# الوحدة الثانية: الحموض والقواعد

## الفصل الاول :- تعريفات الحموض والقواعد :-

١ الحموض القوية : مادة تنتج $H^+$ عند اذابتها بالماء وتتأين كلياً (→)

$HClO_4$ , $H_2SO_4$ , $HNO_3$ , HI , HBr , Hcl

$$HCl \xrightarrow{H_2O} H^+ + Cl^- \leftarrow \text{تفكك كلي}$$

٢ الحموض الضعيفة : مادة تتأين جزئياً في الماء وتنتج $H^+$ عند اذابتها في الماء .

$H_2CO_3$ , $H_2S$ , $H_2SO_3$ , $HNO_2$ , HF , HCN , Hclo

اضافة الى الحموض الكربوكسيلية

$R\text{-}COOH$ مثل $CH_3COOH$ , $HCOOH$

• الايونات الموجبة تعتبر حموض ضعيفة

تفكك جزئي

$$HF + H_2O \rightleftharpoons H^+ + F^-$$

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

$$H_2SO_3 + H_2O \rightleftharpoons HSO_3^- + H^+$$

تذكر

• الحموض: طعمها حامضي وتغير لون ورق عباد الشمس الى الاحمر .
• القواعد: طعمها مر وتغير لون ورق عباد الشمس الى الازرق .

٣) القواعد القوية: مادة تتأين كلياً (←) عند اذابتها في الماء وتنتج ($OH^-$) او تأخذ $H^+$.

$Ca(OH)_2$ , $Mg(OH)_2$ , $KOH$ , $NaOH$ , $LiOH$

$Ba(OH)_2$

$$LiOH \xrightarrow{H_2O} Li^+ + OH^-$$
$$Ba(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ba^{2+} + 2OH^-$$

٤) القواعد الضعيفة: مادة تتأين جزئياً (⇌) عند اذابتها في الماء تنتج $OH^-$ او تأخذ $H^+$.

$NH_3$ , $N_2H_4$ , $C_5H_5N$ , الأمينات $RNH_2$ ← اولي / ثانوي / ثالثي

↳ $CH_3NH_2$ , $CH_3\underset{CH_3}{\underset{|}{N}}H$ , $CH_3CH_2NH_2$

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

$$N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$$

حالة خاصة

$HX^-$ , $HCO_3^-$ , $HSO_3^-$ , $HS^-$

هذه الأيونات السالبة التي قد تعتبر حمض وقد تعتبر قاعدة لتحدد حسب المادة التي معها في التفاعل

حمضية: (+) تعطي صفة قاعدية: (−)

. تعريفات الحموض والقواعد :-
١) تعريف ارهينوس
٢) تعريف برونستد - لوري .
٣) تعريف لويس .

## ١] تعريف ارهينيوس :

**الحمض** : هو مادة تنتج من تركيز ايون الهيدروجين $H^+$ عند اذابتها بالماء .

حموض قوية : تتفكك كلي .
$HClO_4 \xrightarrow{H_2O} H^+ + ClO_4^-$
$HNO_3 \xrightarrow{H_2O} H^+ + NO_3^-$
$H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2H^+ + SO_4^{2-}$

حموض ضعيفة : تتفكك جزئي
$HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons NO_2^- + H^+$
$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

**القاعدة** : هو مادة تنتج من تركيز أيون الهيدروكسيد $OH^-$ عند اذابتها في الماء .

قوي :
$LiOH \xrightarrow{H_2O} Li^+ + OH^-$
$Ca(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2OH^-$

$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$
$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

٥. س) ما أسباب قصور [فشل] مفهوم أرهينوس ؟
١) لم يستطع تفسير السلوك الحمضي او القاعدي لأي مادة إلا عند اذابتها في الماء .

مثلاً عناز HCl حمض ، $NH_3(g)$ قاعدة

يعتبر تفاعل حمض وقاعدة : $NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl$

٢) انه لم يستطع تفسير السلوك الحمضي او القاعدي لمحاليل بعض الأملاح $Na, Li, K$ ... $(Cl, Br, I)$ / $N_2H_5$ $(Br, Cl, I)$ / $RCOO$ $(Li, Na, K)$

## ٢) تعريف برونستد-لوري :-

١ الحمض (مانح البروتون):

هو مادة (ايونات او جزيئات) قادرة على اعطاء البروتون ($H^+$) لمادة أخرى في التفاعل.

مانح $H^+$

$$\underset{\text{حمض}}{HNO_2} + \underset{\text{قاعدة}}{H_2O} \rightleftharpoons NO_2^- + H_3O^+$$

$$\underset{\text{حمض}}{HCN} + \underset{\text{قاعدة}}{F^-} \rightleftharpoons CN^- + HF$$

٢ القاعدة (مستقبل البروتون):

هو مادة قادرة على استقبال البروتون ($H^+$) من مادة اخرى في التفاعل.

قاعدة حمض

$$N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$$

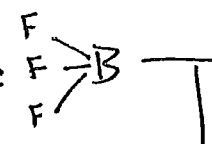
$$C_5H_5N + NH_4^+ \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + NH_3$$

س) ما أسباب قصور مفهوم برونستد-لوري؟

أن هناك بعض التفاعلات التي ينظر لها على أنها تفاعلات حمض وقاعدة دون حدوث انتقال للبروتون ($H^+$)

مثال

قاعدة لويس ← $\underset{\text{حمض}}{H_2\ddot{O}:} + \underset{\text{حمض}}{CO_2} \rightleftharpoons H_2CO_3$

حمض لويس ← $BF_3 + \underset{\text{قاعدة}}{\ddot{N}H_3} \rightleftharpoons$ 

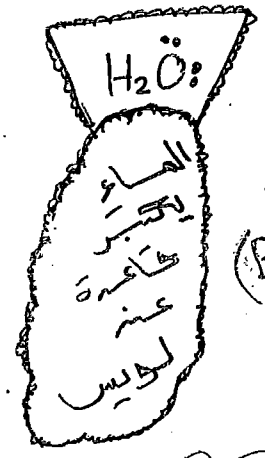
رابطة تناسقية ←

مركب معقد

## ٣) مفهوم لويس :-

١ الحمض : مادة قادرة على استقبال زوج او اكثر من الالكترونات .

مثل : $BF_3$ , $Be(OH)_2$




الحمض عند لويس :-

١. ايونات موجبة : $Fe^{2+}$ , $Cu^{+}$ , $Mn^{5+}$ , $NH_4^{+}$ , ------

٢. مركبات ذراتها المركزية :- (B او Be)

$BX_3$ او $BeX_2$

X : H , OH , F , Cl , Br , I

حمض عند لويس وليست قاعدة : $B(OH)_3$ -- $BF_3$ ... $BCl_3$ -- $BH_3$

$Be(OH)_2$ -- $BeH_2$ -- $BeCl_2$ .. $BeBr_2$

٢ القاعدة : هي مادة قادرة على منح زوج أو أكثر من الالكترونات .

مثل : $H_2\ddot{O}$: , $\ddot{N}H_3$

القاعدة عند لويس :-

١. ايونات سالبة ← $Cl^-$ , $CN^-$ , $NO_3^-$ , $OH^-$

٢. او مركبات ذراتها المركزية ($\ddot{N}$ أو $\ddot{O}$:)

$\ddot{N}X_3$ او $X_2\ddot{O}$: , $X_2\ddot{S}$:

X : H , F , Cl , Br , I

$H_2S$ , $H_2O$ , $\ddot{P}F_3$ , $\ddot{N}H_3$ , $\ddot{N}Cl_3$ , $:\ddot{O}F_2$ , $:\ddot{O}Cl_2$

س) اي من الآتي لا يعتبر قاعدة عند لويس :-

أ. $Be(OH)_2$ ب. $Ba(OH)_2$ ج. $Ca(OH)_2$ د. $KOH$

س) حدّد او عيّن حمض وقاعدة لويس فيما يأتي من التفاعلات، ولماذا ؟

1) $\underset{\text{حمض}}{Cu^{2+}} + \underset{\text{قاعدة}}{4H_2\ddot{O}:} \rightleftharpoons [Cu(H_2O)_4]^{2+}$

2) $\underset{\text{قاعدة}}{6CN^-} + \underset{\text{حمض}}{Fe^{2+}} \rightleftharpoons [Fe(CN)_6]^{4-}$

3) $\underset{\text{حمض}}{BF_3} + \underset{\text{قاعدة}}{F^-} \rightleftharpoons [BF_4]^-$

س: حدد او عيّن حمض وقاعدة لويس فيما يأتي:

Ca لا يعتبر اجابة

Ca الجواب

أ. $[Ca(H_2O)_4]^{2+}$ .P

$Ca^{2+}$ حمض ← $H_2O$ قاعدة

ب. $[Mn(OH)_6]^-$

$Mn^{5+}$ حمض ← $OH^-$ قاعدة

جـ. $[BCl_4]^-$

$BCl_3$ حمض ← $Cl^-$ قاعدة

د) $[Cu(NO_3)_4]^{3-}$

$Cu^+$ حمض ← $NO_3^-$ قاعدة

ه $[Ag(NH_3)_2]^+$

$Ag^+$ حمض ← $NH_3$ قاعدة

7

في اكمال المعادلات بشكل عام نعتمد على طريقة برونستد-لوري بالتعريف (إلا اذا طلب غير ذلك في السؤال)

الحمض: يمنح بروتون $H^+$ ، القاعدة تستقبل بروتون $H^+$

س/ اكمل المعادلات الآتية وحدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة؟

1) $\underset{\text{حمض}}{HF} + \underset{\text{قاعدة}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{قاعدة مترافقة}}{F^-} + \underset{\text{حمض مترافق}}{H_3O^+}$

زوج مترافق — زوج مترافق

2) $HNO_2 + HS^- \rightleftharpoons$ ... + ...

3) $NH_3 + N_2H_5^+ \rightleftharpoons$ ... + ...

4) $HCOOH + CN^- \rightleftharpoons$ ... + ...

5) $HCO_3^- + H_2SO_3 \rightleftharpoons$ ... + ...

6) $RNH_2 + RCOOH \rightleftharpoons$ ... + ...

* يتم توصيل كل زوج مترافق مع بعضه البعض ( ⌐ ¬ )
مهم جداً إذا طلب الأزواج المترافقة أو تكتب كل زوج لوحده.

• القاعدة المرافقة = الحمض - $H^+$

• الحمض المرافق = القاعدة + $H^+$

س) اكتب الحمض المرافق لكل مما يلي؟

$N_2H_4$ ، $C_5H_5N$ ، $HSO_3^-$ ، $SO_3^{-2}$ ، $ClO^-$ ، $CH_3COO^-$

س) اكتب صيغة القاعدة المرافقة لكل مما يلي:-

: $NH_4^+$

: $HCN$

: $HSO_3^-$

: $H_2S$

: $HCOOH$

: $HX^-$

س) اكتب معادلة تفاعل $H_2PO_4^-$ ؟

أ) كحمض في الماء وحدد الأزواج المترافقة:

ب) كقاعدة في الماء وحدد الأزواج المترافقة:

• الرقم الهيدروجيني (PH):

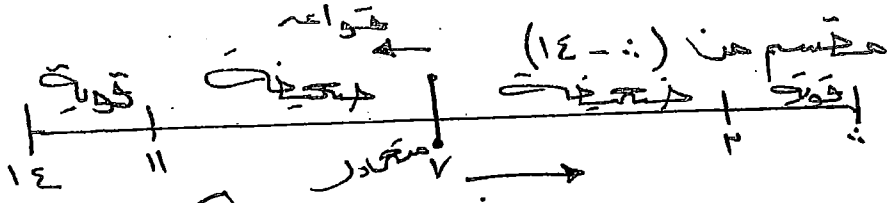
هو اللوغاريتم السالب للأساس ١٠ لتركيز أيون الهيدرونيوم $H_3O^+$ في المحلول.

• العلاقة الرياضية:-

$$PH = -\log[H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-PH}$$

PH مقسم من (٠ - ١٤)




PH < ٧ قواعد ← (٧-١١) ضعيفة ، (١١-١٤) قوية

PH > ٧ حموض ← (٣-٧) ضعيفة ، (٠-٣) قوية

PH = ٧ متعادل

| | | |
|---|---|---|
| $[H_3O^+] = [OH^-]$ | محلول متعادل | PH = ٧ |
| $[H_3O^+] > [OH^-]$ | محلول حمضي | PH < ٧ |
| $[H_3O^+] < [OH^-]$ | محلول قاعدي. | PH > ٧ |

$[H_3O^+]$ تحدد الصفات الحمضية

$[OH^-]$ تحدد الصفات القاعدية.

• العلاقة بين $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ علاقة عكسية

• إذا علمت أحدهما علمت الآخر

• ثابت التأين للماء (Kw)

$$Kw = [H_3O^+][OH^-] = ١٠ \times ١^{-١٤}$$

$$[H_3O^+] = \frac{Kw}{[OH^-]}$$

$$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]}$$

• PH طردية مع $[OH^-]$ وعكسية مع $[H_3O^+]$.

Ka : هو ثابت تأين الحموض الضعيفة.
Kb : هو ثابت تأين القواعد الضعيفة.

لا يوجد للحموض القوية والقواعد القوية ثابت تأين لأنها تتأين كلياً.

| | |
|---|---|
| Kw : Kwater ماء | الحسابات المتعلقة بـ pH و $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$. |
| Ka : Kacid حمض | |
| Kb : Kbase قاعدة | |

س) في محلول وجد أن $[H_3O^+] = 4 \times 10^{-5}$ مول/لتر
احسب pH , $[OH^-]$ ؟

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log 4 \times 10^{-5} = 5 - \log 4 = 5 - 0.6 = 4.4$

$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-5}} = 0.25 \times 10^{-9}$ مول/لتر.

س: في محلول وجد أن $[OH^-] = 2 \times 10^{-3}$ مول/لتر
احسب $[H_3O^+]$ , pH ؟

$[H_3O^+] = \frac{Kw}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-3}} = 0.5 \times 10^{-11}$ مول/لتر.

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log 0.5 \times 10^{-11} = 11 - \log 5 = 11 - 0.7 = 11.3$

يفضل أن تحفظ:-

$\frac{1}{2} = 0.5$ , $\frac{1}{3} = 0.33$ , $\frac{1}{4} = 0.25$ , $\frac{1}{5} = 0.2$ , $\frac{1}{6} = 0.17$

| | | |
|---|---|---|
| $\log 1 = 0$ | $\log 6 = 0.8$ | اللوغاريتمات توضع في أول ورقة الاستحان كمعلومات وبتجاوبت ليس للحفظ |
| $\log 2 = 0.3$ | $\log 7 = 0.9$ | |
| $\log 3 = 0.4$ | $\log 8 = 0.9$ | |
| $\log 4 = 0.5$ | $\log 9 = 0.95$ | |
| $\log 5 = 0.7$ | $\log 10 = 1$ | |

س/ احسب قيمة pH للمحاليل الآتية؟

أ) محلول $[H_3O^+] = 5 \times 10^{-9}$ مول/لتر.

$pH = -\log [H_3O^+]$

$= -\log 5 \times 10^{-9} \Leftarrow 9 - \log 5 \Leftarrow 9 - 0,7 = 8,3$

$pH = 8,3$

ب) محلول $[OH^-] = 5 \times 10^{-4}$ مول/لتر.

$[H_3O^+] = \frac{Kw}{[OH^-]} \Leftarrow \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-4}} \Leftarrow 2,0 \times 10^{-10}$ مول/لتر

$pH = -\log [H_3O^+]$

$= -\log [2 \times 10^{-11}] \Leftarrow 11 - \log 2 \Leftarrow 11 - 0,3 \Leftarrow 10,7$

$pH = 10,7$

---

* احساب $[H_3O^+]$ من خلال pH نشتق القانون

$pH = -\log [H_3O^+]$

$[H_3O^+] = 10^{-pH}$

* اذا كانت pH رقم صحيح + أعشار

$-2,1 = -3 + 0,9$ بحيث $10^{-3} \times 10^{+0,9} = 10^{-2,1}$

$10^{-2,1}$ لايمكن

$10^{+0,9}$ يمكن الحصول عليه من اللوغاريتمات.

* توزع العلامات على الاسئلة الحسابية:-

١) القانون.

٢) التعويض.

٣) الجواب.

٤) الوحدة

هي ١٠ لخمس العلامات كاملة

12

احسب $[H_3O^+]$ , $[OH^-]$ للمحاليل ذات قيم pH الآتية:-

ا) $pH = 4$ ؟

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4}$ مول/لتر

$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$ مول/لتر .

ب) $pH = 7,35$ ؟

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-7,35} \Leftarrow 10^{0,65+} \times 10^{-8}$ ≈ $5 \times 10^{-8}$ مول/لتر

$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-8}} = 2 \times 10^{-7}$ مول/لتر

ج) $pH = 9,321$

$[H_3O^+] = 10^{-pH} \Leftarrow 10^{-9,321} \Leftarrow 10^{0,679+} \times 10^{-10} \Leftarrow 5 \times 10^{-10}$ مول/لتر

$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5}$ مول/لتر .

د) $pH = 11,25$

$[H_3O^+] = 10^{-pH} \Leftarrow 10^{-11,25} \Leftarrow 10^{0,75-} \times 10^{-12} \Leftarrow 6 \times 10^{-12}$ مول/لتر

$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{6 \times 10^{-12}} = 1,7 \times 10^{-2}$ مول/لتر .

هـ) $pH = 0,2$

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-0,2} = 6 \times 10^{-1}$ مول/لتر

$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{6 \times 10^{-1}} = 1,7 \times 10^{-13}$ مول/لتر .

• دائماً يفضل تحويل الأرقام العشرية إلى آحاد مضروبة في $(10^{x})$.

$0,25 = 25 \times 10^{-2}$ ولا نحولها إلى $(25 \times 10^{-2})$

١. حسابات pH , $[H_3O^+]$ , $[OH^-]$ في محاليل الحموض القوية

- اولاً نكتب معادلة التفكك في الماء .
- اذا كان حمض احادي $H^+$ ⟸ $[H_3O^+]$ = [التركيز الحمض القوي نفسه]
- اذا كان حمض ثنائي $H^+$ ⟸ $[H_3O^+]$ = ٢ × [التركيز الحمض القوي نفسه]
- $[OH^-]$ على Kw ....(اذا طلبت فقط)
- pH على القانون

فقط في $H_2SO_4$

س) احسب $[H_3O^+]$ , $[OH^-]$ , pH للمحاليل؟

P) $[HNO_3]$ = ٢ × $10^{-4}$ مول/لتر

$HNO_3 \xrightarrow{H_2O} H^+ + NO_3^-$ تفكك بالماء .. ($H^+$ أو $H_3O^+$)

$[HNO_3]$ = $[H_3O^+]$ = ٢ × $10^{-4}$ مول التر

$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} \Leftarrow \frac{10^{-14} \times 1}{2 \times 10^{-4}} = 0.5 \times 10^{-11}$ مول التر .

$PH = -\log[H_3O^+]$

$= -\log 2 \times 10^{-4} \Leftarrow 4 - \log 2$

$= 4 - 0.3 =$ **٣,٧**

ب) $[H_2SO_4]$ = ٣ × $10^{-2}$ مول/لتر

$H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2H^+ + SO_4^{2-}$

$[H_3O^+] = [H_2SO_4] \times 2 \Leftarrow 3 \times 10^{-2} \times 2 = 6 \times 10^{-2}$ مول التر

$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} \Leftarrow \frac{10^{-14} \times 1}{6 \times 10^{-2}} = 1.7 \times 10^{-13}$ مول التر

$PH = -\log[H_3O^+] \Leftarrow -\log 6 \times 10^{-2}$

$= 2 - \log 6$

$= 2 - 0.8 =$ **١,٢**

## ٢- حسابات pH , $[H_3O^+]$ , $[OH^-]$ في محاليل القواعد القوية

- أولاً نكتب معادلة التفكيك الكلي في الماء .
- اذا كانت القاعدة قوية احادية ($OH^-$) :-
  - $[OH^-]$ = [القاعدة القوية نفسها] ← $\begin{bmatrix} Li \\ Na \\ K \end{bmatrix}(OH)$
- اذا كانت قوية ثنائية $OH^-$ ← $[OH^-]$ = ٢ × [القاعدة القوية نفسها] ← $\begin{bmatrix} Ba \\ Ca \\ Mg \end{bmatrix}(OH)_2$
- نحسب $[H_3O^+]$ على قانون Kw .
- نحسب pH على القانون .

---

سؤال : احسب pH , $[OH^-]$ , $[H_3O^+]$ لمحلول ؟

أ) $[NaOH]$ = ٢ × $10^{-1}$ مول/لتر .

$$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$$

$[OH^-] = [NaOH]$ = ٢ × $10^{-1}$ مول/لتر .

$[H_3O^+] = \frac{Kw}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-1}}$ = ٥ × $10^{-14}$ مول/لتر

pH = - لوg $[H_3O^+]$ ← - لوg ٥ × $10^{-14}$ ← ١٤ - لوg ٥

= ١٤ - ٠,٧ = ١٣,٣

---

ب) $[Ba(OH)_2]$ = ٢,٥ × $10^{-4}$ مول/لتر

$$Ba(OH_2) \xrightarrow{H_2O} Ba^{2+} + 2OH^-$$

$[OH^-] = [Ba(OH)_2] \times 2$

٢ × ٢,٥ × $10^{-4}$ ← ٥ × $10^{-4}$ مول/لتر .

$[H_3O^+] = \frac{Kw}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-4}}$ = ٢ × $10^{-11}$ مول/لتر

pH = - لوg $[H_3O^+]$ ← - لوg ٢ × $10^{-11}$ ← ١١ - لوg ٢

١١ - ٠,٣ = ١٠,٧

هناك خطأ شائع !!!
تكوين خيمة $OH^-$ مكان $H_3O^+$ في قانون pH

## ٣ الحسابات في محاليل الأحماض الضعيفة (HA):-

- أولاً: نكتب معادلة التفاعل في الماء:

$$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$$

عند البداية: ح٠ — — (ح٠ = التركيز الابتدائي)

عند الاتزان: ح٠ − س — س — س

$[H_3O^+] = [A^-]$ ← الخاصة المرافقة

$[H_3O^+] = س$

$K_a$ [الحمض الضعيف HA] $= [H_3O^+]^2$

$[H_3O^+] = \sqrt{K_a [HA]}$

- نحسب $[OH^-]$ من Kw اذا طلب في السؤال.
- نحسب (PH) اذا طلب على الاقتران.

$$PH = -\log [H_3O^+]$$

- $K_a$ ثابت التأين للحمض الضعيف وكلما زادت $K_a$ زادت قوة الحمض الضعيف

---

سؤال: احسب $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ و PH وتركيز القاعدة المرافقة ($A^-$) لمحاليل الحموض التالية:-

P) $[HCN] = ٤ \times ١٠^{-٢}$ مول/لتر علماً بأن $K_a$ HCN $= ٤ \times ١٠^{-١٠}$

$$HCN + H_2O \rightleftharpoons CN^- + H_3O^+$$

عند البداية: $٤ \times ١٠^{-٢}$ — —

$[CN^-] = [H_3O^+] = س$

$[H_3O^+]^2 = K_a$ HCN $[HCN]$

$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \text{ HCN} \times [HCN]} = \sqrt{٤ \times ١٠^{-١٠} \times ٤ \times ١٠^{-٢}} = ٤ \times ١٠^{-٦}$ مول/لتر

$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٤ \times ١٠^{-٦}} = ٢٫٥ \times ١٠^{-٩}$ مول/لتر

$PH = -\log [H_3O^+]$

$= -\log ٤ \times ١٠^{-٦} = -(-٦) - \log ٤ = ٦ - ٠٫٦ = ٥٫٤$

$[CN^-] = [H_3O^+] = ٤ \times ١٠^{-٦}$ مول/لتر

← يتبع السؤال السابق

ب] $[HF] = 0.2$ مول/لتر ، $K_{a\,HF} = 1.125 \times 10^{-9}$ ؟

الحل

$HF + H_2O \rightleftharpoons F^- + H_3O^+$

0.2 مول/لتر عند الاتزان

$س = [H_3O^+] = [F^-] = 0.5 \times 10^{-6}$ مول/لتر .

$[H_3O^+] = \sqrt{[HF]\,K_a} = \sqrt{[HF]\,K_a}$

$= \sqrt{0.2 \times 1.125 \times 10^{-9}} = \sqrt{2.25 \times 10^{-10}}$

$= 1.5 \times 10^{-5}$ مول/لتر .

يجب أن يكون الأس زوجي

$= \sqrt{25 \times 10^{-12}} = 5 \times 10^{-6}$ مول/لتر .

$[H_3O^+] = [F^-] = 5 \times 10^{-6}$

$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-12}}{5 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^{-9}$ مول/لتر .

$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 5 \times 10^{-6}$

$= 6 - \log 5 = 6 - 0.7 = 5.3$

---

جـ] $[HCOOH] = 1.7 \times 10^{-2}$ مول/لتر ، $K_{a\,HCOOH} = 1.7 \times 10^{-10}$ ؟

٤] الحسابات في محاليل القواعد الضعيفة (B) :-

نكتب معادلة التأين بالماء.

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$$

ت.ا. البداري: ك. / ش / ش

الاتزان: ك. − س / ش / س

س = $[OH^-]$ = $[BH^+]$ (الحمض المرافق).

$$[OH^-] = \sqrt{Kb \times [\text{القاعدة الضعيفة } B]}$$

$$[OH^-] = \sqrt{Kb \times [B]}$$

. $[H_3O^+]$ نحسب على Kw .

. $pH = -\log [H_3O^+]$

. $[BH^+]$ الحمض المرافق = $[OH^-]$

---

سؤال: احسب $[OH^-]$, $[H_3O^+]$, pH, $[BH^+]$ للمحاليل الآتية :-

أ) محلول $[N_2H_4]$ = ٢×١٠$^{-٣}$ مول/لتر علماً بأن $Kb_{N_2H_4}$ = ٢×١٠$^{-٥}$

$$N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$$

ت.ا. البداري: ٢×١٠$^{-٣}$ / ش / ش

الاتزان: ٢×١٠$^{-٣}$ − س / ش / س

س = $[OH^-]$ = $[N_2H_5^+]$

$$[OH^-] = \sqrt{Kb \times [N_2H_4]} = \sqrt{٢\times١٠^{-٥} \times ٢\times١٠^{-٣}}$$

$[OH^-]$ = ٢×١٠$^{-٤}$ مول/لتر

$$[H_3O^+] = \frac{Kw}{[OH^-]} = \frac{١\times١٠^{-١٤}}{٢\times١٠^{-٤}} = ٥\times١٠^{-١١} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

$$= -\log ٥\times١٠^{-١١} \Leftarrow ١١ - \log ٥ \Leftarrow ١١ - ٠,٧ = ١٠,٣$$

$[OH^-] = [N_2H_5^+]$ = ٢×١٠$^{-٤}$ مول/لتر

ب) $[NH_3]$ = ٤×١٠$^{-٢}$ مول/لتر و $K_{b\,NH_3}$ = ١,٦×١٠$^{-٩}$

جـ) $[RNH_2]$ = ٢٠ مول لتر و $K_{b\,RNH_2}$ = ١,٢٥×١٠$^{-٦}$

## ●●●.. الأسئلة الوزارية ..●●●

.عادة يعطي جدول يحوي حمضين او قاعدتين احدهما قوية والاخرى ضعيفة او كليهما ويطلب أسئلة متعلقة بهما .

.ترتيب الحموض أو القواعد من الأضعف الى الأقوى حسب زيادة Ka او Kb
او $[H_3O^+]$ او $[OH^-]$
pH

.ترتيب الحموض المرافقة او القواعد المرافقة ايضاً بعكس القوة .

● كلما زادت قوة الحمض قلت قوة قاعدته المرافقة والعكس صحيح .

● كلما زادت قوة القاعدة قلت قوة الحمض المرافق والعكس صحيح .

عندما تزداد قوة الحمض الضعيف عندما تزداد قوة القاعدة الضعيفة

| | |
|---|---|
| ١. $[H_3O^+]$ تزداد | ١. $[H_3O^+]$ تقل |
| ٢. $[OH^-]$ تقل | ٢. $[OH^-]$ تزداد . |
| ٣. pH تقل . | ٣. pH تزداد . |
| ٤. Ka تزداد | ٤. Kb تزداد . |
| التأين في الماء يزداد زادت ايصالية الكهربائية | التأين في الماء يزداد . زادت الايصالية الكهربائية |

●●● الجهة التي يرجحها الاتزان ؟

من جهة الحمض او القاعدة الاقوى ← الى جهة الحمض او القاعدة الاضعف

سؤال : حدد الجهة التي يرجحها الاتزان ؟

$$HF + HSO_3^- \rightleftharpoons F^- + H_2SO_3$$

$K_a = 3.5 \times 10^{-4}$ (حمض اقوى)

$K_a = 7.2 \times 10^{-4}$ (الحمض الاضعف)

(← أو اليسار) (أو المتفاعلات) (أو التفاعل العكسي)

2) $HCN + HCOO^- \rightleftharpoons CN^- + HCOOH$

$K_a = 4 \times 10^{-10}$ أضعف حمض

$K_a = 1.8 \times 10^{-4}$ أقوى حمض

* الإتزان يرجح (←) أو (اليسار) أو (التفاعل العكسي) أو (المتفاعلات)

3) $N_2H_5^+ + NH_3 \rightleftharpoons N_2H_4 + NH_4^+$

$K_b = 7.1 \times 10^{-7}$ أقوى

$K_b = 1.7 \times 10^{-9}$ أضعف

* الإتزان يرجح (→) أو (اليمين) أو (التفاعل الأمامي) أو (النواتج)

4) $\underset{0.1=PH}{CH_3COOH} + HCOO^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + \underset{2.7=PH}{HCOOH}$

5) $C_6H_5NH_2 + \underset{K_a = 5 \times 10^{-5}}{C_5H_5\overset{+}{N}H} \rightleftharpoons \underset{K_a = 4 \times 10^{-5}}{C_6H_5\overset{+}{N}H_3} + C_5H_5N$

6) $\underset{K_a = 3 \times 10^{-3}}{H_2SO_3} + HS^- \rightleftharpoons HSO_3^- + \underset{K_a = 6 \times 10^{-7}}{H_2S}$

7) $\underset{8.7=PH}{RNH_2} + N_2H_5^+ \rightleftharpoons R\overset{+}{N}H_3 + \underset{9=PH}{N_2H_4}$

* حسابات $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$ ، pH للمحاليل :

أولاً : نحدد نوع المادة (حمض قوي أو ضعيف أو قاعدة قوية أو ضعيفة).

① الحموض القوية :

$[H_3O^+]$ = [الحمض القوي نفسه] ماعدا ⇐ $[H_2SO_4] \times 2 = [H_3O^+]$

$[OH^-]$ على Kw و pH على القانون .

② الحموض الضعيفة ( HA )

$[H_3O^+]^2$ = Ka [الحمض الضعيف نفسه HA]

$[OH^-]$ على Kw و pH على القانون .

③ القواعد القوية :

$[OH^-]$ = [القاعدة القوية نفسها] ماعدا ⇐ $[Mg(OH)_2, Ca, Ba] \times 2 = [OH^-]$

$[H_3O^+]$ على Kw و pH على القانون

④ القواعد الضعيفة (B) :

$[OH^-]^2$ = Kb [القاعدة الضعيفة نفسها B]

$[H_3O^+]$ على Kw و pH على القانون

$[H_3O^+]$ لو - = pH ⟺ $10^{-pH} = [H_3O^+]$

$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]}$ ، $[H_3O^+] = \frac{Kw}{[OH^-]}$

س) اذا كانت لديك البيانات الآتية عن الحموض الضعيفة ذات التركيز المتساوي (0.1 مول/لتر) أجب عما يلي :

| المادة | Ka |
|---|---|
| HA | $1.0 \times 10^{-5}$ |
| HB | $1.0 \times 10^{-2}$ |
| HC | $2.5 \times 10^{-4}$ |
| HD | $1.0 \times 10^{-4}$ |
| HE | $1.0 \times 10^{-8}$ |

(أ) أي الحموض أقوى.

(ب) رتب الحموض حسب زيادة pH . «من الأقوى الى الأضعف»

(ج) اكتب صيغة الحمض الذي له أقوى قاعدة مرافقة .

(د) اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأقوى .

(هـ) أي الحموض له أعلى pH .

(و) أي الحموض قاعدته المرافقة لها أعلى pH

(ز) أي الحموض $[OH^-]$ منه أعلى HC أم HA.

(ح) أي الحموض قاعدته المرافقة لها أقل $[OH^-]$

(ط) أي المحاليل له أعلى $[H_3O^+]$ ( $A^-$ أم $D^-$ ) .

(ي) أي المحاليل تأينه أكبر في الماء .

(ك) أكمل المعادلة الآتية وحدد الأزواج المترافقة وحدد الجهة التي يرجحها الإتزان .

$HB + E^- \rightleftharpoons$ ------ + ------

تتبع

(ل) احسب pH لمحلول HE

$HE + H_2O \rightleftharpoons E^- + H_3O^+$

$[H_3O^+] = \sqrt{[HE]\,Ka} = \sqrt{1 \times 10^{-1} \times 4 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5}$ مول/لتر

$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 2 \times 10^{-5} = 5 - \log 2$

$pH = 5 - 0.3$

$pH = 4.7$

(م) احسب pH لمحلول $[H_2SO_4] = 0.2$ مول/لتر

$H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2H^+ + SO_4^{2-}$

$[H_3O^+] = [H_2SO_4] \times 2$

$[H_3O^+] = 2 \times 2 \times 10^{-1} = 4 \times 10^{-1}$ مول/لتر

$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 4 \times 10^{-1} = 1 - \log 4 = 1 - 0.6 = 0.4$

(ن) احسب Ka لمحلول $[HQ] = 0.2$ مول/لتر و pH للمحلول = 3.6 ؟

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.6}$

$= 10^{0.4} \times 10^{-4} = 2.5 \times 10^{-4}$

علماً بأن $10^{0.4} = 2.5$

$HQ + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Q^-$

$Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{[HQ]}$

$= \frac{(2.5 \times 10^{-4})^2}{2 \times 10^{-1}} = \frac{6.25 \times 10^{-8}}{2 \times 10^{-1}}$

$Ka = 3.125 \times 10^{-6}$

24

س) في الجدول المجاور الذي يبين محاليل بعض المواد ذات التركيز (٠,٠٣ مول/لتر) وقيم Kb لها أجب عما يلي :

| المادة | Kb |
|---|---|
| $NH_3$ | $1,3 \times 10^{-3}$ |
| $N_2H_4$ | $5 \times 10^{-6}$ |
| $C_5H_5N$ | $4,9 \times 10^{-9}$ |
| $RNH_2$ | $8,1 \times 10^{-7}$ |

(أ) اكتب صيغة القاعدة الأضعف .

(ب) اكتب صيغة القاعدة التي لها أقوى حمض مرافق .

(ج) اكتب صيغة الحمض المرافق الأقوى .

(د) أي المحاليل له أعلى pH .

(هـ) أي الحموض المرافقة لها أعلى $[H_3O^+]$

(و) أي المركبات أكثر تأيناً في الماء ($NH_3$ أم $C_5H_5N$)

(ز) أي المواد $[OH^-]$ فيه أقل ($N_2H_4$ أم $C_5H_5N$)

(ح) المحلول الذي $[OH^-]$ فيه يساوي = $5 \times 10^{-3}$ مول/لتر

(ط) المحلول الذي $[H_3O^+]$ فيه يساوي = $(1 \times 10^{-11}$ مول/لتر) .

يتبع

⑤ احسب PH لمحلول $C_5H_5N$ ⇐

ك) أكمل المعادلة الآتية وحدد الأزواج المترافقة ماكجهة التي يرجحها الإتزان :-

① $C_5H_5NH^+ + RNH_2 \rightleftharpoons$

② $NH_3 + N_2H_5^+ \rightleftharpoons$

س) اكتب معادلة تأين $H_2PO_4^-$ كحمض في الماء وكقاعدة في الماء :-

حمض $H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + H_3O^+$

قاعدة $H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_3PO_4 + OH^-$

26

س) احسب كتلة $NH_3$ اللازم إضافتها لمحلول حجمه ٢ لتر لتصبح pH للمحلول (٩,٤) علماً بأن ($K_b$ لـ $NH_3$ = ٢ × ١٠$^{-٤}$ ، ك.م $_{NH_3}$ = ١٧ غم/مول)

**اذا طلب في أي سؤال كتلة أو عدد مولات مادة يجب حساب التركيز أولاً من الحمض أو القاعدة وآخر شي نحسب الكتلة أو عدد المولات على القانون :-**

* ك = ع × ك.م ، ع = ح × ت ← ك = ت × ح × ك.م

بالتر

**اذا أعطاك كتلة أو عدد مولات نحسب أولاً التركيز من القانون :-**

* ت = ع / ح = (ك / ك.م) / ح = ك / ح . ك.م

$$NH_3 + H_2O \Rightarrow NH_4^+ + OH^-$$

؟؟

* في أي سؤال اذا أعطيت pH هذا يعني انه أعطاك $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$.

pH = ٩,٤ ⇐

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-9,4} = 10^{-10} \times 10^{+0,6} = 0,4 \times 10^{-10}$ مول/لتر

$[OH^-] = \frac{10^{-14} \times 1}{0,4 \times 10^{-10}} = 2,5 \times 10^{-5}$ مول/لتر

$[OH^-]^2 = [NH_3] K_b \Leftarrow [NH_3] = \frac{[OH^-]^2}{K_b} = \frac{(2,5 \times 10^{-5})^2}{2 \times 10^{-4}}$

$[NH_3] = 3,125 \times 10^{-6}$ مول/لتر

ك $_{NH_3}$ = ت × ح × ك.م

ك $_{NH_3}$ = ٣,١٢٥ × ١٠$^{-٦}$ × ٢ × ١٧ = ١٠٦,٢٥ × ١٠$^{-٦}$ غم

الوحدة الثانية: الحموض والقواعد

الفصل الثاني:

الاتزان في محاليل الحموض والقواعد الضعيفة والمحاليل المنظمة

١. وضح المقصود بتميّه الملح؟

٢. أي الأملاح الآتية تتميه عند اذابتها في الماء وضح ذلك بالمعادلات؟

أ. $KCN$:

ب. $BaCl_2$:

ج. $CH_3NH_3NO_3$:

د. $NH_4ClO_4$:

٣. حدد تأثير كل من الأملاح الآتية عند اذابتها بالماء (حمضي، قاعدي، متعادل):-

أ. $CH_3COOK$ ب. $CH_3NH_3Cl$ ج. $NaF$

د. $Ba(NO_3)_2$ هـ. $KF$ و. $N_2H_5CL$

ز. $NaCN$ ح. $Mg(CH_3COO)_2$ ط. $(NH_4)_2SO_4$

- اذا كان الملح ناتج من تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية فان تأثير الملح سيكون متعادل.
- اذا كان ناتج من تفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة ← ملح حمضي
- اذا كان الملح ناتج من تفاعل قاعدة قوية مع حمض ضعيف ← ملح قاعدي.

٤. وضح المقصود بـ الايون المشترك ، المحلول المنظم .

٥. اذكر امثلة على محاليل منظمة ؟

٦. حدد الايون المشترك في كل من أزواج المحاليل والاملاح الاتية :-

١. $NaCN$ / $HCN$

٢. $CH_3NH_3Cl$ / $CH_3NH_2$

٣. $N_2H_5I$ / $N_2H_4$

٤. $CH_3COOK$ / $CH_3COOH$

٧. ما الفرق بين عملية الذوبان وعملية التأين ؟

• يرمز عادة للحمض الضعيف بـ (HA) والقاعدة الضعيفة بـ (B) .

• لاتنسى :

• الحموض والقواعد الضعيفة تتأين جزئياً في الماء ( $\rightleftharpoons$ )

• الاملاح بجميع انواعها تتأين كلياً في الماء ( $\longrightarrow$ )

٨. ما أثر إضافة ملح $CH_3COONa$ على التفاعل المتزن التالي :-

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

٩. وضح آلية عمل المحلول المنظم الحمضي الآتي ($CH_3COOH / CH_3COONa$) عند الحالات التالية :-

أ. عند إضافة قطرات من حمض HCl :

ب. عند إضافة قطرات من NaOH :

١٠. وضح آلية عمل المحلول المنظم القاعدي الآتي ($CH_3NH_2 / CH_3NH_3Br$) عند الحالات التالية :-

أ. عند إضافة قطرات من حمض HCl :

ب. عند إضافة قطرات من NaOH :

س) ما تأثير كل من الأملاح الآتية عند إذابتها في الماء والتي معادلة تميؤها :-

١) $KCN$ ← أصله $KOH$ قوية ، أصله $HCN$ ضعيف

تأثير قاعدي

$K^+ + H_2O \rightarrow X$

$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$

تأثير قاعدي

٢) $CH_3COONa$ ← أصله $CH_3COOH$ ، $NaOH$

تأثير قاعدي

$Na^+ + H_2O \rightarrow X$

$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

٣) $CH_3NH_3NO_3$ ← $CH_3NH_2$ ، $HNO_3$

تأثير حمضي

$CH_3NH_3^+ + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_2 + H_3O^+$

$NO_3^- + H_2O \rightarrow X$

٤) $KClO_4$ ← $KOH$ ، $HClO_4$

تأثير متعادل

$K^+ + H_2O \rightarrow X$

$ClO_4^- + H_2O \rightarrow X$

٥) $RCOOLi$ ← $RCOOH$ ، $LiOH$

$RCOO^- + H_2O \rightleftharpoons RCOOH + OH^-$

تأثير قاعدي

$Li^+ + H_2O \rightarrow X$

٦) $RNH_3Cl$ ← $RNH_2$ ، $HCl$

٧) $MgCl_2$

٨) $NaHCO_3$

* حسابات pH ، $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$ في الأيون المشترك :

1 محلول حمض ضعيف + ملحه (القاعدة المرافقة).
(HA) $(A^-)$

الأيون المشترك $A^-$

$$\frac{[HA]}{[A^-]} K_a = \frac{[\text{الحمض الضعيف}]}{[\text{الملح}]} K_a = [H_3O^+]$$
القاعدة المرافقة

$[OH^-]$ على $K_w$

pH على القانون

2 محلول قاعدة ضعيفة + ملحها (الحمض المرافق)
B $BH^+$

الأيون المشترك: $BH^+$

$$\frac{[B]}{[BH^+]} K_b = \frac{[\text{القاعدة الضعيفة}]}{[\text{الملح}]} K_b = [OH^-]$$
الحمض المرافق

$[H_3O^+]$ على $K_w$

pH على القانون.

س) محلول مكون من $[HNO_2]$ = ٤ و. مول/لتر وملح $[NaNO_2]$ = ٢ و. مول/لتر
و ($K_a$ للحمض = $٢ \times ١٠^{-٥}$).

(أ) حدد صيغة الأيون المشترك (بالمعادلات)
(ب) ما تأثير الملح $NaNO_2$
(ج) احسب pH للمحلول.

$$HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons NO_2^- + H_3O^+$$

$$NaNO_2 \xrightarrow{H_2O} Na^+ + NO_2^-$$

$NO_2^-$ ← تأثيره قاعدي الأيون المشترك

$$NO_2^- + H_2O \rightleftharpoons HNO_2 + OH^-$$

$$[H_3O^+] = Ka \times \frac{[HNO_2]}{[NaNO_2]} = ٢ \times ١٠^{-٥} \times \frac{٤ \times ١٠^{-١}}{٢ \times ١٠^{-١}} = ٤ \times ١٠^{-٥} \text{ مول/لتر}$$

$$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٤ \times ١٠^{-٥}} = ٢٥ و \times ١٠^{-١٠} \text{ مول/لتر} \leftarrow \text{أو: قاعدية}$$

$$PH = -\log [H_3O^+] = -\log ٤ \times ١٠^{-٥} = ٥ - \log ٤$$

$$PH = ٥ - ٠ و ٦٠٢ = ٤ و ٥$$

س) محلول HF مجهول التركيز و $Ka$ له = $٢ \times ١٠^{-٥}$ تم اضافة ملح ($KF$) بحيث أصبحا متساويان في التركيز. احسب pH للمحلول الناتج؟

س: محلول مكون من $[C_5H_5N] = [C_5H_5NH^+] =$ ٠٫٥ مول/لتر

و $K_b$ للقاعدة = ٥ × ١٠$^{-٤}$ جد ما يلي ؟

(أ) صيغة الأيون المشترك (ب) ما تأثير الملح $C_5H_5NHBr$

(ب) احسب pH للمحلول

(أ)

$$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$$

$$C_5H_5NHBr \xrightarrow{H_2O} C_5H_5NH^+ + Br^-$$

$C_5H_5NH^+$ الأيون المشترك

(ب)

$$C_5H_5NH^+ + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5N + H_3O^+$$

تأثير حمضي

(ج)

$$[OH^-] = K_b \times \frac{[C_5H_5N]}{[C_5H_5NH^+]} = ٥ \times ١٠^{-٤} \times \frac{٥ \times ١٠^{-١}}{٥ \times ١٠^{-١}}$$

$= ٥ \times ١٠^{-٤}$ مول/لتر

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٥ \times ١٠^{-٤}} = ٢ \times ١٠^{-١١}$$ مول/لتر

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log ٢ \times ١٠^{-١١} = ١١ - ٠٫٣ = ١٠٫٧$$

س) احسب pH لمحلول مكون من $RNH_2$ و $RNH_3Cl$ بحيث كانت النسبة $\frac{[RNH_3^+]}{[RNH_2]} = \frac{١}{٢}$ و كانت قيمة ($K_b = ١ \times ١٠^{-٤}$ لـ $RNH_2$).

* المحلول المنظم : هي محاليل تتميز بمقدرتها على مقاومة التغير في الرقم الهيدروجيني pH عند إضافة قطرات من حمض قوي أو قاعدة قوية .

* المحلول المنظم تتكون من : حمض ضعيف + ملحه (قاعدته المرافقة) .
(HA) (A⁻)

أو قاعدة ضعيفة + ملحها (الحمض المرافق)
(B) (BH+)

* أمثلة على المحاليل منظمة :

① الدم ، المحاليل الفسيولوجية (جلوكوز ، الأملاح)

② بعض الصناعات مثل : (الدهانات ودباغة الجلود والشامبو) .

س) أي من الآتي يصلح كمحلول منظم وحدد الأيون المشترك :-

ⓐ $NaCl$ / $HCl$

ⓑ $NaCN$ / $HCN$

ⓒ $NH_4Cl$ / $NH_3$

ⓓ $N_2H_4$ / $N_2H_5^+$

ⓔ $HClO_4$ / $KClO_4$

ⓕ $HClO$ / $KClO$

ⓖ $H_2CO_3$ / $NaHCO_3$

ⓗ $H_2S$ / $HS^-$

ⓘ $H_2SO_4$ / $SO_4^{2-}$

ⓙ $H_2CO_3$ / $NaHSO_3$

ⓚ $RCOO^-$ / $RCOOH$

* آلية عمل المحلول المنظم :

I المحلول المنظم الحمضي (حمض ضعيف + ملحه أو قاعدته) .
$A^-$ HA

(أ) ما آلية عمله عند إضافة قطرات من حمض قوي HCl مثلاً .

سوف يتفاعل الحمض القوي HCl مع القاعدة الضعيفة ($A^-$) لإنتاج الحمض الضعيف (HA) . فيقل تركيز القاعدة ويزيد تركيز الحمض ويكون التغير في قيمة pH ، $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$ طفيفاً (قليلاً) .

(ب) ما آلية عمله عند اضافة قطرات من قاعدة قوية NaOH

سوف تتفاعل القاعدة القوية NaOH مع الحمض الضعيف (HA) لإنتاج القاعدة الضعيفة ($A^-$) فيقل تركيز الحمض ويزداد تركيز القاعدة ويكون التغير في قيمة pH ، $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$ طفيفاً .

II المحلول المنظم القاعدي (قاعدة ضعيفة + حمضها المرافق أو ملحها $BH^+$):
B

(أ) ما آلية عمله عند إضافة قطرات من حمض قوي $HClO_4$ .

سوف يتفاعل الحمض القوي $HClO_4$ مع القاعدة الضعيفة (B) لإنتاج الحمض الضعيف ($BH^+$) فيقل تركيز القاعدة ويزداد تركيز الحمض ويكون التغير في pH و $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$ طفيفاً .

(ب) ما آلية عمله عند اضافة قطرات من قاعدة قوية KOH .
سوف يتفاعل القاعدة القوية KOH مع الحمض الضعيف ($BH^+$) لإنتاج القاعدة الضعيفة (B) فيقل تركيز الحمض الضعيف ويزداد تركيز القاعدة الضعيفة و يكون التغير في pH ، $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$ طفيفاً .

* حسابات المحلول المنظم :

(أ) محلول منظم حمضي : $[A^-/HA]$ .

$$Ka = [H_3O^+]_{\text{بعد}} \quad \frac{[HA]_{\text{بعد}}}{[A^-]_{\text{بعد}}}$$

$$[OH^-]_{\text{بعد}} = \frac{Kw}{[H_3O^+]_{\text{بعد}}}$$

$$PH_{\text{بعد}} = -\log [H_3O^+]_{\text{بعد}}$$

عند اضافة حمض قوي $[HCl]$ مثلاً

$$[HA]_{\text{بعد}} = [HA]_{\text{قبل}} + [HCl]_{\text{أو}}$$

$$[A^-]_{\text{بعد}} = [A^-]_{\text{قبل}} - [HCl]$$

في التصحيح الوزاري هاتان الخطوتان لهما علامتان
صنفصلتان عن باقي العلامات فقط لتحديد (−) او (+)

(ب) محلول منظم قاعدي $(B / BH^+)$

$$K_b = [OH^-]_{\text{بعد}} \quad \frac{[B]_{\text{بعد}}}{[BH^+]_{\text{بعد}}}$$

$[H_3O^+]_{\text{بعد}}$ على Kw

$PH_{\text{بعد}}$ على القانون

عند إضافة حمض قوي $[HCl]$ مثلاً

$$[B]_{\text{بعد}} = [B]_{\text{قبل}} - [HCl]$$

$$[BH^+]_{\text{بعد}} = [BH^+]_{\text{قبل}} + [HCl] .$$

* عند إضافة حمض قوي تقل PH

* عند إضافة قاعدة قوية تزداد PH

* يمكن اضافة قاعدة قوية مثل (NaOH أو KOH .. الخ) بدلاً من الحمض القوي فنعكس اشارات (−) و (+) .

س) محلول منظم مكون من $[HCOOH]$ ٠٫٤ مول/لتر و $[HCOOK]$ = ٠٫٢ مول/لتر

و $K_a$ ، $HCOOH$ = $٤ \times ١٠^{-٥}$ حيث ما يلي :

(أ) حدد صيغة الأيون المشترك

(ب) ما طبيعة تأثير الملح

(ج) احسب pH للمحلول

(د) احسب pH للمحلول عند (بعد) إضافة ٠٫٢ مول من $HCl$ الى لترين من المحلول

(هـ) احسب التغير في pH

(أ) $HCOO^-$ (ب) قاعدي

(ج) $[H_3O^+] = K_a \frac{[HCOOH]}{[HCOOK]}$

$= ٤ \times ١٠^{-٥} \times \frac{٠٫٤}{٠٫٢} = ٨ \times ١٠^{-٥}$

pH قبل $= -$لو $[H_3O^+] = -$لو $٨ \times ١٠^{-٥} = ٥ -$ لو $٨ =$ ١ و ٤ (٠٫٩)

(د) pH بعد $= -$لو $[H_3O^+]$ بعد

$K_a = [H_3O^+]$ بعد $\frac{[HCOOH]}{[HCOOK]}$ بعد

تم إضافة $[HCl]$ (حمض) = ١ و ٠

$[HCOOH]$ بعد $= [HCOOH]$ قبل $+ [HCl] = ٠٫٤ + ١ و ٠ = ٠٫٥$

$[HCOOK]$ بعد $= [HCOOK] - [HCl] = ٠٫٢ - ١ و ٠ =$ ١ و ٠

$[H_3O^+]$ بعد $= ٤ \times ١٠^{-٥} \times \frac{٠٫٥}{١ و ٠} = ٢٠ \times ١٠^{-٥} = ٢ \times ١٠^{-٤}$ مول/لتر

(هـ) $\Delta$ pH = pH بعد $-$ pH قبل $= ٣٫٧ - ٤٫١ =$ ٤ و ٠ سالب تعني ان pH قلت

$[HCl] = \frac{\text{عدد}}{\text{ح}} = \frac{\text{ع}}{٢} = \frac{٠٫٢}{٢} =$ ١ و ٠ مول/لتر

علينا علاقة في التصحيح الوزاري عادة "

س) محلول مكون من $[N_2H_4]$ = ٠٫٤ مول/لتر و $[N_2H_5Br]$ = ٠٫٢ مول/لتر

و $K_b$ $N_2H_4$ = $٢٫٥ \times ١٠^{-٥}$ جد ما يلي :

(أ) حدد صيغة الأيون المشترك (ب) ما طبيعة تأثير الملح.

(ج) احسب pH (د) احسب pH عند إضافة ٨ غم NaoH إلى ٢ لتر من المحلول علماً بأن كتلة ٠٫١ مول NaoH = ٤٠ غم / مول.

(أ) $N_2H_5^+$

(ب) حمضي

(ج) $[OH^-] = K_b \frac{[N_2H_4]}{[N_2H_5Br]}$

$= ٢٫٥ \times ١٠^{-٥} \times \frac{٠٫٤}{٠٫١} = ١٠ \times ٥^{-٥}$ مول/لتر

$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١٠ \times ٥^{-٥}} = ٢ \times ١٠^{-١٠}$ مول/لتر.

$PH = -\log[H_3O^+] = -\log ٢ \times ١٠^{-١٠} = ١٠ - \log ٢ = ٩٫٧$

(د) $[N_2H_4]_{\text{بعد}} = [N_2H_4]_{\text{قبل}} + [NaOH] = ٠٫٤ + ٠٫١ = ٠٫٥$ مول/لتر.

$[N_2H_5Br]_{\text{بعد}} = [N_2H_5Br]_{\text{قبل}} - [NaOH] = ٠٫٢ - ٠٫١ = ٠٫١$ مول/لتر.

$[OH]_{\text{بعد}} = K_b \frac{[N_2H_4]_{\text{بعد}}}{[N_2H_5Br]_{\text{بعد}}} = ٢٫٥ \times ١٠^{-٥} \times \frac{٠٫٥}{٠٫١} = ١٢٫٥ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر

$[H_3O^+]_{\text{بعد}} = \frac{K_w}{[OH^-]_{\text{بعد}}} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١٢٫٥ \times ١٠^{-٥}} = ٨ \times ١٠^{-١١}$ مول/لتر

$PH_{\text{بعد}} = -\log[H_3O^+] = -\log ٨ \times ١٠^{-١١} = ١١ - \log ٨ = ١١ - ٠٫٩$

$= ١٠٫١$

س) محلول مكون من $[RNH_2]$ = ٠.٤ مول/لتر و $[RNH_3Cl]$ = ٠.٨ مول/لتر

اذا كانت pH للمحلول = ٩ أجب عما يلي :

(أ) ما صيغة الأيون المشترك (بالمعادلة) $RNH_3^+$

(ب) حدد طبيعة تأثير الملح بالمعادلة . حمضي

(ج) احسب $K_b$ لـ $RNH_2$

(د) احسب كتلة NaOH اللازم إضافتها للمحلول لتصبح pH = ٩,٣ علماً بأن (حجم المحلول ٥٠٠ مل ، ك.م NaOH = ٤٠ غم/مول) .

(ج) $K_b = [OH^-] \Leftarrow \frac{[RNH_2]}{[RNH_3^+]}$ $[OH^-] = K_b \frac{[RNH_3^+]}{[RNH_2]}$

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-9}$ مول/لتر $\Leftarrow [OH^-] = 10^{-5}$ مول/لتر

$K_b = 10^{-5} \times \frac{٠.٨}{٠.٤} = 2 \times 10^{-5}$

(د) كتلة $\Leftarrow$ أو عدد مولات يجب حساب التركيز أولاً .

$[NaOH] = \frac{\text{س}}{\text{س}}$ إضافة NaOH للمحلول

$[RNH_2]_{\text{بعد}} = ٠.٤$ قبل + س $\quad$ PH بعد = ٩,٣

$[RNH_3^+]_{\text{بعد}} = ٠.٨$ قبل س $\quad [H_3O^+]_{\text{بعد}} = 10^{-9,3} = 10^{-10} \times 10^{+0,7} = 10^{-10} \times 5$

$[OH^-]_{\text{بعد}} = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-10} \times 5} = 2 \times 10^{-5}$ مول/لتر

$[OH^-]_{\text{بعد}} = K_b \Leftarrow \frac{[٠.٤ + \text{س}]}{[٠.٨ - \text{س}]} = 2 \times 10^{-5} \times \frac{(٠.٤ + \text{س})}{(٠.٨ - \text{س})}$

$\frac{٠.٤ + \text{س}}{٠.٨ - \text{س}} = 1 \Leftarrow ٠.٤ + \text{س} = ٠.٨ - \text{س} \Leftarrow$ س = ٠.٢ مول/لتر تركيز NaOH

ك NaOH = ت × ح × ك.م

٠.٥ × ٠.٢ × ٤٠ = ٤ غم

$\Leftarrow$ في أي سؤال اذا أعطيت pH $\Leftarrow$ أعطاك $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$

# تأثير الأملاح

## ملح ذو تأثير حمضي

يقلل pH

حمض قوي + قاعدة ضعيفة ← ملح حمضي + ماء

$HCl + NH_3 \rightleftharpoons NH_4Cl + H_2O$

حمض قوي + قاعدة ضعيفة ⇌ ملح حمضي + ماء

## ملح ذو تأثير متعادل

لا يؤثر على pH

حمض قوي + قاعدة قوية ← ملح متعادل + ماء

$HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$

حمض قوي + قاعدة قوية → ملح متعادل + ماء

## ملح ذو تأثير قاعدي

يزيد pH

حمض ضعيف + قاعدة قوية ← ملح قاعدي + ماء

$KOH + HCN \rightleftharpoons KCN + H_2O$

حمض ضعيف + قاعدة قوية ⇌ ملح قاعدي + ماء

* تميّه الملح : هو قدرة أيونات الملح على التفاعل مع جزيئات الماء لانتاج أيونات $H_3O^+$ و $OH^-$ «يغير من pH»

* الملح مكون من جزيئين $AB$ ← الحمض ← السالبة

$RCOO^-$ ← الأيون السالب ← الحمض ← قاعدة

الحمض أقوى من الحمض القاعدة .

* الطرف القادم من حمض أو قاعدة قوية لا يتميّه .

* أما الطرف القادم من حمض أو قاعدة ضعيفة يتميّه .

* الملح الحمضي $NH_4Cl$

تميّه الملح

$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

$Cl^- + H_2O \rightarrow$ لا تميّه

حمض قوي

تأثير الملح حمضي .

* أمثلة

$N_2H_5Br$

$CH_3NH_3NO_3$

$C_5H_5NHClO_4$

* الملح المتعادل لا يتميّه

$KCl$

$K^+ + H_2O \rightarrow$ ✗ قاعدة قوية

$Cl^- + H_2O \rightarrow$ ✗ حمض قوي

$BaCl_2$

$NaCl$

$KBr$

$NaI$

$NaNO_3$

$LiNO_3$

أمثلة

* الملح القاعدي $KCN$

$K^+ + H_2O \rightarrow$ ✗

$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$

تأثير قاعدي للملح .

أمثلة

$KNO_2$

$NaNO_2$

$LiCN$

$RCOOK$

$HCOONa$