

التمرين 01

- عند الدرجة $25^{\circ}C$ يكون الجداء الشاردي للماء المقطر $K_e = 10^{-14}$ ، وعند الدرجة $0^{\circ}C$ يكون هذا الجداء $K_e' = 1,1 \times 10^{-15}$.
- 1 - احسب قيمتي pH الماء عند كل درجة .
 - 2 - محلول مائي له $pH = 7$ في الدرجة $0^{\circ}C$. ما طبيعة هذا المحلول (حمضي ، أساسي ، معتدل) ؟
 - 3 - محلول مائي له $pH = 12,4$ عند الدرجة $0^{\circ}C$ ، احسب التركيز المولي لشوارد الهيدروكسيد في هذا المحلول .

التمرين 02

- ينتشر د هيدروكسيد الصوديوم تماما في الماء . لدينا محلول مائي (S) لهيدروكسيد الصوديوم له $pH = 12,5$ وحجمه $V = 100mL$.
- 1 - ما هي كتلة هيدروكسيد الصوديوم المستعملة لتحضير هذا المحلول ؟
 - 2 - ما هو pH المحلول الناتج عن إضافة $100mL$ للمحلول (S) ؟
- $M(NaOH) = 40g/mol$ ، $pK_e = 14$

التمرين 03

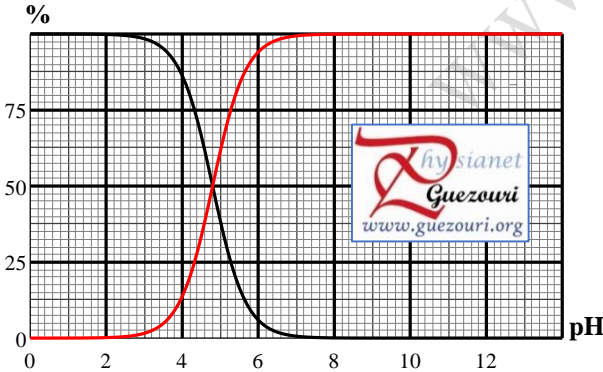
- 1 - محلول مائي لحمض HA (الثنائية هي HA/A^-) تركيزه المولي $C_a = 5 \times 10^{-3} mol/L$ ، وله $pH = 3,3$. هل الحمض HA هو حمض قوي في الماء ؟
- 2 - محلول مائي لأساس B (الثنائية هي BH^+/B) تركيزه المولي $C_b = 5 \times 10^{-3} mol/L$ ، وله $pH = 11,7$. هل الأساس B هو أساس قوي في الماء ؟

التمرين 04

- محلولان مائيان ، أحدهما (S_1) لحمض الإيثانويك ، والثاني (S_2) للنشادر .
- الثنائيتان هما : $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$: $pK_a = 4,8$ ، $NH_4^+(aq)/NH_3(aq)$: $pK_a = 9,2$.
- 1 - مثل مخطط مجالات التغلب لكل ثنائية .
 - 2 - هل يمكن للفردين CH_3COOH و NH_3 أن يكونا متغلبيين مع بعض في المحلول (S) الناتج عن مزج المحلولين (S_1) و (S_2) ؟
 - 3 - ما هي الأفراد المتغلبة في المحلول (S) ، علما أن هذا المحلول له $pH = 8,9$ ؟

التمرين 05

- محلول مائي لحمض الإيثانويك تركيزه المولي $C = 1 \times 10^{-3} mol/L$. حمض الإيثانويك هو حمض ضعيف ، بحيث يُمكن إهمال تركيز شوارد الهيدرونيوم أمام التركيز المولي للحمض .
- 1 - بين أن التركيز المولي للحمض يُكتب بالشكل : $C = 10^{pK_a - 2pH}$ ؛ حيث pK_a تخصّ الثنائية CH_3COOH/CH_3COO^- .
 - 2 - قمنا بالتغيير التدريجي لـ pH المحلول ، وتابعنا بواسطة برنامج للمحاكاة تطوّر النسبتين المئيتين للفردين CH_3COOH و CH_3COO^- . حصلنا على البيانيين المقابلين .



- أ / أرفق كل بيان بالفرد الموافق ، مع التعليل .
- ب / جدّ قيمة pK_a الثنائية CH_3COOH/CH_3COO^- .
- ج / احسب قيمة pH المحلول الحمضي قبل بدء تغييره .
- د / جدّ بطريقتين نسبة التقدّم النهائي لتفاعل الحمض مع الماء قبل بدء تغيير pH .

هـ / جدّ قيمة pH المحلول عندما يكون $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 10$ ، ثم تأكد من

النتيجة بيانيًا .

التمرين 06

- 1 - محلول مائي (S_1) لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي $C_1 = 2 \times 10^{-2} mol/L$ وحجمه $V_1 = 50mL$.
 - أ / عرّف الحمض حسب نظرية برونستد ، ثم اكتب معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء لإعطاء المحلول (S_1) وأنشئ جدول التقدّم .
 - ب / عبّر عن ثابت التوازن K_1 المقرون بتفاعل الحمض مع الماء ، وثابت الحموضة K_{a1} للثنائية CH_3COOH/CH_3COO^- بدلالة التراكيز المولية للأفراد الكيميائية في المحلول (S_1) ، ثم احسب قيمة K_1 . بين أن تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء هو تفاعل محدود .
 - ج / أعطى قياس pH المحلول (S_1) القيمة $pH = 3,2$. تأكد بطريقة أخرى أن تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء هو تفاعل غير تام .
 - د / نأخذ حجما قدره $5mL$ من المحلول (S_1) ونضيف له $5mL$ من الماء المقطر ، فنجد عند التوازن $pH = 3,4$ للمحلول الناتج . احسب نسبة التقدّم النهائي لتفاعل الحمض مع الماء بعد التمديد . ماذا تلاحظ ؟
- 2 - محلول مائي (S_2) لغاز النشادر NH_3 (أساس) تركيزه المولي $C_2 = 1 \times 10^{-2} mol/L$ وحجمه $V_2 = 100mL$.
 - أ / عرّف الأساس حسب نظرية برونستد ، اكتب معادلة تفاعل NH_3 مع الماء لإعطاء المحلول (S_2) وأنشئ جدول التقدّم .

- ب / عبّر عن ثابت التوازن K_2 المقرون بتفاعل الأساس مع الماء ، وثابت الحموضة K_{a2} للتنائية NH_4^+ / NH_3 بدلالة التراكيز المولية للأفراد الكيميائية في المحلول (S_2) ، ثم احسب قيمة K_2 . بيّن أن تفاعل النشادر مع الماء هو تفاعل محدود .
- ج / أعطى قياس pH المحلول (S_2) القيمة $pH = 10,6$. تأكّد مرة أخرى أن تفاعل النشادر مع الماء هو تفاعل غير تام .
- د / نأخذ حجما قدره $10mL$ من المحلول (S_2) ونضيف له $90mL$ من الماء المقطر ، فنجد عند التوازن $pH = 10,1$ للمحلول الناتج . احسب نسبة التقدّم النهائي لتفاعل الأساس مع الماء قبل وبعد التمديد . ماذا تلاحظ ؟
- 3 - نمزج حجما $V_a = 20mL$ من المحلول (S_1) مع حجم $V_b = 40mL$ من المحلول (S_2) .
- أ / اكتب معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك والنشادر ، ثم أنشئ جدول التقدّم .
- ب / عبّر عن ثابت التوازن K المقرون بهذا التفاعل بدلالة K_{a1} و K_{a2} .
- ج / احسب قيمة K ، ثم بيّن أن تفاعل حمض الإيثانويك مع النشادر هو تفاعل تام ، واستنتج قيمة التقدّم النهائي . يُعطى : $pK_{a1} = 4,8$ ، $pK_{a2} = 9,2$ ، $pK_e = 14$.

التمرين 07

- 1 - نحلّل في الماء المقطر كمية كتلتها $m = 0,32g$ من كلور الأمونيوم NH_4Cl (ملح يتشرد كليًا في الماء) . نحصل على محلول (S) حجمه $V_a = 100mL$ ، وله $pH = 5,2$.
- أ / شاردة الأمونيوم NH_4^+ عبارة عن الحمض المرافق للأساس NH_3 ، اكتب معادلة تفاعل شاردة الأمونيوم مع الماء ، ثم بيّن أن في المحلول (S) يكون $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 10^4$.
- ب / بيّن أنه يمكن كتابة تركيز شوارد الهيدرونيوم في المحلول (S) بالشكل : $[H_3O^+] = \sqrt{KC}$ ، حيث K هو ثابت التوازن المقرون بتفاعل شاردة الأمونيوم مع الماء . احسب قيمة K .
- 2 - نضيف للمحلول (S) حجما V_b من محلول هيدروكسيد الصوديوم (Na^+, OH^-) تركيزه المولي $C_b = 0,2mol / L$.
- أ / يحدث التفاعل بين شاردة الأمونيوم وشاردة الهيدروكسيد : $NH_4^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$. بيّن هذا التفاعل هو تفاعل حمض - أساس .
- ب / احسب ثابت التوازن المقرون بهذا التفاعل ، ثم بيّن أن هذا التفاعل هو تفاعل تام .
- ج / بيّن أن pH المزيج يُكتب بالعلاقة $pH = pK_a - \log\left(\frac{C_a V_a}{C_b V_b} - 1\right)$ ، حيث pK_a خاصة بالتنائية NH_4^+ / NH_3 .
- د / ما هي قيمة V_b علما أن للمزيج النهائي $pH = 9,2$ ؟ يُعطى :

$$K_e = 10^{-14} \quad , \quad pK_a(NH_4^+ / NH_3) = 9,2 \quad , \quad M(Cl) = 35,5g / mol \quad , \quad M(H) = 1g / mol \quad , \quad M(N) = 14g / mol$$

التمرين 08

- لدينا ثلاثة أسس B_1 ، B_2 ، B_3 . نحضّر منها ثلاثة محاليل مائية لها نفس التركيز المولي $C = 10^{-2} mol / L$. يوجد في الجدول pH هذه المحاليل في الدرجة $25^\circ C$.

المحلول المائي للأساس	B_1	B_2	B_3
pH	10,95	10,60	12,00

- 1 - بيّن أن B_3 هو أساس قوي .
- 2 - قارن قوّتي الأساسين B_1 و B_2 بدون أي حساب .
- 3 - الأساس B_2 هو NH_3 ، ثمّيزه التنائية NH_4^+ / NH_3 .
- أ / اكتب معادلة تفاعل B_2 مع الماء .
- ب / أنشئ جدول تقدّم التفاعل ، ثم احسب تركيزي NH_3 و NH_4^+ في نهاية التفاعل .
- ج / تأكّد أن قيمة pK_A التنائية NH_4^+ / NH_3 هي $9,2$.
- 4 - نفاعل حجما V من محلول الأساس B_2 مع نفس الحجم من محلول حمض الميثانويك ذي التنائية $HCOOH / HCOO^-$ تركيزه المولي $C' = 2 \times 10^{-2} mol / L$.
- أ / اكتب معادلة التفاعل ، وجذ العلاقة بين ثابت التوازن والنسبة النهائية للتقدم .
- ب / علما أن كسر التفاعل النهائي لهذا التفاعل هو $Q_f = 2,5 \times 10^5$ احسب ثابت الحموضة للتنائية $HCOOH / HCOO^-$.
- 5 - نمزج حجما V_A من محلول كلور الهيدروجين (H_3O^+ ، Cl^-) تركيزه المولي $C_A = 0,02 mol / L$ مع حجم $V_B = 20mL$ من المحلول الأساسي لـ B_1 ، نقوم بقياس pH المزيج فنجده $pH = 9,9$. احسب قيمة V_A . يُعطى $pK_A(HB_1^+ / B_1) = 9,9$.