

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 $1,02 \times 10^3 g$

ج-صف بوضوح البروتوكول التجريبي الذي يسمح لنا بالحصول على محلول (S_1) حجمه ($V = 200ml$) من الخل الممدد 50 مرة.

ما هو التركيز المولي (S_1) لهذا محلول؟

2-نقيس عند التوازن ناقليته النوعية فنجد لها $\sigma = 8,6 \cdot 10^{-3} s/m$

أ-اكتب معادلة التفاعل لتحول حمض الخل في الماء وأنشئ جدول التقدم.

ب-أحسب التراكيز المولية لأنواع الكيميائية المتواجدة في محلول (S_1) عند التوازن.

تعطى الناقليمة المولية الشاردية: $\lambda_{H_3^+O^-} = 35 ms \cdot m^2 / mol$, $\lambda_{C_6H_5COO^-} = 3,24 ms \cdot m^2 / mol$

ج-أحسب النسبة النهاية τ_f لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟

د-أحسب ثابت التوازن الكيميائي (K_1)

2-نعتبر محلولا مائيا (S_2) لحمض الساليسيليك الذي يمكن ان يرمز له (AH) تركيزه المولي ($C_1 = C_2$) وله قيمة ($pH = 3,2$)

أ-برهن العلاقة التالية $\frac{10^{-PH}}{C_2} = \tau_{f_2}$ ثم أحسب قيمة τ_{f_2} نسبة تقدم تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء.

ب-قارن بين τ_1 و τ_{f_2} ماذا تستنتج؟ . المحاليل مأخوذة عند درجة الحرارة ($25^\circ C$)

التمرين الثاني:

الميثيل أمين نوع عضوي غازي ينتمي إلى عائلة تسمى الأمينات صيغته CH_3-NH_2 وهو أساس ينحل جزئيا في الماء المقطر

1-اكتب معادلة انحلاله في الماء. حدد الحمض المرافق لهذا الأساس ثم استنتاج الثنائية (acid/base)

2-نحضر محلولا (S) لميثيل أمين تركيزه $1,5 \times 10^{-2} mol/l$ نقيس $PH = 11,4$ فنجد أنه يساوي

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

$$\tau_f = \frac{Ke}{C_B \cdot [H_3^+O^-]_f}$$

د-أحسب قيمة τ_f النسبة النهاية لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟

ه-أحسب PK_{a_1} الموافقة للثنائية التي ينتمي إليها هذا الأساس

3-من عائلة الأمينات كذلك الإيثيل أمين ($C_2H_5-NH_2$) ينتمي إلى الثنائية (لها $PK_{a_2} = 10,67$)

قارن بين قوتي الأساسين المدروسين من حيث القوة

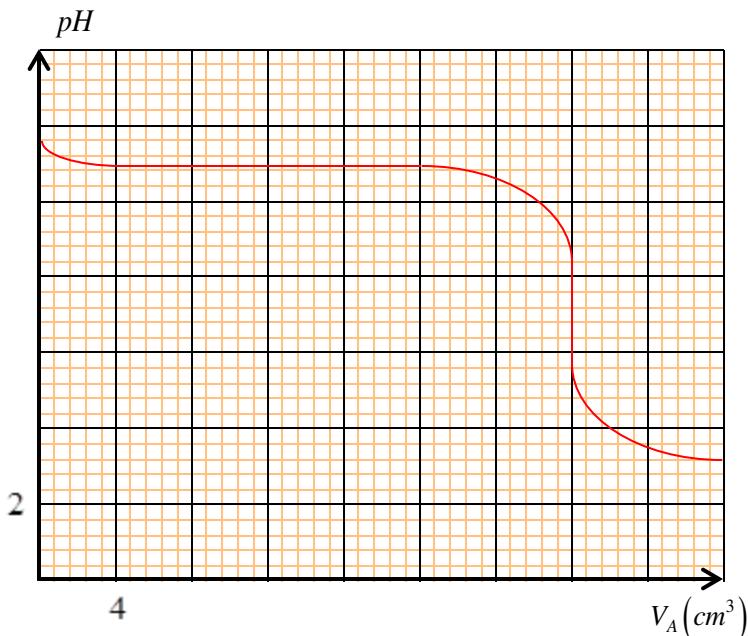
التمرين الثالث:

(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 حجما $V_s = 40cm^3$ من محلول المائي (S) ونضيف إليه بالتدريج محلولا من حمض كلور الماء تركيزه $10^{-1} mol/l$



البيان المقابل يمثل تغيرات pH محلول في البيشر بدلالة حجم حمض كلور الماء المضاف.

- أكتب معادلة التفاعل الحادث.
 - باعتماد على البيان:
 - استنتج إحداثي نقطة التكافؤ.
 - أحسب تركيز الأيثيل أمين المجهول؟
 - استنتاج قيمة الـ pK_a للثنائية (أساس/حمض) المعترية.
- 4- أحسب التراكيز المولية ل مختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في محلول المائي (S) عند إضافة $20ml$ من محلول الحمضي $K_e = 10^{-14}$ أين $25^\circ C$ تؤخذ المحاليل في الدرجة

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

التمرين الرابع:

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

1- أكتب معادلة احلال الحمض في الماء، ثم أعط جدول التقدم.

2- أحسب التركيز المولي للمحلول C_A

3- أحسب pH محلول ثم أحسب τ_f وماذا تستنتج؟

4- أحسب ثابت التوازن K ماذا يمثل، واستنتاج pK_a للثنائية ($HCOOH / HCOO^-$)

II - نعایر حجم $V_A = 10ml$ من محلول السابق بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) تركيزه C_B ونرسم البيان $\log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$

$$\log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = f(V_B)$$

1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

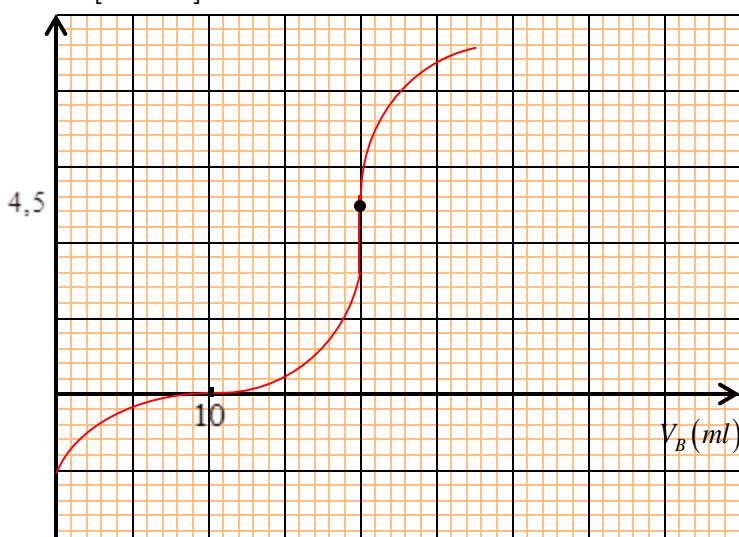
2- باستغلال البيان - أوجد:

أ- حجم محلول ($NaOH$) اللازم للتكافؤ V_{BE} ثم استنتاج قيمة C_B .

ب- قيمة pH محلول عند التكافؤ
يعطى:

$$\lambda(H_3^+O) = 35 \text{ ms.m}^2 / \text{mol}, \lambda(HCOO^-) = 5,46 \text{ ms.m}^2 / \text{mol}$$

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



حل التمرين الأول:

1- ماذا تعني الإشارة $6,5^\circ$ وماذا تسمى؟تعني أن $6,5\text{ g}$ من حمض الإيثانويك النقي في 100 ml من الخل التجاري وتسنی درجة النقاوةب- حساب التركيز المولى C_0 لمحلول حمض الإيثانويك في الخل التجاري لدينا

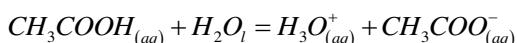
$$C_0 = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \times V}$$

$$C_0 = \frac{6,5}{60 \times 0,1} = 1,08 \text{ mol/l} \quad \text{ومنه} \quad V_0 = \frac{m}{\rho} = \frac{100}{1,02 \times 10^3} = \frac{m}{V_0}$$

ج- البروتوكول التجريبي نأخذ ببشر سعة 200 ml نضع فيه 4 ml من الخل بواسطة ماصة، نظيف الماء المقطر حتى العياروهكذا تكون حضرنا محلول مخفف 50 مرة حجمه 200 ml

$$C_1 = \frac{C_0}{50} = \frac{1,08}{50} = 2,21 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$$

أ- معادلة التفاعل لتحول حمض الخل في الماء



جدول التقدم التفاعلي الحادث.

المعادلة		$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_l \rightarrow \text{H}_3\text{O}_{(aq)}^+ + \text{CH}_3\text{COO}_{(aq)}^-$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة			
ح. الابتدائية	0	$C_1 \cdot V_1$	متوفّر	0	0
ح. الانتقالية	x	$C_1 \cdot V_1 - x$	متوفّر	x	x
ح. النهاية	x_f	$C_1 \cdot V_1 - x_f$	متوفّر	x_f	x_f

ب- حساب التركيز المولى للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول (S_1) عند التوازن.

$$\sigma = [\text{H}_3\text{O}_{(aq)}^+] \lambda_1 + [\text{CH}_3\text{COO}_{(aq)}^-] \lambda_2 = [\text{H}_3\text{O}_{(aq)}^+] \cdot (\lambda_1 + \lambda_2) \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}_{(aq)}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}_{(aq)}^-] = \frac{\sigma}{\lambda_1 + \lambda_2} = 2,2 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_f = C_1 - [\text{CH}_3\text{COO}^-]_f = 2,21 \times 10^{-2} - 2,2 \times 10^{-4} = 2,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

ج- حساب النسبة النهائية τ_{f1} للتقدم التفاعلي

$$\tau_{f1} = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f}{C_1} = \frac{2,2 \times 10^{-4}}{2,21 \times 10^{-2}} = 1\%$$

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

$$K_1 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]_f}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_f} = \frac{(2,2 \times 10^{-4})^2}{2,18 \cdot 10^{-2}} = 2,2 \cdot 10^{-6}$$

$$\tau_{f2} = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f V}{C_2 V} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f}{C_2} = \frac{10^{-pH}}{C_2} \quad \text{لدينا}$$

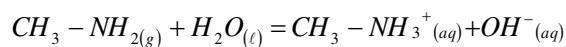
2- أ-برهان العلاقة

$$\tau_{f2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f}{C_2} = \frac{10^{-pH}}{2,21 \times 10^{-2}} = \frac{10^{-3,2}}{2,21 \times 10^{-2}} = 2,85\%$$

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

حل التمرين الثاني:

1- معادلة انحلال الأساس في الماء



الحمض المترافق لهذا الأساس هو $CH_3 - NH_2$ والثانية هي $CH_3 - NH_3^{+}$

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 إبتدائية	0	C.V	ج	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 المولى لكل منها عند الدرجة 25°.

$$PH = 11,4 \Rightarrow [H_3O^+]_f = 3,98 \times 10^{-12} mol/l$$

$$[CH_3 - NH_3^+]_f = [OH^-]_f = \frac{10^{-14}}{[H_3^+O]_f} = 2,51 \times 10^{-3} mol/l$$

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

ج- اثبات أن نسبة التقدم النهائي τ_f يمكن كتابتها على الشكل

$$\tau_f = \frac{Ke}{C_B \cdot [H_3^+O]_f}$$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_m} = \frac{[OH^-].V}{C_B.V} = \frac{[OH^-]}{C_B} = \frac{Ke}{C_B \cdot [H_3^+O]_f}$$

د- حساب قيمة τ_f النسبة النهائية لتقدم التفاعل

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

الاستنتاج 1 < τ_f يتفكك في الماء وفق تفاعل محدود (غير تمام) أي أن هذا الأساس ضعيف

ه- حساب pka_1 الموافقة للثانية التي ينتمي إليها هذا الأساس

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

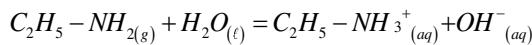
3- المقارنة بين قوتي الأساسين

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

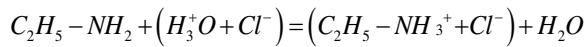
حل التمرين الثالث:

1- أساس الضغيف هو كل فرد كيميائي قادر على تثبيت بروتون هيدروجين أو أكثر ولا ينحل كليا 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 المتوازبين نجد ($V_{BE} = 28 cm^3$, $pH_E = 6,5$)

حساب تركيز الأبيثيل أمين المجهول؟

عند نقطة التكافؤ يكون المزيج ستوكيموري وباستخدام جدول التقدم نجد

$$C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B \Rightarrow C_B = \frac{C_A \cdot V_A}{V_B} = \frac{10^{-1.28}}{40} = 0,07 mol/l$$

استنتج قيمة pK_a للثنائية (أساس/حمض) المعتبرة.

$$pK_a = pH_{1/2} = 11 \text{ ومنه } \frac{V_{AE}}{2} = 14 cm^3 \text{ يكون } pH_{1/2} = pK_a$$

4- حساب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في محلول المائي (S) عند إضافة 20ml من محلول الحمض

عند إضافة 20ml من الحمض وبالإسقاط على المنهى نجد:

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

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

$$[Cl^-] = \frac{C_A \cdot V_A}{V_A + V_B} = \frac{10^{-1.20}}{20 + 40} = 3,3 \cdot 10^{-2} mol/l \quad \text{تركيز } [Cl^-] \text{ في المزيج:}$$

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

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

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

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	$C_A \cdot V_A$	متوفّر	0	0
ح. الانتقالية	x	$C_A \cdot V_A - x$	متوفّر	x	x
ح. النهائية	x_f	$C_A \cdot V_A - x_f$	متوفّر	x_f	x_f

$$C_A = \frac{0,046}{46,01} \Rightarrow C_A = 0,01 mol/l \quad \text{لدينا: } C_a = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$pH = -\log [H_3O^+]_f \quad \text{حساب } pH \text{ للمحلول لدينا:}$$

- حساب $[H_3O^+]$: لدينا: $[H_3O^+] = n[H_3O^+] = x_f$ من جدول التقدم:

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

$$pH \approx 2.9 \quad \text{ومنه نجد: } [H_3O^+]_f = \frac{0.049}{(35+5,46) \cdot 10^{-3}} \Rightarrow [H_3O^+]_f = 1,21 \cdot 10^{-3} mol/l$$

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

الاستنتاج بما أن $\tau_f = 100\%$ فان التحول غير تمام ومهـنـه حمـضـ النـمـلـ حـمـضـ ضـعـيفـ

$$K = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f} \Rightarrow K = \frac{([H_3O^+]_f)^2}{C_A - [H_3O^+]_f} = \frac{(1,21 \cdot 10^{-3})^2}{0,01 - 1,21 \cdot 10^{-3}}$$

و منه: $K \approx 1.66 \cdot 10^{-4}$ وهو يمثل ثابت الجموضة K_a للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$ و منه:

$$pK_a = -\log K_a \Rightarrow pK_a \approx 3.8 \quad \text{أستنتاج } PK_a \text{ للثنائية } (HCOOH/HCOO^-) \text{ من القانون}$$

$$HCOOH + OH^- = HCOO^- + H_2O \quad \text{II-1- معادلة تفاعل المعايرة.}$$

2- باستغلال البيان - أوجد:

أ-حجم محلول $(NaOH)$ اللازم للتكافؤ

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

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

استنتاج C. عند التكافؤ يكون المزيج ستوكيموري $C_B = 0,005 mol/l$

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

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

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 ...

