

BAC 2021

BAC 2021

سلسلة وحدة تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

التمرين الأول:

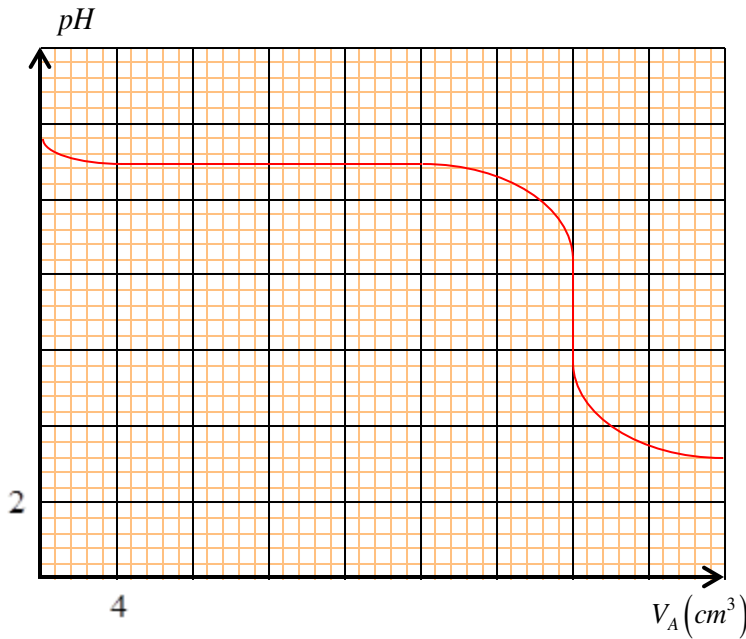
- 1- نأخذ حجما V_0 من محلول (S_0) لحمض الخل ($CH_3 - COOH$) تركيزه C_0 البطاقة المثبتة على قارورته مكتوب عليها الإشارة: $6,5^\circ$
أ- ماذا تعني الإشارة $6,5^\circ$ وماذا تسمى؟
- ب- أحسب التركيز المولي C_0 لمحلول حمض الإيثانويك في الخل التجاري. تعطى الكتلة الحجمية للخل التجاري $\rho = 1,02 \times 10^3 \text{ g/l}$
ج- صف بوضوح البروتوكول التجريبي الذي يسمح لنا بالحصول على محلول (S_1) حجمه ($V = 200 \text{ ml}$) من الخل الممدد 50 مرة.
ما هو التركيز المولي (S_1) لهذا المحلول؟
- 2- نقيس عند التوازن ناقلية النوعية فنجدها $\sigma = 8,6.10^{-3} \text{ S/m}$
أ- اكتب معادلة التفاعل لتحويل حمض الخل في الماء وأنشئ جدول التقدم.
ب- أحسب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول (S_1) عند التوازن.
تعطى الناقلية المولية الشاردية: $\lambda_{H_3O^+} = 35 \text{ ms.m}^2 / \text{mol}$, $\lambda_{C_6H_5COO^-} = 3,24 \text{ ms.m}^2 / \text{mol}$
ج- أحسب النسبة النهائية τ_{f1} لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟
د - أحسب ثابت التوازن الكيميائي (K_1)
- 2- نعتبر محلولاً مائياً (S_2) لحمض الساليسيليك الذي يمكن أن يرمز له (AH) تركيزه المولي ($C_2 = C_1$) وله قيمة ($pH = 3,2$)
أ- برهن العلاقة التالية $\tau_{f2} = \frac{10^{-pH}}{C_2}$ ثم أحسب قيمة τ_{f2} نسبة تقدم تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء.
ب- قارن بين τ_{f1} و τ_{f2} ماذا تستنتج ؟
المحاليل مأخوذة عند درجة الحرارة ($25^\circ C$)

التمرين الثاني:

- الميثيل أمين نوع عضوي غازي ينتهي إلى عائلة تسمى الأمينات صيغته $CH_3 - NH_2$ وهو أساس ينحل جزئياً في الماء المقطر
1- أكتب معادلة انحلاله في الماء. حدد الحمض المرافق لهذا الأساس ثم استنتج الثنائية ($acide / base$)
2- نحضر محلولاً (S) الميثيل أمين تركيزه $C = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ فنجد أنه يساوي 11,4
أ- أنشئ جدول تقدم التفاعل
ب- حدد الأفراد الكيميائية للمحلول (S) عند حالة التوازن ثم أحسب التركيز المولي لكل منها عند الدرجة 25° .
ج- أثبت أن نسبة التقدم النهائي τ_f يمكن كتابتها على الشكل $\tau_f = \frac{Ke}{C_B \cdot [H_3O^+]_f}$
د- أحسب قيمة τ_f النسبة النهائية لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟
هـ- أحسب PK_{a1} الموافقة للثنائية التي ينتهي إليها هذا الأساس
- 3- من عائلة الأمينات كذلك الإيثيل أمين $C_2H_5 - NH_2$ ينتهي إلى الثنائية ($C_2H_5 - NH_3^+ / C_2H_5 - NH_2$) لها $PK_{a2} = 10,67$
قارن بين قوتي الأساسين المدروسين من حيث القوة

التمرين الثالث:

- الإيثيل أمين ($C_2H_5 - NH_2$) أساس ضعيف. نذيب كمية منه في الماء المقطر، فنحصل على محلول مائي (S)
1- عرف الأساس الضعيف
2- أكتب معادلة تفاعل الأمين مع الماء.
3- نضع في بيشر حجماً $V_s = 40 \text{ cm}^3$ من المحلول المائي (S) ونضيف إليه بالتدريج محلولاً من حمض كلور الماء تركيزه $C = 10^{-1} \text{ mol/l}$



- البيان المقابل يمثل تغيرات pH المحلول في البشير بدلالة حجم حمض كلور الماء المضاف.
- أ- أكتب معادلة التفاعل الحادث.
- ب- بالاعتماد على البيان:
- استنتج إحداثي نقطة التكافؤ.
 - أحسب تركيز الايثيل أمين المجهول؟
 - استنتج قيمة الـ pK_a للثنائية (أساس/حمض) المعتبرة.
- 4- أحسب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول
- المائي (S) عند إضافة 20ml من المحلول الحمضي
- تؤخذ المحاليل في الدرجة $25^\circ C$ أين $K_e = 10^{-14}$

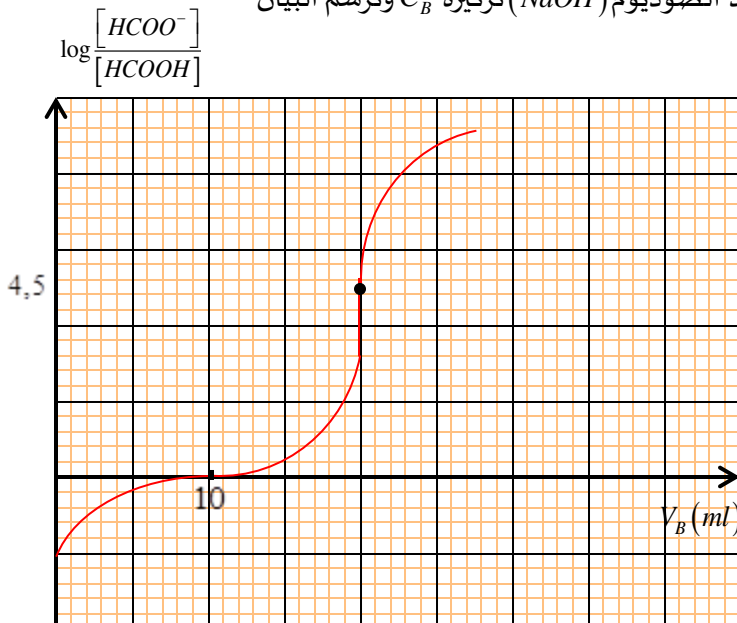
التمرين الرابع:

I - نذيب كتلة قدرها $m = 0.046g$ من حمض النمل ($HCOOH$) في 100ml من الماء المقطر. قياس الناقلية النوعية للمحلول أعطى:

$\sigma = 0.049 \text{ S/m}$ عند $25^\circ C$.

- 1- أكتب معادلة انحلال الحمض في الماء، ثم أعط جدول التقدم.
- 2- أحسب التركيز المولي للمحلول C_A
- 3- أحسب pH المحلول ثم أحسب τ_f وماذا تستنتج؟
- 4- احسب ثابت التوازن K ماذا يمثل، استنتج pK_a للثنائية ($HCOOH / HCOO^-$)

II - نعاير حجم $V_A = 10ml$ من المحلول السابق بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) تركيزه C_B ونرسم البيان



- $\log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = f(V_B)$
- 1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.
 - 2- باستغلال البيان -أوجد:
- أ - حجم محلول ($NaOH$) اللازم للتكافؤ V_{BE} ثم استنتج قيمة C_B .
- ب - قيمة pH المحلول عند التكافؤ.
- يعطى:

$$\lambda(H_3O^+) = 35 \text{ ms.m}^2 / \text{mol}, \lambda(HCOO^-) = 5,46 \text{ ms.m}^2 / \text{mol}$$

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

BAC 2021

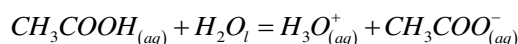
BAC 2021

حل سلسلة وحدة تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

حل التمرين الأول:

1-أ- ماذا تعني الإشارة $6,5^\circ$ وماذا تسمى؟تعني أن $6,5g$ من حمض الإيثانويك النقي في $100g$ من الخل التجاري وتسمى درجة النقاةب- حساب التركيز المولي C_0 لمحلول حمض الإيثانويك في الخل التجاري لدينا $C_0 = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \times V}$ نحسب حجم $(100g)$ لدينا $\rho = \frac{m}{V_0}$ إذن $V_0 = \frac{m}{\rho} = \frac{100}{1,02 \times 10^3} \approx 0,1l$ ومنه $C_0 = \frac{6,5}{60 \times 0,1} = 1,08 mol/l$ ج- البروتوكول التجريبي نأخذ ببشر سعة $200ml$ نضع فيه $4ml$ من الخل بواسطة ماصة، نظيف الماء المقطر حتى العيار $200ml$ وهكذا نكون حضرنا محلول مخفف 50 مرة حجمه $200ml$ التركيز المولي لهذا المحلول (S_1) من خلال علاقة معمل التمديد نجد $C_1 = \frac{C_0}{50} = 2,21 \times 10^{-2} mol/l$

أ - معادلة التفاعل لتحول حمض الخل في الماء



جدول التقدم التفاعل الحادث.

المعادلة		$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_l = H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة			
ح. الابتدائية	0	$C_1.V_1$	متوفر	0	0
ح. الانتقالية	x	$C_1.V_1 - x$	متوفر	x	x
ح. النهائية	x_f	$C_1.V_1 - x_f$	متوفر	x_f	x_f

ب- حساب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول (S_1) عند التوازن.

$$\sigma = [H_3O^+_{(aq)}] \lambda_1 + [CH_3COO^-_{(aq)}] \lambda_2 = [H_3O^+_{(aq)}] \cdot (\lambda_1 + \lambda_2) \Rightarrow [H_3O^+_{(aq)}] = [CH_3COO^-_{(aq)}] = \frac{\sigma}{\lambda_1 + \lambda_2} = 2,2 \times 10^{-4} mol/l$$

$$[CH_3COOH]_f = C_1 - [CH_3COO^-]_f = 2,21 \times 10^{-2} - 2,2 \times 10^{-4} = 2,18 \cdot 10^{-2} mol/l$$

ج- حساب النسبة النهائية τ_{f1} لتقدم التفاعل

$$\tau_{f1} = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_1} = \frac{2,2 \times 10^{-4}}{2,21 \times 10^{-2}} = 1\%$$

الاستنتاج بما أن $\tau_{f1} < 100\%$ فإن التحول غير تام ومنه حمض الخل حمض ضعيفد- حساب ثابت التوازن الكيميائي (K_1)

$$K_1 = \frac{[H_3O^+]_f \times [CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} = \frac{(2,2 \times 10^{-4})^2}{2,18 \cdot 10^{-2}} = 2,2 \cdot 10^{-6}$$

$$\tau_{f2} = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[H_3O^+]_f \cdot V}{C_2 \cdot V} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_2} = \frac{10^{-pH}}{C_2}$$

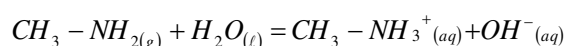
$$\tau_{f2} = \frac{10^{-pH}}{C_2}$$

$$\tau_{f2} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_2} = \frac{10^{-pH}}{2,21 \times 10^{-2}} = \frac{10^{-3,2}}{2,21 \times 10^{-2}} = 2,85\%$$

حساب قيمة τ_{f2} ب- المقارنة بين τ_{f1} و τ_{f2} وماذا تستنتج؟بما أن $C_1 = C_2$ و $\tau_{f2} > \tau_{f1}$ فإن حمض الساليسيليك أقوى من حمض الخل

حل التمرين الثاني:

1- معادلة انحلال الأساس في الماء



الحمض المرافق لهذا الأساس هو $CH_3 - NH_3^+_{(aq)}$ والثنائية هي $(CH_3 - NH_3^+ / CH_3 - NH_2)$

2- جدول تقدم التفاعل

المعادلة	$CH_3 - NH_{2(g)} + H_2O_{(l)} = CH_3 - NH_3^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$				
الحالات	التقدم	كميات المادة mol			
ح ابتدائية	0	$C.V$	المجموع	0	0
ح انتقالية	x	$C.V - x$		x	x
ح توازن	x_f	$C.V - x_f$		x_f	x_f

ب- تحديد الأفراد الكيميائية للمحلول (S) عند حالة التوازن $H_3O^+, CH_3 - NH_3^+, OH^-, CH_3 - NH_2$

حساب التركيز المولي لكل منها عند الدرجة 25^0 .

$$PH = 11.4 \Rightarrow [H_3O^+]_f = 3,98 \times 10^{-12} mol / l$$

$$[CH_3 - NH_3^+]_f = [OH^-]_f = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]_f} = 2,51 \times 10^{-3} mol / l$$

$$[CH_3 - NH_2]_f = C - [OH^-]_f = 1,24 \times 10^{-2} mol / l$$

ج- اثبات أن نسبة التقدم النهائي τ_f يمكن كتابتها على الشكل $\tau_f = \frac{Ke}{C_B \cdot [H_3O^+]_f}$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_m} = \frac{[OH^-]_f \cdot V}{C_B \cdot V} = \frac{[OH^-]_f}{C_B} = \frac{Ke}{C_B \cdot [H_3O^+]_f}$$

د- حساب قيمة τ_f النسبة النهائية لتقدم التفاعل

$$\tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_B} = \frac{2,51 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 10^{-2}} = 16,73\%$$

الاستنتاج $\tau_f < 1$ $CH_3 - NH_2 \rightleftharpoons CH_3 - NH_3^+$ يتفكك في الماء وفق تفاعل محدود (غير تام) أي أن هذا الأساس ضعيف

ه- حساب pka_1 الموافقة للثنائية التي ينتمي إليها هذا الأساس

$$pka_1 = pH - \log \frac{[CH_3 - NH_2]_f}{[CH_3 - NH_3^+]_f} = 11,4 - \log \left(\frac{1,24 \cdot 10^{-2}}{2,51 \cdot 10^{-3}} \right) = 10,7$$

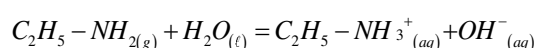
3- المقارنة بين قوتي الأساسين

لد بنا $pka_1 > pka_2$ هذا يعني أن $CH_3 - NH_3^+$ أضعف من $C_2H_5 - NH_3^+$ وبالتالي يكون $CH_3 - NH_2$ أقوى من $C_2H_5 - NH_2$

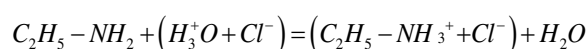
حل التمرين الثالث:

1- الأساس الضعيف هو كل فرد كيميائي قادر على تثبيت بروتون هيدروجين أو أكثر ولا ينحل كلياً في الماء

2- معادلة تفاعل الأساس مع الماء.



3- معادلة تفاعل المعايرة الحادث



ب- بالاعتماد على البيان:

استنتاج إحداثي نقطة التكافؤ

بالاعتماد على طريقة المماسين المتوازيين نجد ($V_{BE} = 28 cm^3$, $pH_E = 6,5$)

حساب تركيز الايثيل أمين المجهول؟

عند نقطة التكافؤ يكون المزيغ ستوكيوميتري وباستخدام جدول التقدم نجد $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B \Rightarrow C_B = \frac{C_A \cdot V_A}{V_B} = \frac{10^{-1} \cdot 28}{40} = 0,07 \text{ mol/l}$

استنتج قيمة الـ pKa للثنائية (أساس/حمض) المعتبرة.

لدينا من أجل حجم نصف التكافؤ $\frac{V_{AE}}{2}$ يكون $pH_{1/2} = pKa$ ومن المنحنى: $\frac{V_{AE}}{2} = 14 \text{ cm}^3$ ومنه $pKa = pH_{1/2} = 11$

4- حساب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول المائي (S) عند إضافة 20ml من المحلول الحمضي عند الاضافة 20ml من الحمض وبالإسقاط على المنحنى نجد:

$$PH = 11 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-11} \text{ mol/l}$$

$$[HO^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3} \text{ mol/l} \quad \text{تركيز } [OH^-]:$$

$$[Cl^-] = \frac{C_A \cdot V_A}{V_A + V_B} = \frac{10^{-1} \cdot 20}{20 + 40} = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l} \quad \text{تركيز } [Cl^-] \text{ في المزيغ:}$$

$$[C_2H_5 - NH_3^+] + [H_3O^+] = [HO^-] + [Cl^-] \quad \text{تركيز } [C_2H_5 - NH_3^+]: \text{ لدينا من العلاقة:}$$

$$[C_2H_5 - NH_3^+] = [HO^-] + [Cl^-] - [H_3O^+] = 10^{-3} + 3,3 \cdot 10^{-2} - 10^{-11} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

$$[C_2H_5 - NH_2] = \frac{C_B \cdot V_B}{V_B + V_A} - [C_2H_5 - NH_3^+] = \frac{0,07 \cdot 40}{40 + 20} - 3,4 \cdot 10^{-2} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l} \quad \text{تركيز الأساس المتبقي:}$$

حل التمرين الرابع:1- معادلة انحلال الحمض في الماء، ثم أعط جدول التقدم.

المعادلة		$HCOOH_{(aq)} + H_2O_l = H_3O^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$			
ح. الابتدائية	0	$C_A \cdot V_A$	متوفر	0	0
ح. الانتقالية	x	$C_A \cdot V_A - x$	متوفر	x	x
ح. النهائية	x_f	$C_A \cdot V_A - x_f$	متوفر	x_f	x_f

2- حساب التركيز المولي للمحلول C_A لدينا: $C_A = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}$ ومنه: $C_A = \frac{0,046}{46,01} \Rightarrow C_A = 0,01 \text{ mol/l}$

3- حساب pH المحلول لدينا: $pH = -\log [H_3O^+]_f$

- حساب $[H_3O^+]$: لدينا: $\sigma = [H_3O^+] \cdot \lambda_{H_3O^+} + [HCOO^-] \cdot \lambda_{HCOO^-}$ من جدول التقدم: $n(H_3O^+) = n(HCOO^-) = x_f$

ومنه: $\sigma = [H_3O^+]_f (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{HCOO^-}) \Rightarrow [H_3O^+]_f = \frac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{HCOO^-})}$

إذن: $pH \approx 2,9$ ومنه نجد: $[H_3O^+]_f = \frac{0,049}{(35 + 5,46) \cdot 10^{-3}} \Rightarrow [H_3O^+]_f = 1,21 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$

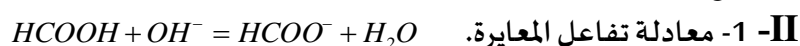
حساب τ_f وماذا تستنتج؟ $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_A} = \frac{1,21 \cdot 10^{-3}}{0,01} = 0,12 = 12\%$

الاستنتاج بما أن $\tau_{f1} < 100\%$ فإن التحول غير تام ومنه حمض النمل حمض ضعيف

4- حساب ثابت التوازن K وماذا يمثل لدينا: $K = \frac{([H_3O^+]_f)^2}{C_A - [H_3O^+]_f} = \frac{(1,21 \cdot 10^{-3})^2}{0,01 - 1,21 \cdot 10^{-3}}$

ومنه: $K \approx 1,66 \cdot 10^{-4}$ وهو يمثل ثابت الحموضة K_a للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$ ومنه:

أستنتاج pKa للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$ من القانون $pKa = -\log K_a \Rightarrow pKa \approx 3,8$



2- باستغلال البيان -أوجد:

أ- حجم محلول (NaOH) اللازم للتكافؤ V_{BE}

نلاحظ من البيان أنه عند: $V_b = 10\text{mL}$ فإن: $\log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 0$ وهذه الحالة تمثل نقطة نصف التكافؤ $pH = pka$

اذن لدينا $V_{bE} = 2V_{bE(\frac{1}{2})} = 20\text{ml}$

استنتاج C_B . عند التكافؤ يكون المزيج ستوكيومتري $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE} \Rightarrow C_b = \frac{C_A \cdot V_A}{V_{BE}} = \frac{0,01 \cdot 10}{20} \Rightarrow C_B = 0,005\text{mol/l}$

ب- قيمة pH المحلول عند التكافؤ. من البيان عند $V_b = 20\text{ml}$ فإن $\log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 4.5$

ولدينا: $pH_E = 3.8 + 4.5 = 8.3$ ومنه: $pH = pK_a + \log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$

أتمنى أن ينال هذا التقويم الشامل نوعيا وكميا اعجابكم، نلتقي مع مذكرة الوحدة الخامسة المرة القادمة بحول الله فقط تابعونا على مجموعة محفظة أستاذ العلوم الفيزيائية.

رابط المجموعة: https://www.facebook.com/groups/1072315489617219/?ref=group_header

دعواتكم القلبية الصادقة

الأستاذ ملكي علي ...

