حل التمرين رقم (03)

حل التمرين الأول

1- حساب التركيز الأصلي:

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+ \quad (1)$$

	CH_3COOH	H_2O	CH_3COO^-	H_3O^+
$t=0$	C_0	-	-	
t_{eq}	$C_0(1-\alpha)$		αC_0	αC_0

لدينا: $[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = 10^{-4}\,M$

لدينا: $K_a = \dfrac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]_{التوازن}}$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

$C_0 = [CH_3COOH]_{eq} + [H_3O^+]$

حسب قيمة K_a نجد أن CH_3COOH من الأول

$$\Rightarrow [CH_3COOH]_{eq} = \frac{[H_3O^+]^2}{K_a} = \frac{(10^{-4})^2}{1,74\times10^{-5}}$$

$$[CH_3COOH]_{eq} = 5,74\times10^{-4}\,M$$

ومنه:

$$C_0 = 5,74\times10^{-4} + 10^{-4} = 6,74\times10^{-4}$$

$$\boxed{C_0 = 6,74\times10^{-4}\,M}$$

2- حساب التركيز الأصلي عندما تكون الأحماض متأينة بنسبة 30٪ من الأول نجد:

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$K_a = \frac{(\alpha C_0)^2}{C_0(1-\alpha)} = \frac{\alpha^2 C_0}{1-\alpha}$$

$$K_a = \frac{\alpha^2 C_0}{1-\alpha} \Rightarrow C_0 = \frac{K_a(1-\alpha)}{\alpha^2}$$

$$C_0 = \frac{1,74\times10^{-5}(1-0,3)}{(0,3)^2}$$

$$\boxed{C_0 = 1,35\times10^{-4}\,M}$$

3- حساب ثابت تشكل هيدروكسيد الأمونيوم:

	NH_4OH	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	$+ HO^-$
$t=0$	C_0		-	-
t_{eq}	$C_0(1-\alpha)$		αC_0	αC_0

$$K_b = \frac{[NH_4^+][HO^-]}{[NH_4OH]} = \frac{(\alpha C_0)(\alpha C_0)}{C_0(1-\alpha)}$$

$$K_b = \frac{\alpha^2 C_0}{(1-\alpha)} = \frac{(0,1)^2\times3\times10^{-3}}{0,9}$$

$$\boxed{K_b = 3,3\times10^{-5}}$$

4- حساب التركيز الأصلي لمحلول $HCOOH$ و معادلة تشكله:

* حساب التركيز المولي C_0:

$$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$$

	$HCOOH$	H_2O	$HCOO^-$	H_3O^+
$t=0$	C_0	-	-	
t_{eq}	$C_0(1-\alpha)$		αC_0	αC_0

$$C_0 = [HCOOH]_{eq} + [H_3O^+]_{eq}$$

لدينا: $pH = -\log[H_3O^+]$ ، $pH = 3$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3}\,M$$

K_a نجد من قيمة $[HCOOH]_{eq}$ حسب

$$\alpha = \frac{5,01 \times 10^{-4}}{10^{-2}} = 5,01 \times 10^{-2}$$

$\alpha = 5,01 \times 10^{-2}$ / $\alpha = 5,01\ \%$

2- حساب ثابت الأساس K_b

$$K_b = \frac{[NH_2(CH_3)_2^+][HO^-]}{[NH(CH_3)_2]}$$

$$K_b = \frac{(\alpha C_0)(\alpha C_0)}{C_0(1-\alpha)} = \frac{\alpha^2 C_0}{1-\alpha}$$

$$K_b = \frac{(5,01 \times 10^{-2})^2 \times 10^{-2}}{(1 - 5,01 \times 10^{-2})}$$

$K_b = 5,02 \times 10^{-4}$

حل التمرين الثالث:

* حساب الـ pH:

1- محلول لحمض النيتروز:

بما أن حمض النيتروز حمض ضعيف فإن:

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

$$pH = \frac{1}{2}(3,2 - \log 0,2) = 1,94$$

$pH = 1,94$

2- محلول من الأمونياك:

الأمونياك قاعدة ضعيفة وعليه

$$pH = \frac{1}{2}(pK_e + pK_a + \log C_0)$$

$$pH = \frac{1}{2}(14 + 9,2 + \log 0,1)$$

$pH = 11,1$

$$K_a = \frac{[HCOO^-]_{eq}[H_3O^+]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} \Rightarrow$$

$$[HCOOH]_{eq} = \frac{[H_3O^+]^2}{K_a} = \frac{(10^{-3})^2}{1,8 \times 10^{-4}}$$

$[HCOOH]_{eq} = 5 \times 10^{-3}\ M$

$C_0 = [HCOOH]_{eq} + [H_3O^+]_{eq} = 5 \times 10^{-3} + 10^{-3}$

$C_0 = 6 \times 10^{-3}\ M$

* حساب معامل التفكك α:

لدينا: $[H_3O^+] = \alpha C_0$

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_0} = \frac{10^{-3}}{6 \times 10^{-3}}$$

$\Rightarrow \alpha = 0,16$ / $\alpha = 16\ \%$

حل التمرين الثاني:

1- معادلة تأين الميثيل أمين α:

$$NH(CH_3)_2 + H_2O \rightleftharpoons NH_2(CH_3)_2^+ + HO^-$$

$t=0$	C_0		0	0
t_{eq}	$C_0(1-\alpha)$		αC_0	αC_0

لدينا من جدول التقدم أن $[HO^-] = \alpha C_0$

ومنه فإن: $\alpha = \frac{[HO^-]}{C_0}$

و لدينا: $pH = 10,7$ و $pH = -\log[H_3O^+]$

$\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-10,7}$

و لدينا أيضا:

$K_e = [H_3O^+][HO^-] \Rightarrow$

$$[HO^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-10,7}}$$

$[HO^-] = 5,01 \times 10^{-4}\ M$

3- محلول من الصود NaOH ..... قاعدة قوية:

$pH = 14 + \log c_b \Rightarrow$

$pH = 14 + \log(0,01)$

$pH = 12$

4- محلول من حمض كلور الماء ..... حمض قوي:

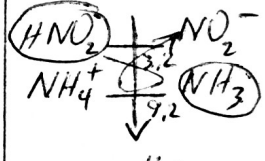
$pH = -\log c_a = -\log(0,02$

$\Rightarrow pH = 1,69$

5- خليط من الأمونياك وحمض النتروز:

خليط لحمض ضعيف وقاعدة ضعيفة يمكن أن تحدث بينهما تفاعل:

من المخطط نجد أن: المحلول غير مستقر ⇐ حدوث تفاعل بين HNO_2 و NH_3 كالتالي:



$HNO_2 + NH_3 \longrightarrow NO_2^- + NH_4^+$

* حساب التراكيز الجديدة بعد المزج:

NH_3 -

$C_1 V_T = C_{01} V_{01} \Rightarrow C_1 = \frac{C_{01} V_{01}}{V_T}$

$C_1 = \frac{0,07 \times 40}{70} = 0,028\,M$

HNO_2 -

$C_2 = \frac{C_{02} V_{02}}{V} = \frac{0,1 \times 30}{40}$

$C_2 = 0,075\,M$

$HNO_2 + NH_3 \longrightarrow NO_2^- + NH_4^+$

$t=0$ 0,064 ..... 0,028 ..... — ..... —

t_f 0,036 — 0,028 0,028

بعد التفاعل نتحصل على محلول موقي حمضي وقاعدته المرافقة المتكونة (HNO_2 / NO_2^-) وعليه حساب الـ pH كالتالي:

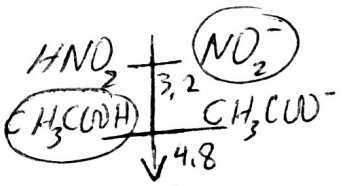
$pH = pKa + \log \frac{[NO_2^-]}{[HNO_2]}$

$\Rightarrow pH = 3,2 + \log\left(\frac{0,028}{0,036}\right)$

$pH = 3,04$

6- خليط مكون من NO_2^- و CH_3COOH

من المخطط نجد أن المحلول مستقر ⇐ عدم حدوث تفاعل والمحلول عبارة عن حمض وقاعدته ليسا من نفس الثنائية (محلول منظم) وعليه فإن الـ pH يحسب من العلاقة التالية:



$pH = \frac{1}{2}\left(pKa_1 + pKa_2 + \log \frac{[NO_2^-]}{[CH_3COOH]}\right)$

* لنحسب التراكيز الجديدة بعد المزج:

NO_2^- -

$C_1 = \frac{C_{01} V_{01}}{V_T} = \frac{0,1 \times 16}{40}$

$C_1 = 0,037\,M$

CH_3COOH -

$C_2 = \frac{C_{02} V_{02}}{V_T} = \frac{0,1 \times 24}{40}$

$C_2 = 0,062\,M$

$S = 1,54 \times 10^{-7}\ M$

$pH = \frac{1}{2}\left(4,8 + 7,2 + \log\left(\frac{0,03}{0,062}\right)\right)$

* AgI

$$AgI \rightleftharpoons Ag^+ + I^-$$

$t=0$	S	$-$	$-$
t_{eq}	$-$	S	S

$$K_S = [Ag^+][I^-] = S.S = S^2$$

$$\Rightarrow S = \sqrt{K_S} = \sqrt{1,1 \times 10^{-16}}$$

$$\Rightarrow S = 1,22 \times 10^{-8}\ M$$

* PbI_2

$$PbI_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2I^-$$

$t=0$	S	$-$	$-$
t_{eq}	$-$	S	$2S$

$$K_S = [Pb^{+2}][I^-]^2 = S.(2S)^2$$

$$\Rightarrow K_S = 4S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{K_S}{4}}$$

$$\Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{10^{-9}}{4}} = 1,58 \times 10^{-3}\ M$$

حل التمرين الخامس:

أي الملحين أقل ذوبانية:

- حساب ذوبانية كل ملح:

* HgS

$$HgS \rightleftharpoons Hg^{+2} + S^{-2}$$

$t=0$	S	$-$	$-$
t_{eq}	$-$	S	S

$$K_S = [Hg^{+2}][S^{-2}] = S.S = S^2$$

$$\Rightarrow S = \sqrt{K_S} \Rightarrow S = 10^{-27}\ mol/l$$

حل التمرين الرابع:

حساب ذوبانية الأملاح التالية:

* $PbSO_4$

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

$t=0$	S	$-$	$-$
t_{eq}	$-$	S	S

$$K_S = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$K_S = S.S = S^2 \Rightarrow S = \sqrt{K_S}$$

$$S = \sqrt{2.10^{-8}} = 1,4 \times 10^{-4}\ M$$

* $BaCO_3$

$$BaCO_3 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CO_3^{-2}$$

$t=0$	S	$-$	$-$
$t_f = t_{eq}$	$-$	S	S

$$K_S = [Ba^{+2}][CO_3^{-2}] = S^2$$

$$\Rightarrow S = \sqrt{K_S} = \sqrt{8,1 \times 10^{-9}}$$

$$S = 9 \times 10^{-5}\ M$$

* $BaCrO_4$

$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$$

$t=0$	S	$-$	$-$
t_{eq}	$-$	S	S

$$K_S = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$

$$K_S = S.S = S^2$$

$$\Rightarrow S = \sqrt{K_S} = \sqrt{2,4 \times 10^{-10}}$$

Bi_2S_3 *

$Bi_2S_3 \rightleftharpoons 2Bi^{+3} + 3S^{-2}$

	Bi_2S_3	$2Bi^{+3}$	$3S^{-2}$
t=0	S	–	–
teq	–	2S	3S

$K_S = [Bi^{+3}]^2 [S^{-2}]^3 = (2S)^2 (3S)^3$

$K_S = 4S^2 \cdot 27S^3 = 108S^5$

$\Rightarrow S^5 = \frac{K_S}{108} \Rightarrow S = \sqrt[5]{\frac{K_S}{108}}$

$\Rightarrow \boxed{S = 3{,}92 \times 10^{-4}\ mol/l}$

الملح Bi_2S_3 هو الأكثر ذوبانية لأن S له أكبر من S الملح HgS.

حل التمرين السادس:

أ) حساب ذوبانية الملح Ag_2CrO_4 في الماء النقي:

$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{-2}$

	Ag_2CrO_4	$2Ag^+$	CrO_4^{-2}
t=0	S	–	–
teq	–	2S	S

$K_S = [Ag^+]^2 [CrO_4^{-2}] = (2S)^2 \cdot S$

$K_S = 4S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{K_S}{4}}$

$\Rightarrow \boxed{S = 8{,}06 \times 10^{-7}\ mol/l}$

ب) أقل تركيز لأيونات الفضة الذي يسبب بداية تشكل راسب:

لدينا: $[Ag^+] = 2S = 2 \times 8{,}06 \times 10^{-7}$

$\boxed{[Ag^+] = 1{,}61 \times 10^{-6}\ mol/l}$