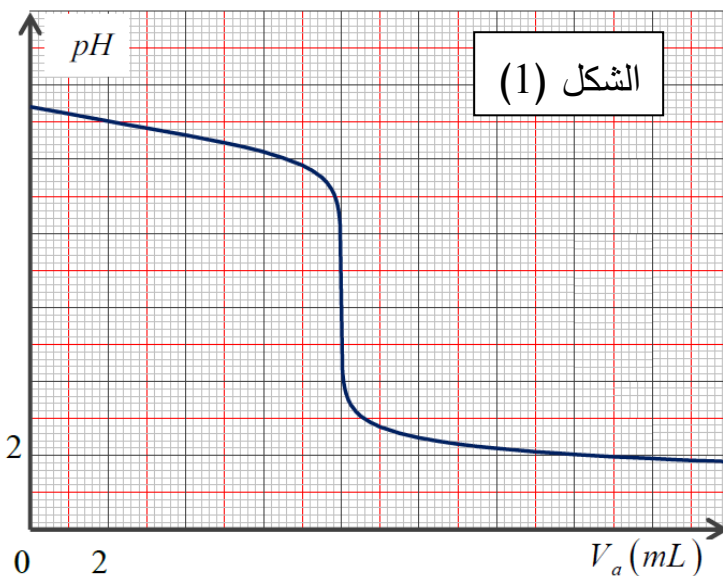
6- ما تأثير الحالة الابتدائية للجملة على النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f

7- احسب قيمة ثابت الحموضة pKa للثنائية ($CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$)

II- نحقق معايرة pH - مترية حجم $V_b = 50 \text{ ml}$ من محلول مائي لـ ميثيل أمين CH_3NH_2 تركيزه المولي C_b

بواسطة محلول لحمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)_{aq}$ تركيزه المولي $C_a = 0,1 \text{ mol/l}$. يمثل الشكل (1)

منحنى تطور pH الوسط التفاعلي بدلال الحجم V_A للحمض المضاف .



1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2- عيّن احداثيات نقطة التكافؤ، واستنتج التركيز C_b .

3- بالاعتماد على البيان تأكد من قيمة pKa

للثنائية ($CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$)، مع التوضيح.

4- انشئ جدول تقدم التفاعل.

5- عبر عن النسبة $\frac{[CH_3NH_2]_{eq}}{[CH_3NH_3^+]_{eq}}$ بدلالة: V_b , C_b و x_{eq}

ثم عبر عنها بدلالة الـ pH و الـ pKa .

6- استنتج قيمة x_{eq} عند التكافؤ، واحسب نسبة

التقدم النهائي τ_f لتفاعل المعايرة عند التكافؤ، ماذا تستنتج فيما يخص تفاعل المعايرة.

التمرين (5) :

حمض البنزويك C_6H_5COOH جسم أبيض صلب ، يستخدم بشكل واسع في المستحضرات التجميلية والأغذية والمشروبات الغازية والأشكال الصيدلانية كمادة حافظة رمزها E 210 واستخدم منذ أمد بعيد كمضاد فطري.

III- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء :

حضرنا عند الدرجة $25^\circ C$ حجما $V = 100 \text{ mL}$ من محلول حمض البنزويك C_6H_5COOH تركيزه المولي C_a بإذابة $m = 1.22 \text{ g}$ في الماء المقطر فكانت قيمة الـ pH له $pH_1 = 2.6$

- 1- أكتب معادلة انحلال هذا الحمض في الماء ، وبين أن تفاعله مع الماء تفاعل حمض - أساس
- 2- أنشئ جدول لتقدم التفاعل
- 3- أحسب قيمة C_a واستنتج نسبة التقدم النهائي τ_{1f} وماذا يمكن قوله عن هذا الحمض
- 4- أكتب عبارة كسر التفاعل عند التوازن Q_{rf} بدلالة C_a و pH_1
- 5- أحسب قيمة الـ PKa للثنائية $(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$ ، واستنتج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول

IV- دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الصودا $(Na^+ + OH^-)$

نضع في بيشر حجما $V_a = 20 \text{ mL}$ من محلول حمض البنزويك ونضيف إليه حجما $V_b = 10 \text{ mL}$ من محلول الصودا تركيزه المولي $C_b = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ فنجد أنه من أجل الحجم المضاف $pH_2 = 3.7$

- 1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول الكيميائي.
- 2- بين أن عبارة τ_{2f} نسبة التقدم النهائي في هذه الحالة يمكن كتابتها على الشكل :
- 3- ما هو حجم الصودا الواجب اضافته لبلوغ نقطة التكافؤ
- 4- أكتب ثابت التوازن K عندئذ وأحسب قيمته.

$$\tau_{2f} = 1 - \frac{10^{pH_2 - 14} \cdot (V_a + V_b)}{C_b V_b} \quad - \text{أحسب قيمته وماذا تستنتج}$$

المعطيات : $Ke = 10^{-14}$ $M_H = 1 \text{ g/mol}$ $M_C = 12 \text{ g/mol}$ $M_O = 16 \text{ g/mol}$

التمرين (6) :

الهيدرازين نوع كيميائي سائل صيغته الكيميائية N_2H_4 يستعمل في منع تآكل السخانات المائية (les chaudières) وأنابيب التدفئة المركزية وذلك بإضافة كمية منه إلى الماء الموجود داخل السخان .

I- نحضر محلولاً مائياً بإذابة $6,4 \text{ mg}$ من الهيدرازين النقية في 100 ml الماء المقطر أعطى قياس الـ pH للمحلول

القيمة 9,8 ، ينمذج التحول الكيميائي الحادث بالمعادلة : $N_2H_4(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons N_2H_5^+(aq) + HO^-(aq)$

1- بين أن الهيدرازين N_2H_4 يسلك سلوك أساس حسب برونشتد

2- أنشئ جدول التقدم للتفاعل

3- احسب النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f ، ماذا تستنتج

4- احسب النسبة $\frac{[N_2H_4]_f}{[N_2H_5^+]_f}$ ثم عين الصفة الغالبة في المحلول

5- أثبت أن ثابت التوازن K يعطى بالعلاقة $K = \frac{\tau_f}{1-\tau_f} [HO^-]_f$

احسب قيمته

6- قارن بين قوتي الأساسين CH_3NH_2 و N_2H_4 علماً أن : $Ka(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2) = 1,9 \times 10^{-11}$

II- نأخذ عينة من ماء سخان التدفئة المركزية حجمها $V_b = 25 \text{ ml}$ ثم نعايرها بواسطة محلول حمض كلور الماء

$(H_3O^+ + Cl^-)_{aq}$ تركيزه المولي $C = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ ، النتائج التجريبية المحصل عليها مكنتم من رسم

المنحنى البياني $pH = f(V_a)$ الشكل (1)

1- ارسم التركيب التجريبي للمعايرة الـ pH مترية

2- اكتب معادلة تفاعل المعايرة

3- عين احداثيات نقطة التكافؤ

4- احسب كمية مادة الهيدرازين في ماء السخان

5- عند إضافة حجم $V_a = 7,5 \text{ ml}$ من المحلول الحمضي :

أ- عين الصفة الغالبة

ب- احسب النسبة النهائية لتقدم التفاعل

ماذا تستنتج

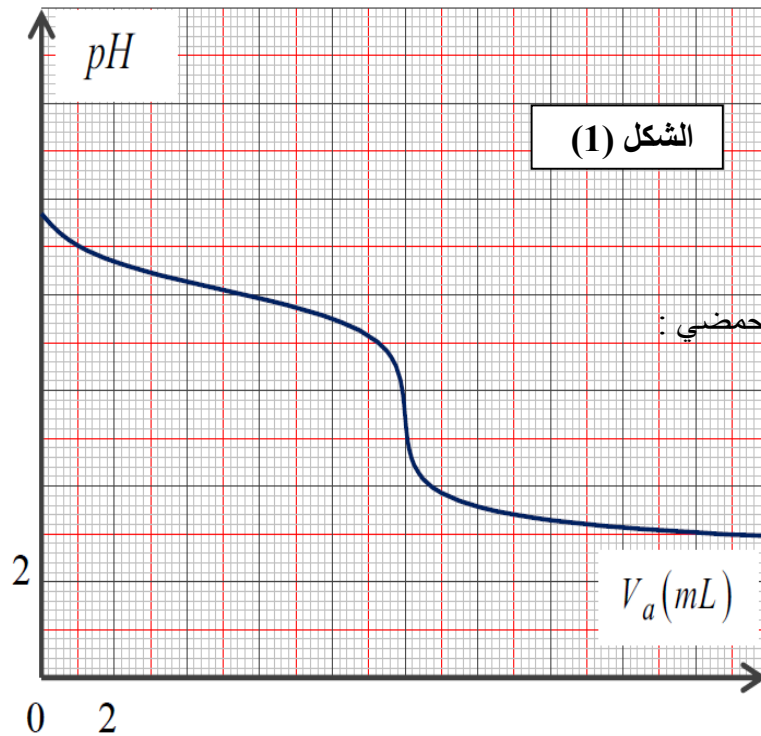
6- "يمنع الهيدرازين كل من السخان المائي

وشبكة التدفئة المركزية من التآكل"

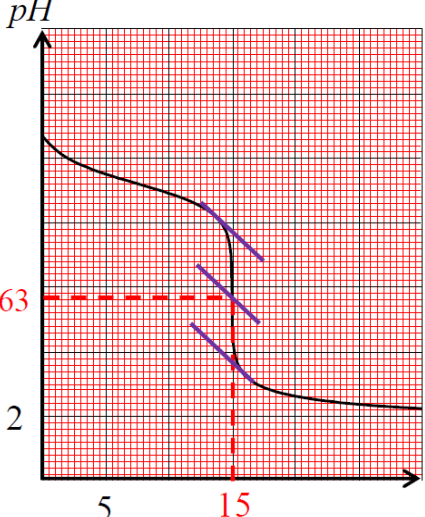
اشرح هذه العبارة من وجهة النظر الكيميائية

المعطيات : $pKa(N_2H_5^+/N_2H_4) = 8,1$

$Ke = 10^{-14}$ $M(N_2H_4) = 32 \text{ g/mol}$



التمرين (1) :

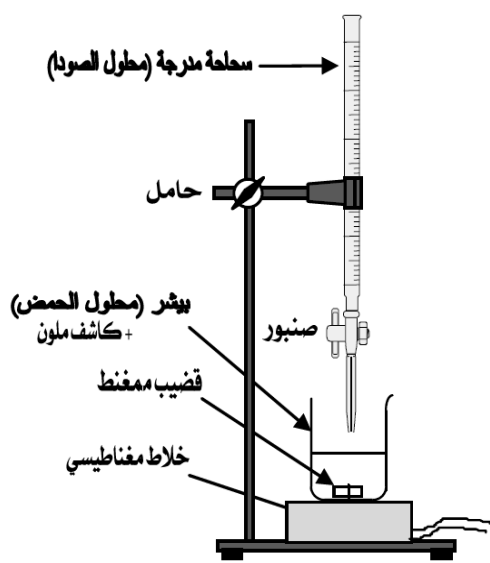
العلامة		عناصر الإجابة						
مجموع	مجزأة							
		التمرين (1) : (07 نقاط) :						
		I						
0,25	0,25	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + HO^-$				المعادلة	1	
0,5	0,25	$n_0 = C \cdot V$	بوفرة	0	0	حالة ابتدائية	جدول التقدم	2
	0,25	$n = n_0 - x$		x	x	حالة إنتقالية		
	0,25	$n_f = n_0 - x_f$		x_f	x_f	حالة نهائية		
1,75	0,25	$[HO^-]_f = \frac{K_e}{10^{-pH}}$		$x_f = [HO^-]_f \cdot V$	$x_{max} = n_0 = C_B \cdot V$		العبرة :	3
	0,25	$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$	$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[HO^-]_f \cdot V}{C_B \cdot V} = \frac{\frac{K_e}{10^{-pH}}}{C_B} = \frac{K_e}{C_B \cdot 10^{-pH}}$					
	0,25	$\tau_f = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-2} \times 10^{-10,74}} = 0,0274 < 1.$					قيمته	
	0,25	نستنتج أن التفاعل غير تام والأساس NH_3 أساس ضعيف					الاستنتاج	
1,5	0,25	$[HO^-]_f = \tau_f \cdot C_B$		$[NH_3]_f = C_B - [HO^-]_f$			كسر التفاعل	4
	0,25	$Qr_f = \frac{[NH_4^+]_f \cdot [HO^-]_f}{[NH_3]_f} = \frac{[HO^-]_f^2}{[NH_3]_f} = \frac{\tau_f^2 \cdot C_B^2}{C_B - [HO^-]_f} = \frac{\tau_f^2 \cdot C_B^2}{C_B - \tau_f \cdot C_B}$						
	0,25	$Qr_f = \frac{\tau_f^2 \cdot C_B}{1 - \tau_f} = \frac{0,0274^2 \times 2 \cdot 10^{-2}}{1 - 0,0274} = 1,55 \cdot 10^{-5}.$						
1,25	0,25	$Qr_f = K = \frac{[NH_4^+]_f \cdot [HO^-]_f}{[NH_3]_f} \times \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_f} = \frac{K_e}{K_a}$					pKa	5
	0,25	$K_a = \frac{K_e}{K} = \frac{10^{-14}}{1,55 \cdot 10^{-5}} = 6,45 \cdot 10^{-10}$						
	0,25	$pKa = -\log. K_a = -\log(1,55 \cdot 10^{-5}) \Rightarrow pKa = 9,2$						
II								
0,25	0,25	$NH_3 + H_3O^+ = NH_4^+ + H_2O$				المعادلة	1	
1,5	0,25					الاحداثيات		
	0,25							
	0,25					التركيز المولي		
	0,25							
		$pH_E = 5,63$ $V_{AE} = 15 \text{ mL}$ $C'_B \cdot V_B = C_A \cdot V_{AE}$ $C'_B = \frac{C_A \cdot V_{AE}}{V_B} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 15}{20}$ $C'_B = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$				الكاشف		
		الكاشف هو أحمر الكلوروفينول لأن قيمة pH_E تنتمي إلى مجال تغيره اللوني						

التمرين (2) :

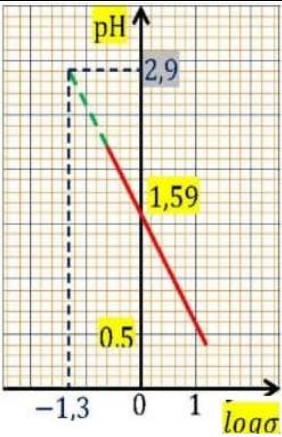
التمرين (2) : (07 نقاط) :

		التمرين (2) : (07 نقاط) :						
0,25	0,25	$C_3H_7COOH + H_2O \rightleftharpoons C_3H_7COO^- + H_3O^+$					المعادلة	1
0,75	0,25	$n_0 = C \cdot V$	بوفرة	0	0	ح ابتدائية	جدول التقدم	2
		$n = n_0 - x$		x	x	ح إنتقالية		
		$n_f = n_0 - x_f$		x_f	x_f	ح نهائية		
	0,25	$x_{max} = n_0 = C \cdot V = 2 \cdot 10^{-3} \times 0,5 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$					التقدم الأعظمي	
0,25	0,25	$x_f = [H_3O^+]_f \cdot V = 10^{-pH} \cdot V = 10^{-3,76} \cdot 0,5$ $x_f = 8,68 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$					التقدم النهائي	3
0,75	0,25	$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{8,68 \cdot 10^{-5}}{1 \cdot 10^{-3}} = 0,0868 < 1.$					نسبة التقدم	4
	0,25	نستنتج أن التفاعل غير تام وحمض البوتانويك حمض ضعيف						
1,25	0,25	$K = \frac{[C_3H_7COO^-]_f \cdot [H_3O^+]_f}{[C_3H_7COOH]_f}$	$[C_3H_7COO^-]_f = [H_3O^+]_f$ $[C_3H_7COOH]_f = C - [H_3O^+]_f$			قيمة ثابت التوازن	5	
	0,25	$K = \frac{[C_3H_7COO^-]_f \cdot [H_3O^+]_f}{[C_3H_7COOH]_f} = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C - [H_3O^+]_f} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}} = \frac{10^{-2 \times 3,76}}{2 \cdot 10^{-3} - 10^{-3,76}}$						
	0,25	$K = 1,65 \times 10^{-5}$						
	0,25	ثابت التوازن K يمثل ثابت الحموضة K_a للحمض						
	0,25	$K = \frac{[C_3H_7COO^-]_f \cdot [H_3O^+]_f}{[C_3H_7COOH]_f} = K_a = 1,65 \times 10^{-5}$						
0,75	0,25	$pKa = -\log Ka = -\log(1,65 \times 10^{-5}) \Rightarrow pka = 4,78$					قيمة pKa	6
	0,25	$pH < pKa$ النوع الكيميائي المتغلب هو الحمض C_3H_7COOH					النوع الغالب	

II

1	1		الرسم	1	
0,25	0,25	$C_3H_7COOH + HO^- = C_3H_7COO^- + H_2O$	المعادلة	2	
0,5	0,25 0,25		حساب التركيز	3	
0,5	0,25 0,25		$C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE}$ $C_a = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \times 16}{20}$ $C_a = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$	حساب الكتلة	4
0,75	0,25 0,25 0,25		$n = \frac{m}{M} \quad n = C \cdot V$ $m = C \cdot V \cdot M$ $m = 4 \cdot 10^{-3} \times 0,5 \times 88$ $m = 0,176 \text{ g}$ $P = \frac{m}{m'} \times 100.$ $P = \frac{0,176}{5} \times 100.$ $P = 3,52 \%$	حساب النقاوة	5
بما أن $P < 4 \%$ فإن الزبدة المدروسة ليست سمنا					

التمرين (3) :

العلامة	عناصر الإجابة		
		التمرين (3) : (6 نقاط) :	
		التجربة الأولى :	
0.25	$C_3H_6O_3 + H_2O = C_3H_5O_3^- + H_3O^+$	معادلة التفاعل	1
0.5	$\sigma = \lambda_{C_3H_5O_3^-} [C_3H_5O_3^-]_f + \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_f$ $[C_3H_5O_3^-]_f = [H_3O^+]_f$ $\sigma = (\lambda_{C_3H_5O_3^-} + \lambda_{H_3O^+}) [H_3O^+]_f$ $[H_3O^+]_f = \frac{\sigma}{(\lambda_{C_3H_5O_3^-} + \lambda_{H_3O^+})}$ $pH = -\log [H_3O^+]_f \text{ منه } pH = -\log \frac{\sigma}{(\lambda_{C_3H_5O_3^-} + \lambda_{H_3O^+})}$ $pH = \log \frac{(\lambda_{C_3H_5O_3^-} + \lambda_{H_3O^+})}{\sigma}$	اثبات العلاقة	2
0.5	 <p>من العلاقة السابقة نجد:</p> $pH = \log(\lambda_{C_3H_5O_3^-} + \lambda_{H_3O^+}) - \log \sigma$ <p>بالإسقاط في البيان نجد: $\log \sigma = 0$ من أجل</p> $pH = 1.59$ <p>ومنه :</p> $1.59 = \log(\lambda_{C_3H_5O_3^-} + \lambda_{H_3O^+})$ $\lambda_{C_3H_5O_3^-} + \lambda_{H_3O^+} = 10^{1.59}$ $\lambda_{C_3H_5O_3^-} = 10^{1.59} - 35$ $\lambda_{C_3H_5O_3^-} = 3.9 \text{ ms.m}^2.\text{mol}^{-1}$	قيمة الناقلية النوعية الشاردية $\lambda_{C_3H_5O_3^-}$	3
0.25	$\log \sigma = -1.36$ و منه : $\sigma = 43.6 \text{ mS/m} = 0.0436$ عندما يكون :	تعين بيانيا قيمة المحلول المائي pH	
0.5	$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f \times V}{C \times V} = \frac{[H_3O^+]_f}{C} = \frac{10^{-pH}}{C}$ $\tau_f = 0.13 < 1$ <p>حمض ضعيف $C_3H_6O_3$ الاستنتاج : حمض اللاكتيك</p>	نسبة التقدم النهائي بدلالة كل من τ_f وتركيز pH C المحلول	4
0.5	$Q_{rf} = \frac{[C_3H_5O_3^-]_f \cdot [H_3O^+]_f}{[C_3H_6O_3]_f}$ $[C_3H_5O_3^-]_f = [H_3O^+]_f = 10^{-pH}$ $[C_3H_6O_3]_f = \frac{n_0 - x_f}{V} = \frac{n_0}{V} - \frac{x_f}{V} = C - [H_3O^+]_f = C - 10^{-pH}$ $Q_{rf} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}} \Rightarrow Q_{rf} = 1.81 \times 10^{-4}$	قيمة كسر التفاعل عند التوازن	5
0.25	$Q_{rf} = K_a \Rightarrow pKa = -\log K_a$ و منه : $pKa = 3.74$	p استنتاج قيمة	6
0.25	فإن الأساس هو الغالب $pH > pKa$ بما أن :	تحديد الصفة	7
		التجربة الثانية :	
0.25	$C_3H_6O_3 + OH^- = C_3H_5O_3^- + H_2O$	معادلة التفاعل	1

0.25	ينتج الى مجال التغير اللوني pH_E الفينول فتالين لان	الكاشف المناسب	2
0.25	$C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE} \Rightarrow C_a = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a}$ $C_a = \frac{0.04 \times 20}{40} = 0.02 \text{ mol/l}$	قيمة التركيز المولي C_a	3
0.25	$C_a = \frac{n}{V_a} = \frac{m}{M \cdot V_a} \Rightarrow m = C_a \cdot M \cdot V_a$ $m = 0.02 \times 90 \times 0.04 = 0.072 \text{ g}$	حساب الكتلة المنحلة	4
0.5	$m = 0.072 \text{ g} \rightarrow V_a = 0.04 \text{ l}$ $m' \rightarrow V = 1 \text{ l}$ $m' = \frac{0.072}{0.04} = 1.8 \text{ g}$	بما أن حمضية الحليب في هذه الحالة هي 18° هي 1 l (لان كتلة حمض اللاكتيك في 1.8 g) فعليه الحليب مازال صالح للاستهلاك .	5

التمرين (4) :

التمرين (4): (06 نقاط)

I.

0,25	$C_1 = \frac{n}{V} = \frac{V_g}{V_M \cdot V} = \frac{240 \times 10^{-3}}{24 \times 1} = 10^{-2} \text{ mol/L}$	حساب التركيز C_1	1
0,25	$CH_3NH_2(g) + H_2O(l) = CH_3NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$	معادلة	2
0,25	المعادلة	كمية المادة بالمول mol	أ/ جدول التقدم
	الحالة		
	الإبتدائية		
	الانتقالية		
0,25	$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[OH^-] \cdot V}{C_1 \cdot V}$ $K_e = [OH^-][H_3O^+] = 10^{-14}$ $\Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-PH}} = 10^{PH-14}$	$\tau_f = \frac{10^{PH-14}}{C_1} = \frac{10^{11.3-14}}{10^{-2}} = 0.19 < 1$ نستنتج أن التفاعل غير تام و CH_3NH_2 أساس تفككه في الماء تفكك جزئي.	3
0,25	حساب τ_f		
3,25	1- حساب حجم المحلول V_1 الواجب أخذه بتطبيق قانون التمديد: $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow V_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{C_1} = \frac{2 \times 10^{-3} \times 100}{10^{-2}} = 20 \text{ mL}$ 2- بواسطة ماصة عيارية 20 mL نأخذ حجم 20 mL من المحلول S_1 و نسكبه في حوجة عيارية 100 mL بها كمية من الماء المقطر. 3- نكمل بالماء المقطر الى غاية خط العيار مع الرج والتحريك.	الخطوات العملية	4
0,25	$\tau_{f2} = \frac{10^{PH-14}}{C_2} = \frac{10^{10.9-14}}{2 \times 10^{-3}} = 0.39 < 1$	حساب τ_{f2}	5
0,25	عملية التمديد ترفع من قيمة τ_f و الجملة تتطور باتجاه تشكل OH^- و $CH_3NH_3^+$	تأثير على τ_f	6
0,25	$K_a = \frac{[H_3O^+]_f [CH_3NH_2]_f}{[CH_3NH_3^+]_f}$	حساب pK_a	7
0,25	$[CH_3NH_2]_f = \frac{C_2 \cdot V_2 - x_f}{V_2}$		
0,25	$= \frac{C_2 \cdot V_2 - [OH^-]_f \cdot V_2}{V_2}$		

		$C_2 - [OH^-]_f = C_2 - 10^{PH-14}$ $[H_3O^+]_f = 10^{-PH}$ $[CH_3NH_3^+]_f = [OH^-]_f = 10^{PH-14}$	$= 1.91 \times 10^{-11}$ $pK_a = -\log K_a$ $= -\log(1.91 \times 10^{-11})$ $pK_a = 10.71.$				
.II							
1,25	0,25	$CH_3NH_{2(aq)} + H_3O^+_{(aq)} = CH_3NH^+_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$			معادلة 1		
	0,5	$(PH_E = 6.6 ; V_{aE} = 8 \text{ mL})$			إحداثيات 2		
	0,25	$PH = pK_a + \log \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}$ لدينا عند نقطة نصف التكافؤ: $\frac{V_{aE}}{2}$ يكون $[CH_3NH_2] = [CH_3NH_3^+]$	$PH = pK_a$ و عليه فإن $\frac{V_{aE}}{2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ mL}$ بالإسقاط على محور ال PH نجد $PH = pK_a = 10.71$ نفس القيمة السابقة		التأكد من قيمة pK_a بيانيا 3		
	0,25						
	0,25						
0,25	المعادلة		$CH_3NH_{2(aq)} + H_3O^+_{(aq)} = CH_3NH^+_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$			جدول تقدم المعايرة 4	
	الحالة	التقدم	كمية المادة بالمول mol				
	الإبتدائية	0	$C_b \cdot V_b$	$C_a \cdot V_a$	0		بوفرة
	التكافؤ	x_{eq}	$C_b \cdot V_b - x_{eq}$	$C_a \cdot V_{aE} - x_{eq}$	x_{eq}		
1,25	0,25	$\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = \frac{\frac{C_b \cdot V_b - x_{eq}}{V_T}}{\frac{x_{eq}}{V_T}} = \frac{C_b \cdot V_b - x_{eq}}{x_{eq}} \dots \dots (1).$			التعبير عن $\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}$ 5		
	0,25	$PH = pK_a + \log \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} \Rightarrow PH - pK_a = \log \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}$ $\Rightarrow \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = 10^{PH-pK_a} \dots \dots (2).$			التعبير عن $\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}$ 5		
	0,25	من (1) و (2) نجد: $\frac{C_b \cdot V_b - x_{eq}}{x_{eq}} = 10^{PH-pK_a} \Rightarrow x_{eq} = \frac{C_b \cdot V_b}{10^{PH_E-pK_a}+1}$ $= \frac{1.6 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3}}{10^{6.6-10.71}+1} = 8 \times 10^{-4} mol.$			إستنتاج قيمة عند x_{eq} التكافؤ 6		
	0,25	$\tau_f = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = \frac{x_{eq}}{C_b \cdot V_b} = \frac{8 \times 10^{-4}}{1.6 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3}} = 1.$			حساب τ_f عند التكافؤ		
	0,25	نستنتج أن تفاعل المعايرة تفاعل تام.			الإستنتاج		

التمرين (5) :

التمرين (5) (8 نقاط) :

I

5,25	0,25	$C_6H_5COOH_{(l)} + H_2O_{(l)} = C_6H_5COO^{-}_{(aq)} + H_3O^{+}_{(aq)}$				المعادلة	1
	0,25	$C_6H_5COOH = C_6H_5COO^{-} + H^{+}$ $H_2O + H^{+} = H_3O^{+}$ حدث تبادل بروتوني					
	0,25	$C_6H_5COOH_{(l)} + H_2O_{(l)} = C_6H_5COO^{-}_{(aq)} + H_3O^{+}_{(aq)}$				جدول التقدم	2
		$C_a V_a$	نسبة التحويل	0	0		
		$C_a V_a - X_t$		X_t	X_t		
	$C_a V_a - X_f$	X_f		X_f			
	0,25	$C_a = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{1,22}{122 \cdot 0,1} = 0,1 \text{ mol/l}$				حساب C_a	3
0,75	$\tau_{1f} = \frac{X_f}{X_{max}} = \frac{[H_3O^{+}]_f}{C_a} = \frac{10^{-PH}}{C_a} = \frac{10^{-2,6}}{0,1} = 0,025 \Rightarrow 2,5\%$				حساب τ_{1f}		

	0,25	نقول عنه حمض ضعيف وانحلالة في الماء جزئي	$\tau_{1f} < 1$	الاستنتاج	
	0,25 0,25 0,25 0,25	$[H_3O^+]_f = [C_6H_5COO^-]_f = 10^{-PH}$ $[C_6H_5COOH]_f = C_a - [H_3O^+]_f$ $Q_{rf} = \frac{[C_6H_5COO^-]_f \cdot [H_3O^+]_f}{[C_6H_5COOH]_f} = \frac{10^{-2PH}}{C_a - 10^{-PH}} = \frac{10^{-2 \cdot 2,6}}{0,1 - 10^{-2,6}}$ $Q_{rf} = 6.5 \cdot 10^{-5}$		كسر التفاعل	4
	0,5 0,5	$Q_{rf} = K = Ka = 6.5 \cdot 10^{-5}$ $PKa = -\log(Ka) = -\log(6.5 \cdot 10^{-5}) = 4,2$		حساب PKa	
	0,25 0,25 0,25	$PKa > PH$ $PKa > PKa + \log \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$ $0 > \log \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$	$\log(1) > \log \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$ $1 > \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$ $\frac{[C_6H_5COOH]_f}{[C_6H_5COOH]_f} > \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$	استنتاج	5
	0,25	$[C_6H_5COOH]_f > [C_6H_5COO^-]_f$ الحمض هو المتغلب (صفة حمضية سائدة)			

II

2,75	0,25	$C_6H_5COOH_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} = C_6H_5COO^{-}_{(aq)} + H_2O_{(aq)}$		المعادلة	1
	0,25 0,25 0,25 0,25	$\tau_{2f} = \frac{X_f}{X_{max}}$ $X_f = C_bV_b - [OH^{-}]_f(V_a + V_b)$ $X_f = C_bV_b - 10^{PH-14}(V_a + V_b)$	$X_{max} = C_bV_b$ $\tau_{2f} = \frac{C_bV_b - 10^{PH-14}(V_a + V_b)}{C_bV_b}$ $\tau_{2f} = 1 - \frac{10^{PH-14}(V_a + V_b)}{C_bV_b}$	العبارة	2
	0,25	$\tau_{2f} = 1 - \frac{10^{PH-14}(V_a + V_b)}{C_bV_b} = 1 - \frac{10^{3,7-14}(0,02+0,01)}{(5 \cdot 10^{-2} \cdot 0,01)} = 0,99 \approx 1$			
	0,25	ومنه نستنتج أن تفاعل المعايرة تفاعل تام			
	0,25 0,25	$C_aV_a = C_bV_{bE}$ $V_{bE} = \frac{C_aV_a}{C_b} = \frac{0,1 \cdot 20}{5 \cdot 10^{-2}} = 40 \text{ mL} .$		الحجم	3
	0,25 0,25	$K = \frac{[C_6H_5COO^{-}]_f}{[C_6H_5COOH]_f \cdot [OH^{-}]_f} = \frac{[C_6H_5COO^{-}]_f}{[C_6H_5COOH]_f \cdot [OH^{-}]_f} \times \frac{[H_3O^{+}]_f}{[H_3O^{+}]_f} .$ $K = \frac{Ka}{K_e} = \frac{6.5 \cdot 10^{-5}}{10^{-14}} = 6.5 \cdot 10^9$		ثابت التوازن	4

التمرين (6) :

التمرين (6) : (07 نقاط) :

I

0,25	0,25	$N_2H_4 + H^+ = N_2H_5^+$	الأساس	1
		$N_2H_4 + H_2O = N_2H_5^+ + HO^-$	حالة الجملة	
0,25	0,25	$n_0 = \frac{m}{M}$ $n = n_0 - x$ $n_f = n_0 - x_f$	الجدول التقدّم الابتدائية الانتقالية النهائية	2
1,25	0,25	$x_{max} = n_0 = \frac{m}{M} = \frac{6,4 \cdot 10^{-3}}{32} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$	نسبة التقدّم	3

	0,25 0,25	$x_f = [HO^-] \cdot V = \frac{K_e}{[H_3O^+]} \cdot V = \frac{10^{-14}}{10^{-pH}} = 10^{-4,2} \times 0,1.$ $x_f = 6,31 \cdot 10^{-6} \text{ mol}.$	النهائية	
	0,25 0,25	$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{6,31 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-4}} = 0,031 < 1.$	التفاعل غير تام والأساس ضعيف	
0,75	0,25	$pH = pka + \log \frac{[N_2H_4]_f}{[N_2H_5^+]_f}.$		
	0,25	$\log \frac{[N_2H_4]_f}{[N_2H_5^+]_f} = pH - pka.$		
	0,25	$\frac{[N_2H_4]_f}{[N_2H_5^+]_f} = 10^{pH-pka}.$		
	0,25	$\frac{[N_2H_4]_f}{[N_2H_5^+]_f} = 50.$		
	0,25	$[N_2H_4]_f = 50[N_2H_5^+]_f.$	الصفة الأساسية هي N_2H_4 الغالبة	4
0,75	0,25	$[N_2H_5^+]_f = \frac{x_f}{V}.$		
	0,25	$K = \frac{[N_2H_5^+]_f \cdot [HO^-]_f}{[N_2H_4]_f}.$	عبارة K	5
	0,25	$[N_2H_4]_f = \frac{n_0 - x_f}{V}.$		
	0,25	$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{n_0} \Rightarrow x_f = \tau_f \cdot n_0.$		
	0,25	$K = \frac{x_f \cdot [HO^-]_f}{n_0 - x_f}.$		
	0,25	$K = \frac{\tau_f \cdot [HO^-]_f}{1 - \tau_f}.$		
	0,25	$K = \frac{0,031 \cdot 6,31 \cdot 10^{-5}}{1 - 0,031} = 2 \cdot 10^{-6}.$	حساب K	
0,5	0,25	$pka = -\log ka = -\log 1,9 \cdot 10^{-11} = 10,72$		
	0,25	الأساس CH_3NH_2 أقوى من الأساس N_2H_4 لأن $(8,1 < 10,7) \quad pka_{N_2H_4} < pka_{CH_3NH_2}$	قوة الأساسين	6

II

1	0,5		2 - بيشر	1 - سحاحة	الرسم	1
	0,5		4 - حامل	3 - مخلاط	البيانات	
			5 - جهاز pH متر			
	0,25		0,25	المعادلة	2	
	0,5	0,25	0,25	$N_2H_4 + H_3O^+ = N_2H_5^+ + H_2O$	الاحداثيات	3
	0,25	0,25	$pH_E = 5,5 \quad , \quad Va_E = 10 \text{ ml}$	$n_b = n_a = C \cdot Va_E = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,01$	كمية المادة	4
			$n_b = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$			
			$Va = 7,5 \Rightarrow pH = 7,6$	أ - الصفة الغالبة		
	0,25	0,25	الصفة الحمضية $N_2H_5^+$ هي الغالبة لأن $pH < pka \quad 7,6 < 8,1$			
1		$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$	$x_{max} = C_a \cdot Va = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 7,5 \cdot 10^{-3}$ $x_{max} = 3,75 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$		H_3O^+ هو المتفاعل المحد	5
	0,25	$n(H_3O^+) = C_a \cdot Va - x_f$	$x_f = C_a \cdot Va - n(H_3O^+)$		ب - حساب τ_f	
	0,25	$x_f = C_a \cdot Va - [H_3O^+] \cdot (Va + V_b)$ $x_f = 3,75 \cdot 10^{-5} - (10^{-7,6} \cdot (7,5 + 25) \cdot 10^{-3}) = 3,74 \cdot 10^{-5}$				
		$\tau_f = \frac{3,74 \cdot 10^{-5}}{3,75 \cdot 10^{-5}} \approx 1$		نستنتج أن تفاعل المعايرة تفاعل تام		
	0,25	0,25	الهيدرازين يتفاعل مع H_3O^+ المسببة لتآكل السخان المائي			