الوحدة الأولى

المنهاج الجديد

2018

الحموض والقواعد

إياد السميرات

٠٧٩٧٠٣٨٨٧٠

النجاح يحققه فقط الذين يواصلون المحاولة بنظرة ايجابية للاشياء

الفصل الأول

تعريفات الحموض والقواعد

صفات الحموض:

- ✓ ذات طعم حمضي .
- ✓ كاوية حارقة للجلد .
- ✓ محاليلها موصلة للتيار الكهربائي .
- ✓ تؤثر على ورقة عباد الشمس الزرقاء .

صفات القواعد:

- ✓ ذات طعم مرّ لاذع .
- ✓ كاوية حارقة للجلد .
- ✓ محاليلها موصلة للتيار الكهربائي .
- ✓ تؤثر على ورقة عباد الشمس الحمراء

أهم تعريفات الحموض والقواعد :

١) مفهوم أرهينيوس .

٢) مفهوم برونستد – لوري .

٣) مفهوم لويس .

مفهوم أرهينيوس للحموض والقواعد

الحمض : هو المادة التي تزيد من تركيز أيون الهيدروجين (H^+) عند إذابتها في الماء .

– بشكل عام : $HA(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + A^-(aq)$

- أمثلة :

$HCl(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + Cl^-(aq)$

$HBr(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + Br^-(aq)$

$HNO_3(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + NO_3^-(aq)$

$HClO_4(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + ClO_4^-(aq)$

القواعد : هو المادة التي تزيد من تركيز أيون الهيدروكسيد (OH^-) عند إذابتها في الماء .

–بشكل عام: $MOH((aq) \xrightarrow{H_2O} M^+(aq) + OH^-(aq)$

- أمثلة :

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

$LiOH(aq) \xrightarrow{H_2O} Li^+(aq) + OH^-(aq)$

$KOH(aq) \xrightarrow{H_2O} K^+(aq) + OH^-(aq)$

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

لاحظ : ↓

- ✓ الحمض يعمل على زيادة تركيز H^+ عند إذابته في الماء
- ✓ القاعدة تعمل على زيادة تركيز OH^- عند إذابتها في الماء .

⊕ أهمية مفهوم أرهينيوس :

❶ استطاع التميز بين الحموض القوية والحموض الضعيفة :

- الحموض القوية : وهي الحموض التي تتأين (تتفكك) كلياً عند إذابتها في الماء .

– يعبر عن معادلة تأين الحمض القوي بسهم ⟶

– أمثلة على الحموض القوية :

HNO_3 , H_2SO_4 , HBr , HCl , $HClO_4$

- الحموض الضعيفة : وهي الحموض التي تتأين جزيئياً عند إذابتها في الماء .

يعبر عن معادلة تأين الحمض الضعيف بسهمين ⇄

– أمثلة على الحموض الضعيفة :

HCN , HF . HCOOH, H_2CO_3

❷ استطاع التميز بين القواعد القوية والقواعد الضعيفة :

- القواعد القوية : وهي القواعد التي تتأين (تتفكك) كلياً عند إذابتها في الماء .

– يعبر عن معادلة تأين القاعدة القوية بسهم ⟶

– أمثلة على القواعد القوية : $Ba(OH)_2$, KOH , NaOH , LiOH

⊕ أوجه القصور مفهوم أرهينيوس :

❶ اقتصرت مفاهيمه للحموض والقواعد على المحاليل المائية فقط .

❷ لم يفسر السلوك القاعدي للأمونيا (NH_3) .

❸ لم يفسر سلوك الأملاح الحمضي أو القاعدي .

أيون الهيدرونيوم H_3O^+

– لا يوجد أيون الهيدروجين (H^+) منفرداً ؟

السبب : لإن أيون الهيدروجين صغير جداً ، ذو كثافة كهربائية موجبة عالية جداً ، لذا يرتبط أيون الهيدروجين مع الماء برابطة تناسقية مكوناً أيون الهيدرونيوم .

$$H_2O + H^+ \rightleftharpoons H_3O^+$$

مفهوم برونستد – لوري

- **الحمض** : هو المادة القادرة على منح أيون البروتون (H^+) لمادة أخرى .

الحمض ⟵ مانح البروتون

- **القاعدة** : هي المادة القادرة على استقبال أيون البروتون (H^+) من مادة أخرى .

الحمض ⟵ مستقبل البروتون

نقاط هامة :
1. تشمل مع تفاعلات برونستد – لوري على أحماض وقواعد .
2. يتم نقل بروتون واحد فقط من الحمض إلى القاعدة .

■ **مثال :** $HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$

(HCl: مانح → حمض ؛ H_2O: مستقبل → قاعدة)

■ **مثال :** $H_2O + NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

(H_2O: مستقبل → قاعدة ؛ NH_3: مانح → حمض)

■ **مثال :** $HCN + F^- \rightleftharpoons HF + CN^-$

(HCN: مانح → حمض ؛ F^-: مستقبل → قاعدة)

لاحظ : انتقال البروتون من الحمض إلى القاعدة :

سؤال : ادرس المعادلات الآتية ، ثم حدد الحمض والقاعدة وفق مفهوم برونستد – لوري :

① $HSO_4^- + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + SO_4^{2-}$

② $CO_3^{2-} + HCOOH \rightleftharpoons HCO_3^- + HCOO^-$

③ $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

④ $H_2PO_4^- + H_2O \longrightarrow HPO_4^{2-} + H_3O^+$

⑤ $N_2H_4 + HS^- \rightleftharpoons N_2H_5^+ + S^{2-}$

⑥ $HNO_2 + HS^- \rightleftharpoons NO_2^- + H_2S$

– بعد الإجابة عن السؤال السابق ،لاحظ النقاط التالية :

نقاط هامة :
1. تمثل الأيونات الموجبة : احماض
مثل : NH_4^+ , $N_2H_5^+$
2. تمثل الأيونات السالبة التي لا تحتوى على H قابلة للتأين : قواعد
مثل : CO_2^{2-}, NO_3^- , SO_4^{2-}
3. تسلك بعض المواد سلوك الحمض في تفاعلات وسلوك القاعدة في تفاعلات أخرى (مواد إمفوتيرية) مثل
١) الماء .
٢) الأيونات السالبة التي تحتوى على H قابلة للتأين كـ : HS^- , HCO_3- , HSO_4^- , $H_2PO_4^-$

مثال : حدد سلوك الماء في المعادلات التالية كمحض أو قاعدة :

١) $H_2O + HBr \rightleftharpoons H_3O^+ + Br^-$

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

الحل :

– نلاحظ في المعادلة (١) أن الماء يستقبل البروتون ، لذا فإنه يسلك سلوك القاعدة .

– نلاحظ في المعادلة (٢) أن الماء يمنح البروتون ، لذا فإنه يسلك سلوك الحمض .

سؤال : كيف تفسر السلوك القاعدي لـ $NaOH$ وفق مفهوم برونستد – لوري ؟

الحل :↓

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

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

سؤال : كيف تفسر السلوك القاعدي لـ NH_3 وفق مفهوم برونستد – لوري ؟

الحل :↓

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

لأن لـ NH_3 القدرة على استقبال أيون H^+ من الماء .

سؤال : كيف تفسر السلوك الحمضي لـ $HCOOH$ وفق مفهوم برونستد – لوري ؟

الحل :↓

الأزواج المترافقة

– لكل حمض قاعدة مرافقة .

– لكل قاعدة حمض مرافق .

✓ الحمض المرافق : هو المادة الناتجة من قاعدة برونستد بعد إضافة أيون H^+ إليها .

✓ القاعدة المرافقة : هو المادة الناتجة من حمض برونستد بعد رفع أيون H^+ منها .

الحمض المرافق = صيغة القاعدة + H^+

أمثلة ←

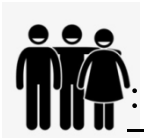
القاعدة	الحمض المرافق
NH_3	NH_4^+
CH_3NH_2	$CH_3NH_3^+$
N_2H_4	$N_2H_5^+$
ClO_4^-	$HClO_4$
NO_3^-	HNO_3
SO_4^{2-}	HSO_4^-
HCO_3^-	H_2CO_3
OH^-	H_2O

القاعدة المرافقة = صيغة الحمض – H^+

أمثلة ←

الحمض	القاعدة المرافقة
$HClO_4$	ClO_4^-
HNO_3	NO_3^-
NH_4^+	NH_3
$N_2H_5^+$	N_2H_4
HSO_4^-	SO_4^{2-}
H_3O^+	H_2O
HF	F^-
$H_2PO_4^-$	HPO_4^{2-}

⊕ يطلق على الحمض وقاعدته المرافقة ، والقاعدة وحمضها المرافق : الأزواج المترافقة .



تحديد الازواج المترافقة :

■ مثال : حدد الأزواج المترافقة في المعادلات الآتية :

❶ $HCOOH + CN^- \rightleftharpoons HCOO^- + HCN$

الحل : عن طريق وضع اقواس على الأزواج المترافقة :

$$\underset{\text{حمض}}{HCOOH} + \underset{\text{قاعدة}}{CN^-} \rightleftharpoons \underset{\text{قاعدة مرافقة}}{HCOO^-} + \underset{\text{حمض مرافق}}{HCN}$$

طريقة أخرى للحل :

$HCOO^- / HCOOH$

HCN / CN^-

❷ $HF + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3 + F^-$

الحل :

$HF + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3 + F^-$

الحمض القاعدة حمض قاعدة مرافقة

❸ $C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons OH^- + C_6H_5NH_3^+$

الحل :

$C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons OH^- + C_6H_5NH_3^+$

ق ح ق.م ح.م

سؤال :ادرس المعادلات الآتية ، ثم حدد الأزواج المترافقة؟

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

❷ $HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_3O^+$

❸ $H_2S + CN^- \rightleftharpoons HS^- + HCN$

❹ $H_2CO_3 + NH_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + NH_4^+$

❺ $CH_3NH_3^+ + NH_3 \rightleftharpoons CH_3NH_2 + NH_4^+$

❖ **انتبه للإشارات عند كتابة الأزواج المترافقة**

عدم وضع الأشارة : تخسر العلامة .

ملاحظات هامة

نقاط هامة :

- ✓ تقاس قوة الحمض بالقدرة على منح أيون البروتون .
- – الحمض الأقوى ميله لمنح أيون البروتون أكبر
- ✓ تقاس قوة القاعدة بالقدرة على استقبال أيون البروتون .
- – القاعدة الأقوى ميلها على استقبال أيون البروتون أكبر .
- ✓ الحمض الأقوى تكون قاعدته المرافقة هي الأضعف ، والحمض الأضعف تكون قاعدته المرافقة هي الأقوى .
- ✓ القاعدة الأقوى يكون حمضها المرافق هو الأضعف ، والقاعدة الأضعف يكون حمضها المرافق هو الأقوى.

- الحمض الأقوى يعطى القاعدة المرافقة الأضعف .
  الحمض الأضعف يعطى القاعدة المرافقة الأقوى .
- القاعدة الأقوى يعطى الحمض المرافق الأضعف .
  القاعدة الأضعف يعطى الحمض المرافق الأقوى .

مثال توضيح : الجدول التالي يحتوي على أحماض مرتبة حسب قوتها .

$HClO_4$
HCl
H_2SO_4
HNO_3
HF
$HCOOH$
H_2CO_3

اعتمد على الجدول في الإجابة عن الأسئلة الآتية :

١) اكتب صيغة الحمض الأقوى؟

٢) اكتب صيغة الحمض الآضعف ؟

٣) اكتب صيغة الحمض الذي قاعدته المرافقة هي الأقوى؟

٤) اكتب صيغة الحمض الذي قاعدة المرافقة هي الأضعف؟

٥) اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأقوى ؟

٦) اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأضعف ؟

٧) أي القواعد (NO_3^- أم F^-) هي الأقوى ؟

الإجابة :

١) $HClO_4$ ٢) H_2CO_3 ٣) H_2CO_3

٤) $HClO_4$ ٥) HCO_3^- ٦) ClO_4^-

٧) F^-

سؤال :بالاعتماد على الجدول المجاور الذي يحتوى على محاليل قواعد مرتبة حسب قوتها اجب عن الأسئلة الآتية

$C_2H_5NH_2$
CH_3NH_2
NH_3
N_2H_4
C_5H_5H
$C_6H_5NH_2$

١) اكتب صيغة القاعدة الأقوى؟

٢) اكتب صيغة القاعدة الأضعف؟

٣) اكتب صيغة الحمض المرافق الأضعف ؟

٤) اكتب صيغة الحمض المرافق الأقوى ؟

٥) أكمل المعادلات الآتية ، ثم حدد الأزواج الترافقة من الحمض والقاعدة .

❶ $NH_3 + N_2H_5^+ \rightleftharpoons$ .....+.....

❷ $C_6H_5NH_2 + C_5H_5NH^+ \rightleftharpoons$ .....+.....

٦) اكتب معادلة تأين CH_3NH_2 في الماء ؟ ثم حدد الأزواج الترافقة من الحمض والقاعدة .

الحل ↓

مفهوم لويس للحموض والقواعد

♦ **حمض لويس** : هو المادة القادرة على استقبال زوج إلكترونات أو أكثر .

حمض لويس ⟵ مستقبل الألكترونات

♦ **قاعدة لويس** : هو المادة القادرة على منح زوج إلكترونات أو أكثر .

قاعدة لويس ⟵ مانحة الألكترونات

⊕ أهمية مفهوم لويس للحموض والقواعد .

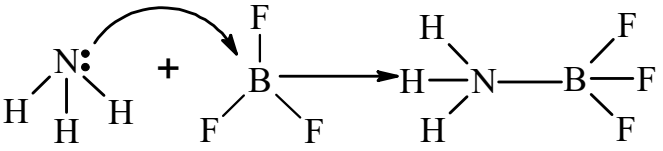
– تفسير الحموض والقواعد في التفاعلات التي تشمل انتقال البروتونات .

– يعتبر مفهوم لويس للحموض والقواعد أكثر شمولاً ، حيث اعتمدت على التركيب الإلكتروني للمركبات .

مثال توضيح :

$$NH_3 + BF_3 \longrightarrow H_3N{-}BF_3$$

– من خلال دراسة التركيب الإلكتروني للمركبات نلاحظ :



– الجزيء NH_3 يمتلك زوجاً من الإلكترونات غير المرتبطة ، وعليه فإنه يكون قادر على منح زوج من الإلكترونات :لذا يعد قاعدة لويس .

– الجزيء BF_3 يحتوى على فلك فارغ لذا يستقبل زوج من الإلكترونات : لذا يعد حمض لويس .

نقاط هامة جداً↓↓

تذكر أن : **حموض لويس تشمل :**

1. **مركبات عنصر البريليوم (Be)**
   مثل : BeH_2 ، $BeCl_2$
   $Be(OH)_2$,BeF_2
2. **مركبات عنصر البورون (B)**
   مثل : BCl_3 , $B(OH)_3$
   ,BF_3 , BH_3
3. **أيونات العناصر الإنتقالية الموجبة :**
   Ag^+ ، Cu^{2+} ، Zn^{2+} ، Co^{2+} ، Fe^{3+}

تذكر أن : **قواعد لويس تشمل :**

1. **مركبات الأكسجين :مثل**
   H_2O , OF_2, Cl_2O
2. **مركبات النتروجين : مثل**
   NF_3 , NCl_3 , NH_3
3. **مركبات الفسفور : مثل**
   PF_3 , PCl_3 , PH_3
4. **أيونات العناصر السالبة :**
   O^{2-} , Br^- , I^- ,S^{2-}

تحديد حمض وقاعدة لويس في الأيونات المعقدة :

الأيون	حمض لويس	قاعدة لويس
$[Cu(H_2O)_6]^{2+}$	Cu^{2+}	H_2O
$[Fe(CN)_6]^{3-}$	Fe^{3+}	CN^-
$Ag(NH_3)_2^+$	Ag^+	NH_3
BF_4^-	BF_3	F^-

سؤال :

حدد كل من حمض وقاعدة لويس في المعادلات التالية :

① $CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$

الجواب :

حمض لويس : CO_2

قاعدة لويس : H_2O

② $Fe^{3+} + 6CN^- \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{3-}$

الجواب :

حمض لويس : Fe^{3+}

قاعدة لويس : CN^-

③ $Ni^{2+} + 4NH_3 \longrightarrow [Ni(NH_3)_4]^{2+}$

الجواب :

حمض لويس : .....

قاعدة لويس : .....

④ $HF + CN^- \longrightarrow F^- + HCN$

الجواب :

حمض لويس : .....

قاعدة لويس : .....

سؤال :

الجدول التالي يحتوى على مفاهيم ارهينيوس و برنستد – لوري ولويس للحموض والقواعد ، أكمل الجدول بكتابة مفهوم الحمض والقاعدة لكل منها :

	الحمض	القاعدة
مفهوم أرهينيوس	.....	.....
برونستد – لوري	.....	.....
مفهوم لويس	.....	.....

سؤال :

فسّر مستعيناً بالمعادلات السلوك القاعدي للأمونيا NH_3 وفق مفهوم لويس .

الحل ↓:

.....

.....

مفاهيم الحموض والقواعد

❶ يتكون هذا السؤال من عدد من الفقرات ، لكل فقرة أربع بدائل ، واحدة منها صحيحة ، انقل الى دفتر اجابتك رقم الفقرة الصحيحة و رمز الإجابة الصحيحة :

① (١٩٩٧) :المادة التي تسلك سلوكاً حمضياً وفق مفهوم لويس

أ) Cl^- ج) $B(OH)_3$

ب) OH^- د) NH_3

② (١٩٩٩) : أي من الاتية يسلك كحمض في تفاعلات وكقاعدة في تفاعلات أخرى حسب مفهوم برونستد– لوري :

أ) CO_3^{2-} ج) H_2SO_3

ب) H_2S د) HCO_3^-

③ (٢٠٠٠) : المادة التي تعد من حموض لويس من المواد الاتية هي : (ع.ذلـ : H= ١ ،B=٥، O=٨ ، F= ٩)

أ) H_2O ج) OH^-

ب) BF_3 د) NH_3

④ (٢٠٠٠/الدورة التكميلية) : إحدى المواد الآتية تسلك كحمض لويس فقط :

أ) NH_3 ج) H_2O

ب) NH_4^+ د) HCO_3^-

⑤ (٢٠٠١) : إحدى الصيغ الآتية تسلك سلوك القاعدة فقط :

أ) $HCOO^-$ ج) H_2O

ب) NH_4^+ د) HCO_3^-

⑥ (٢٠٠٢) :إحدى المواد الآتية تعتبر قاعدة لويس : (ع.ذ لـ H= ١ ، Be=٤ ، B= ٥ ، N=٧، O=٨، F=٩)

أ) $B(OH)_3$ ج) BeF_2

ب) BF_3 د) NF_3

⑦ (٢٠٠٣/ش) : المادة التي تسلك سلوكاً قاعدياً وفق مفهوم لويس :

أ) Ag^+ ج) $B(OH)_3$

ب) H_2O د) $SnCl_4$

⑧ (٢٠٠٤/ش) : المادة التي تسلك سلوكاً حمضياً وفق مفهوم لويس هي :

أ) Cl^- ج) NH_3

ب) OH^- د) Ag^+

⑨ (٢٠٠٤/ص) : يعرف الحمض حسب مفهوم برونستد – لوري على أنه مادة قادرة على :

أ) منح زوج إلكترونات أو أكثر .

ب) استقبال زوج إلكترونات أو أكثر .

ج) استقبال البروتون .

د) منح البروتون .

⑩ (٢٠٠٤/ص) : آي من المواد الآتية يسلك كحمض ويسلك كقاعدة :

أ) NH_4^+ ج) $HCrO_4^-$

ب) $HCOO^-$ د) $CH_3NH_3^+$

⑪ (٢٠٠٥/ش) : أحد الآتية يعد قاعدة لويس :

أ) NH_3 ج) BF_3

ب) HCl د) Cd^{2+}

⑫ (٢٠٠٥/ص) : المادة التي تعتبر حمضاً حسب تعريف لويس فقط هي :

أ) HNO_3 ج) $HCOOH$

ب) H_2O د) Mn^{2+}

⑬ (٢٠٠٦/ش) : إحدى الصيغ الآتية تسلك كحمض وقاعدة حسب مفهوم برونستد و لوري :

أ) HCO_3^- ج) H_3O^+

ب) NH_4^+ د) CO_3^{2-}

⑭ (٢٠٠٦/ص) :الأيون الذي يعتبر قاعدة حسب مفهوم لويس

أ) I^- ج) Ag^+

ب) Cd^{2+} د) NH_4^+

⑮ (٢٠٠٨/ش) : أحد الآتية يعتبر من حموض لويس :

أ) $B(OH)_3$ ج) PH_3

ب) NF_3 د) CH_3NH_2

⑯ (٢٠٠٨/ص) : أي من الآتية يمكن أن يسلك كحمض وقاعدة

أ) $CH_3NH_3^+$ ج) HCO_3^-

ب) $HCOO^-$ د) SO_3^{2-}

⑰ (٢٠٠٩/ش) : المادة التي تعد من حموض لويس من بين المواد الآتية هي :

أ) H_2O ج) NH_3

ب) $B(OH)_3$ د) OH^-

⑱ (٢٠٠٩/ص) : إحدى الصيغ الآتية تسلك كحمض وكقاعدة وفق مفهوم برونستد – لوري :

أ) $HCOO^-$ ج) O^{2-}

ب) H_3O^+ د) HSO_4^-

(١٩) (٢٠١٠/ش) : المادة التي تزيد من تركيز H^+ عند إذابتها في الماء تسمى :

أ) حمض لويس ج) قاعدة لويس

ب) حمض أرهينوس د) قاعدة أرهينوس

(٢٠) (٢٠١٠/ص) : المادة التي تسلك كحمض وفق مفهوم لويس فقط هي :

أ) NH_4^+ ج) BF_3

ب) HCl د) HCOOH

(٢١) (٢٠١١/ش) : قاعدة لويس فيما يلي هي :

أ) $B(OH)_3$ ج) NH_4^+

ب) NCl_3 د) Fe^{3+}

(٢٢) (٢٠١١/ص) : المادة التي تعد حمضاً حسب مفهوم لويس فقط

أ) HCl ج) HCOOH

ب) CN^- د) Cu^{2+}

(٢٣) (٢٠١١/ص) : الحمض القوي من الآتية هو :

أ) H_2CO_3 ج) HCN

ب) H_2SO_4 د) HF

(٢٤) (٢٠١٢/ش) : قاعدة لويس فيما يلي هي :

أ) $B(OH)_3$ ج) NH_4^+

ب) NCl_3 د) Fe^{3+}

(٢٥) (٢٠١٢/ص) : أي من الآتية تمثّل قاعدة لويس ؟

أ) Cu^{2+} ج) NH_4^+

ب) CN^- د) HCl

(٢٦) (٢٠١٢/ص) : الحمض حسب مفهوم برونستد – لوري هو مادة قادرة على :

أ) استقبال البروتون .

ب) منح البروتون .

ج) استقبال زوج إلكترونات

د) منح زوج إلكترونات

(٢٧) (٢٠١٣/ش) الحمض وفق مفهوم برونستد – لوري هو مادة :

أ) مانحة للإلكترون .

ب) مانحة للبروتون .

ج) مستقبلة للإلكترون .

د) مستقبلة للبروتون .

(٢٨) (٢٠١٣/ش) أي من الآتية تعد قاعدة وفق مفهوم لويس ؟

أ) Zn^{2+} ج) NH_3

ب) HF د) Na^+

(٢٩) (٢٠١٣/ش) أي الآتية فشل مفهوم أرهينيوس في تفسير السلوك الحمضي أو القاعدي لمحلوله المائي .

أ) HF ج) NaOH

ب) NaF د) HCOOH

(٣٠) (٢٠١٨/ش) إحدى الآتية تُعد مادة أمفوتيرية :

أ) $HCOO^-$ ج) HCO_3^-

ب) SO_3^{2-} د) $CH_3NH_3^+$

(٣١) (٢٠١٨/ش) إحدى الآتية تسلك سلوكاً حمضياً وفق مفهوم لويس فقط :

أ) NH_4^+ ج) NF_3

ب) OH^- د) Ni^{2+}

الإجابة

١-	ج	٢-	د	٣-	ب		
٤-	ب	٥-	أ	٦-	د		
٧-	ب	٨-	د	٩-	د		
١٠-	ج	١١-	أ	١٢-	د		
١٣-	أ	١٤-	أ	١٥-	أ		
١٦-	ج	١٧-	ب	١٨-	د		
١٩-	ب	٢٠-	ج	٢١-	ب		
٢٢-	د	٢٣-	ب	٢٤-	ب		
٢٥-	ب	٢٦-	ب	٢٧-	ب		
٢٨-	ج	٢٩-	ب	٣٠-	ج		
٣١-	د						

إن اجتياز مرحلة التوجيهي يتطلب من الطالب الثقة بالنفس، والالتزام بدراسة ما جاء في المنهاج، من دون إغفال أي معلومة فيه .....

❷ ما صيغة القاعدة المرافقة لكل من الحموض التالية :

..... HNO_2

..... $HCOOH$

..... C_6H_5COOH

..... HSO_4^-

..... NH_4^+

❸ أكمل المعادلات الآتية وفق مفهوم برونستد – لوري ، ثم حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة في كل منها:

❶ $HCOOH + NO_2^- \rightleftharpoons$ ..... +.....

❷ $CH_3COO^- + HF \rightleftharpoons$ ..... + ...

❸ $HBrO_3 + H_2O \rightleftharpoons$ ..... + ...

❹ $H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons$ ..... + ...

❺ $OH^- + H_3O^+ \rightleftharpoons$ ..... + ...

❻ $OH^- + CH_3NH_4^+ \rightleftharpoons$ ..... + ...

❹ اعتماداً على الشكل التالي والذي يمثل محاليل حمضية متساوية التركيز ، مرتبة حسب قوتها .

زيادة قوة الحمض

HD HC HB HA

أجب عن الأسئلة الآتية :

١) اكتب صيغة الحمض الذي له أقوى قاعدة مرافقة؟

٢) اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأضعف ؟

٣) اكتب معادلة تفاعل الحمض HA مع الماء ، وفق مفهوم برونستد – لوري ؟

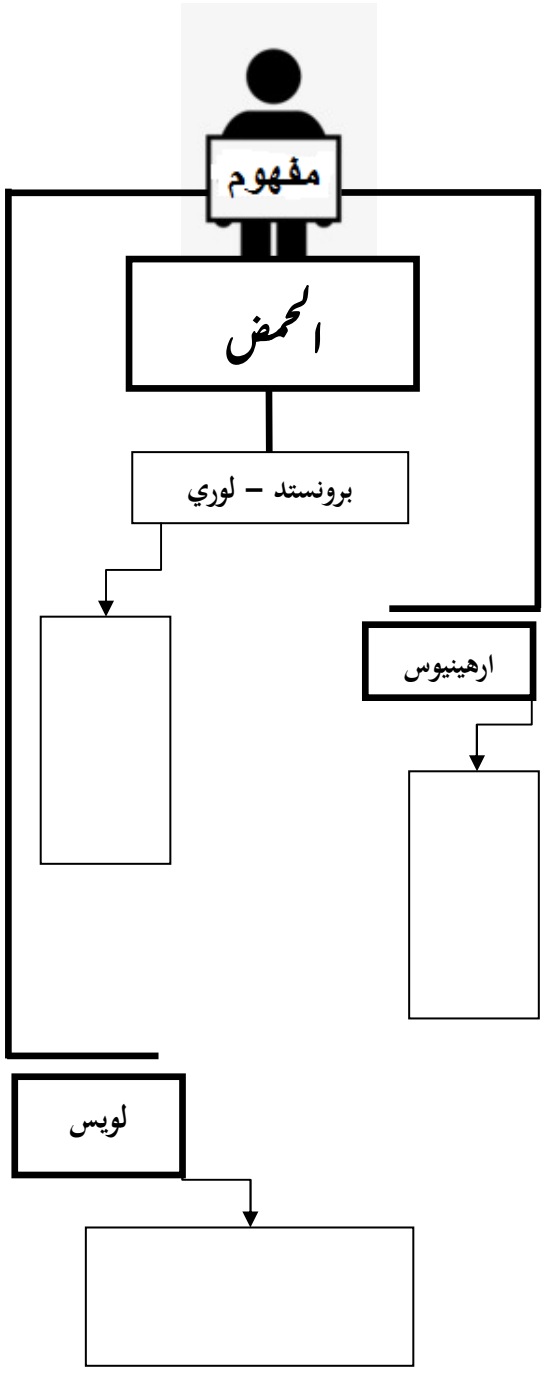
٤) أكمل المعادلة الآتية :

$HD + B^- \rightleftharpoons$ ..... + ...

– حدد الأزواج المترافقة ؟

٥) أي القواعد أقوى : A^- أم C^- ؟

❺ ادرس المخطط التالي ثم أكمل الفراغات الواردة فيه :



التأين الذاتي للماء

– يتأين الماء النقي بدرجة ضئيلة جداً وفق المعادلة الآتية :

$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

– يطلق على هذا التفاعل : التأين الذاتي للماء

- حيث تكون أيونات H_3O^+ و OH^- في حالة اتزان مع جزيئات الماء غير المتأينة .
- يعبر عن ثابت الاتزان للتفاعل على النحو الآتي .

$$\frac{[OH^-][H_3O^+]}{[H_2O]^2} = K_C$$

- ولأن الماء يتأين بدرجة ضئيلة جداً فإن تركيزه يعد ثابتاً .

$$[OH^-][H_3O^+] = [H_2O]^2 \times K_C$$
$$[OH^-][H_3O^+] = K_W$$

حيث : K_W ثابت تأين الماء .

$K_W = ١ \times ١٠^{-١٤}$ عند درجة حرارة ٢٥ سْ

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

∴ نلاحظ من معادلة التأين الذاتي للماء أن :

$$[OH^-] = [H_3O^+]$$

وعليه : $[OH^-]^2 = [H_3O^+]^2 = K_W$

∴

$$[OH^-] = [H_3O^+] = \sqrt{١ \times ١٠^{-١٤}}$$
$$= ١ \times ١٠^{-٧} \text{ مول/لتر}$$

⊗ ملاحظة :

تقسم المحاليل إلى ثلاثة أنواع :

١) المحاليل المتعادلة : $[OH^-] = [H_3O^+]$
$= ١ \times ١٠^{-٧}$ مول/لتر

٢) المحاليل الحمضية : $[OH^-] < [H_3O^+]$
$[H_3O^+] > ١ \times ١٠^{-٧}$ مول/لتر

٣) المحاليل القاعدية : $[OH^-] > [H_3O^+]$
$[H_3O^+] < ١ \times ١٠^{-٧}$ مول/لتر

تستعمل معادلة التأين الذاتي للماء في حساب $[H_3O^+]$ او $[OH^-]$ إذا كان احدهما معلوماً في المحاليل الحمضية والقاعدية .

أمثلة

مثال ١

إذا كان تركيز $[OH^-]$ في محلول ما يساوي ٢×١٠^{-٥} مول/لتر . اوجد $[H_3O^+]$ في المحلول ؟

الحل : ↓

$[OH^-] = ٢ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر

$$[OH^-][H_3O^+] = K_W$$

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

$$= \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢ \times ١٠^{-٥}}$$
$$= ٥ \times ١٠^{-١٠} \text{ مول/لتر}$$

مثال ٢

إذا كان تركيز أيونات H_3O^+ في أحد المحاليل تساوي ١×١٠^{-١١} مول/ لتر .

١) هل المحلول حمضي أم قاعدي أم متعادل .

٢) احسب تركيز أيونات OH^-

الحل : ↓

⊕ محاليل الحموض والقواعد القوية:

♦ الحموض القوية :

١) تتأين كلياً .

٢) القواعد المرافقة لها ضعيفة (لا تتميه) ، لا تتفاعل مع الماء .

٣) يكون تركيز أيون الهيدرونيوم مساوياً لتركيز الحمض أو احد مضاعفاته .

– تقسم الحموض القوية إلى ثلاثة أنواع :

① الحموض أحادية البروتون (HA)

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

حيث : $[A^-] = [HA] = [H_3O^+]$

أمثلة :

$HCl , HBr , HClO_4 , HNO_3$

مثلاً :

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

$[HCl] = [H_3O^+]$

② الحموض ثنائية البروتون (H_2A)

$$H_2A + H_2O \longrightarrow 2H_3O^+ + A^{2-}$$

– حيث : $[H_3O^+] = ٢\times [H_2A]$

أمثلة :

H_2SO_4

③ الحموض ثلاثية البروتون (H_3A)

$$H_3A + H_2O \longrightarrow 3H_3O^+ + A^{3-}$$

– حيث : $[H_3O^+] = ٣\times [H_3A]$

♦ القواعد القوية :

١) تتأين كلياً .

٢) الحموض المرافقة لها ضعيفة (لا تتميه) ، لا تتفاعل مع الماء .

٣) يكون تركيز أيون الهيدروكسيد مساوياً لتركيز القاعدة أو احد مضاعفاتها .

– تقسم القواعد القوية إلى عدة أنواع : منها :

① القواعد أحادية الهيدروكسيد (MOH)

$$MOH \xrightarrow{H_2O} M^+ + OH^-$$

$[MOH] = [OH^-] \leftrightarrow$

مثل : $NaOH , KOH , LiOH$

② القواعد ثنائية الهيدروكسيد ($M(OH)_2$)

$$M(OH)_2 \longrightarrow M^{2+} + 2OH^-$$

$[M(OH)_2] \times ٢ = [OH^-] \leftrightarrow$

مثال : $Ba(OH)_2$

⇐ علاقات هامة جداً :

❶ $ت = \frac{ع}{ح}$ ❷ $ع = \frac{ك}{ك.م}$

حيث ت : التركيز المولاري

ح : الحجم (لتر)

ع : عدد المولات

ك : الكتلة (الغرام)

ك .م : الكتلة المولية

أمثلة حسابية :

مثال ❶ : احسب تركيز أيون $[OH^-]$ في محلول الحمض H_2SO_4 تركيزه (٠,٠٢) مول/لتر .

الحل :

$$H_2SO_4 + H_2O \longrightarrow 2H_3O^+ + SO_4^{2-}$$

$$[H_2SO_4]\times ٢ = [H_3O^+]$$

$= ٠,٠٢ \times ٢ =$ ٠,٠٤ مول/ لتر

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

$$= \frac{١\times ١٠^{-١٤}}{٤\times ١٠^{-٢}} = ٠,٢٥ \times ١٠^{-١٢}$$

مثال ❷ احسب تركيز أيون $[OH^-]$ و أيون $[H_3O^+]$ لمحلول حمض HNO_3 تركيزه (٠,٠٠١) مول/لتر .

الحل :

$$HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + NO_3^-$$

$$[HNO_3] = [H_3O^+]$$

$$= ١ \times ١٠^{-٣} \text{ مول/لتر}$$

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

$$= \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-٣}}$$

$$= ١ \times ١٠^{-١١} \text{ مول/لتر}$$

مثال ❸ حضر محلول حجمه (٤٠٠) مل بإذابة (١,١٢) غرام من KOH في الماء ، احسب تركيز $[H_3O^+]$ ؟

الكتلة المولية لـ KOH = ٥٦ غ/مول .

الحل : $KOH \xrightarrow{H_2O} K^+ + OH^-$

$$\text{ع} = \frac{\text{ك}}{\text{ك.م}} = \frac{١,١٢}{٥٦} = ٠,٠٢ \text{ مول}$$

$$\text{ت} = \frac{\text{ع}}{\text{ح}} = \frac{٠,٠٢}{٠,٤٠} = ٠,٠٥ \text{ مول/لتر}$$

$$[OH^-] = [KOH] = ٠,٠٥ \text{ مول/لتر}$$

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

$$= \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٥ \times ١٠^{-٣}}$$

$$= ٢ \times ١٠^{-١٢} \text{ مول/لتر}$$

تمارين

① احسب قيمة تركيز أيون $[OH^-]$ و أيون $[H_3O^+]$ في كل من :

❶ محلول $Ba(OH)_2$ تركيزه (٠,٠٥) مول/لتر .

الإجابة :↓

$[OH^-]$ = ٠,١ مول/ لتر

$[H_3O^+]$ = ١×١٠^{-١٣} مول/ لتر

❷ محلول حجمه (٥٠٠) مل ، حضر بإذابة ٠,٠٢ مول من حمض HBr ؟

الإجابة :↓

$[H_3O^+]$ = ٠,٠٤ مول/ لتر

$[OH^-]$ = $٢,٥ \times ١٠^{-١٣}$ مول/ لتر

❸ محلول الحمض H_2SO_4 تركيزه (٥×١٠^{-٤}) مول/لتر

الإجابة :↓

$[H_3O^+]$ = ١×١٠^{-٣} مول/ لتر

$[OH^-]$ = ١×١٠^{-١١} مول/ لتر

② إذا كان تركيز أيون $[OH^-]$ في محلول الحمض H_2X يساوي ١×١٠^{-٨} مول/لتر ، احسب تركيز الحمض H_2X في المحلول .

الإجابة :↓

$[H_2X]$ = ٥×١٠^{-٧} مول / لتر

③ احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم(NaOH) اللازمة لتحضير محلول حجمه (٢) لتر علماً بأن تركيز أيون الهيدرونيوم في المحلول تساوي (١×١٠^{-١٢}) مول/لتر .

والكتلة المولية لـ NaOH = ٤٠ غرام / مول .

الإجابة ↓

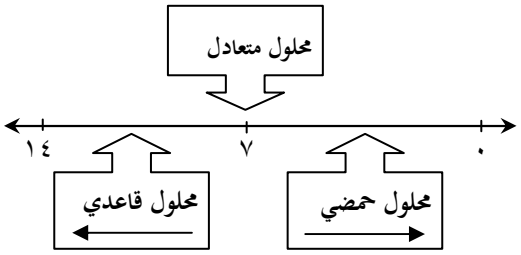
٠,٨ غرام

الرقم الهيدروجيني pH

– درجة الحموضة : هي مقياس لتركيز أيون الهيدرونيوم في محلول ما .

– يُعبر عن درجة الحموضة بالرقم الهيدروجيني pH .

يأخذ pH القيم : من (صفر) إلى (١٤) .



⊕ يعتبر الرقم الهيدروجيني مقياس لقوة الحمض .

✓ تزداد قوة الحمض بنقصان قيمة pH ↔ عكسية

⊕ يعتبر الرقم الهيدروجيني مقياس لقوة الحمض .

✓ تزداد قوة القاعدة بزيادة قيمة pH ↔ طردية

❖ احفظها جيداً .....⇊

الحمض الأقوى		القاعدة الأقوى
⇓		⇓
✓ أعلى تركيز $[H_3O^+]$		✓ أعلى تركيز $[OH^-]$
✓ أقل تركيز $[OH^-]$		✓ أقل تركيز $[H_3O^+]$
✓ أقل pH		✓ أعلى pH

الرقم الهيدروجيني : هو اللوغارتم السالب للأساس ١٠ لتركيز أيون الهيدرونيوم .

$$pH = - \text{لو}[H_3O^+]$$

⇐ بعض علاقات اللوغارتمات :-

١- لو (س×ص) = لو س + لو ص

٢- لو $\frac{\text{س}}{\text{ص}}$ = لو س – لو ص

٣- لو $\text{س}^{\text{ص}}$ = ص لو س

٤- إذا كان ص = لوس فإن س = $١٠^{\text{ص}}$

٥- لو ١ = صفر ، لو ١٠ = ١

أمثلة

مثال ❶ احسب قيمة pH لمحلول حمض HCl تركيزه (١×١٠^{-٤}) مول/لتر .

الحل ↓

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

$$[H_3O^+] = [HCl] = ١ \times ١٠^{-٤} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = - \text{لو}[H_3O^+]$$

$$pH = - \text{لو}[١ \times ١٠^{-٤}]$$

$$= ٤ - \text{لو} ١$$

$$= ٤$$

مثال ❷ احسب قيمة pH لمحلول القاعدة NaOH تركيزه (٢×١٠^{-٥}) مول/لتر . (لو ٥ = ٠,٧)

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

$$[OH^-] = [NaOH] = ٢ \times ١٠^{-٥} \text{ مول/لتر}$$

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

$$= \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢ \times ١٠^{-٥}}$$

$$= ٥ \times ١٠^{-٩} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = - \text{لو}[H_3O^+]$$

$pH = - \text{لو}[٥ \times ١٠^{-٩}]$

$= ٩ - \text{لو}٥$

$= ٩ - ٠,٧$

$= ٨,٣$

مثال ٣ احسب قيمة pH لمحلول الحمض HNO_3 تركيزه (٠,٠٠٤) مول/لتر . (لو ٤ = ٠,٦)

الحل : $HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + OH^-$

$[H_3O^+] = [HNO_3] = ٤ \times ١٠^{-٣}$ مول/لتر

$pH = - \text{لو}[H_3O^+]$

$pH = - \text{لو}[٤ \times ١٠^{-٣}]$

$= ٣ - \text{لو}٤$

$= ٣ - ٠,٦$

$= ٢,٤$

تذكر :

$[H_3O^+] = ١٠^{-pH}$.

$pH = - \text{لو}[H_3O^+]$

مثال ٤ احسب تركيز الحمض HBr ، علماً بأن قيمة pH له تساوي ٥ ؟

الحل : $HBr + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Br^-$

pH = ٥

$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-٥}$ مول/لتر .

$[H_3O^+] = [HBr] = ١ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر

مثال ٥ احسب تركيز الحمض HNO_3 ، علماً بأن قيمة pH له تساوي ٤,٣ ؟ (لو٥ = ٠,٧)

الحل : $HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + NO_3^-$

pH = ٤.٣

$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-٤,٣}$

$= ١٠^{-٤,٣+٠,٧-٠,٧}$

$= ١٠^{-٥+٠,٧} = ١٠^{٠,٧} \times ١٠^{-٥}$

$= ٥ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر

$[HNO_3] = [H_3O^+]$

$= ٥ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر

مثال ٦ احسب تركيز $Ba(OH)_2$ ، علماً بأن قيمة pH له تساوي ١٢,٧ ؟ (لو٢ = ٠,٣) ؟

الحل : $Ba(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ba^{2+} + 2OH^-$

pH = ١٢,٧

$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-١٢,٧}$

$= ١٠^{-١٢,٧+٠,٣-٠,٣}$

$= ١٠^{-١٣+٠,٣} = ١٠^{٠,٣} \times ١٠^{-١٣}$

$= ٢ \times ١٠^{-١٣}$ مول/لتر

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

$= \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢ \times ١٠^{-١٣}}$

$= ٥ \times ١٠^{-٢}$ مول/لتر

$\therefore [OH^-] = ٢ [Ba(OH)_2]$

$[Ba(OH)_2] = \frac{٥ \times ١٠^{-٢}}{٢} =$ ٢,٥×١٠^-٢ مول/لتر

مثال ٧ احسب كتلة الحمض HA اللازم إذابتها لتحضير محلول حجمه (١) لتر ، علماً بأن قيمة pH له تساوي ٢ ، الكتلة المولية لـ HA تساوي ٣٦ غرام /مول .

الحل ↓

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

pH = ٢

$$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-٢}$$

لكن : ت = $\frac{ع}{ح}$ ⟸ ع = ت × ح

ع = ١×١٠$^{-٢}$ × ١ = ١×١٠$^{-٢}$ مول/ لتر

$$ع = \frac{ك}{ك.م}$$

ك.م = ع × ك ⟸ ك.م = ١×١٠$^{-٢}$ × ٣٦

= ٣٦ × ١٠$^{-٢}$ غرام

تمارين

(١) احسب قيمة pH .

❶ محلول الحمض $HClO_4$ تركيزه (٠,٠٠٢) مول/لتر ؟

(لو ٢ = ٠,٣)

الإجابة : ٢,٧

❷ محلول KOH تركيزه (٠,٠٥) مول/لتر ؟

(لو ٢ = ٠,٣)

الإجابة : ١٢,٧

❸ محلول $Mg(OH)_2$ تركيزه (٠,٠١) مول/لتر؟

(لو ٥ = ٠,٧)

الإجابة : ١٢,٣

❹ محلول حجمه (٥٠٠) مل ، حضر بإذابة ٠,٠٥ مول من حمض HBr ؟

الإجابة : ١

(٢) احسب تركيز كل من المحاليل الآتية :

❶ محلول NaOH قيمة pH = ١١ ؟

الإجابة : ١×١٠$^{-٣}$ مول/لتر

❷ محلول الحمض H_2SO_4 قيمة pH = ٤,٤ ؟

(لو ٤ = ٠,٦)

الإجابة : ٢×١٠$^{-٥}$ مول/لتر

❸ محلول KOH قيمة pH = ١٠,٢ ؟

(لو ٦ =٠,٨)

الإجابة : ١,٦×١٠$^{-٤}$ مول/لتر

❹ محلول الحمض HCl قيمة pH = ١,٧ ؟

(لو ٢ = ٠,٣)

الإجابة : ٢×١٠$^{-٢}$ مول/لتر

(٣) إذا علمت ان pH لعينة من ماء البحر = ٩,٥ ، احسب تركيز أيون $[H_3O^+]$ ؟ (لو ٣ = ٠,٥)

الإجابة : ٣×١٠$^{-٥}$ مول/لتر

(٤) إذا علمت أن قيمة pH لعينة من دم الإنسان = ٧,٤ ، فما تركيز أيون $[H_3O^+]$ في دمه ؟ (لو ٤ = ٠,٦)

الإجابة : ٤×١٠$^{-٨}$ مول/لتر

تطبيقات حياتية

كيف يمكن تغير لون أزهار نبات القرطاسيا

✓ *لنبات القُرطاسيا ألوان متعددة، تعتمد على درجة حموضة التربة.*

- اللون الزهري
- اللون الأزرق

✓ *يعتمد اللون في النبات على امتصاص النبتة للألمنيوم.*

١) إذا كانت التربة حمضية :

- pH أقل من ٦
- النبات يمتص الألمنيوم ويكون لون الأزهار أزرق .

٢) إذا كانت التربة قاعدية :

- pH أعلى من ٦
- النبات لا يستطيع امتصاص الألمنيوم ويكون لون الأزهار زهري .

سؤال : كيف يستطيع المزاعون التحكم بلون الأزهار في نبات القرطاسيا .

لون الأزهار	التربة		المادة المضافة لتغير قيمة pH
	نوعها	pH	
أزرق	حمضية	٦>	كبريتات الألمنيوم والخل
زهري	قاعدية	٦<	الكلس (كربونات الكالسيوم)

سؤال: أراد مزارع زيادة إنتاجه من نبات القرطاسيا ذي اللون الأزرق ، فما الاقتراح المناسب الذي تقدمه له ؟

الجواب : إضافة كبريتات الألمنيوم مع ماء الري لتقليل الرقم الهيدروجيني للتربة

سؤال: أراد مزارع زيادة إنتاجه من نبات القرطاسيا ذي اللون الزهري ، فما الاقتراح المناسب الذي تقدمه له ؟

الجواب :

يُضيف الكلس (كربونات الكالسيوم) لرفع قيمة الرقم الهيدروجيني للحصول على تربة قاعدية

سؤال (وزارة ٢٠١٨/ش)

إذا أراد مزارع الحصول على أزهار نبات القرطاسيا بلون أزرق فإنه :

أ) يستخدم تربة حمضية .

ب) يُضيف كربونات الكالسيوم للتربة

ج) يستخدم تربة قاعدية

د) يزيد الرقم الهيدروجيني للتربة

الجواب : يستخدم تربة حمضية

بالتوفيق

محاليل الحموض الضعيفة

- الحموض الضعيفة :
  - ✓ تتأين جزئياً .
  - ✓ القواعد المرافقه لها أيونات قوية تتميه (تتفاعل مع الماء)
  - ✓ يكون تركيز أيون $[H_3O^+]$ أقل من تركيز الحمض
  - ⇐ لنفرض HA حمض ضعيف .

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

- يعبر عن ثابت الاتزان للتفاعل على النحو التالي :

$$\frac{[A^-][H_3O^+]}{[H_2O][HA]} = K_C$$

بما أن تركيز الماء في المحاليل لا يتغير بدرجة كبيرة ، فيمكن اعتبار تركيزه قيمة ثابته .

$$\frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = [H_2O]K_C$$

يسمى $[H_2O]K_C$ ثابت تأين الحمض ، ويرمز له بالرمز K_a .

$$\frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = K_a$$

- يعتبر K_a مقياس لقوة الحموض .

كلما زادت قيمة K_a زادت قوة الحمض .

العلاقة طردية بين قوة الحمض و K_a

تذكر : الحمض الأقوى له :

⇐ أعلى تركيز $[H_3O^+]$

⇐ أقل pH

⇐ أعلى K_a

$$\frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = K_a$$

$$[A^-] = [H_3O^+]$$

$$\frac{[H_3O^+]^2}{[HA]} = K_a$$

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

أمثلة

مثال ❶ احسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول الحمض HNO_2 تركيزه ١×١٠^{-٣} مول/لتر .

علماً بإن K_a لـ $HNO_2 = ٤\times١٠^{-٥}$

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

$$\frac{[NO_2^-][H_3O^+]}{[HNO_2]} = K_a$$

$$[NO_2^-] = [H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{[HNO_2]K_a}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{١\times١٠^{-٣} \times ٤\times١٠^{-٥}}$$

$$= ٢\times١٠^{-٤} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$$

$$pH = -\text{لو}[٢\times١٠^{-٤}] = -\text{لو}٢ - ٤$$

$$= ٠,٣ - ٤$$

$$= ٣,٧$$

مثال ❷ احسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول الحمض HF تركيزه ٠,٢ مول/لتر . علماً بإن K_a لـ HF = ٥×١٠^{-٤}

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

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

$$= \sqrt{٠,٢ \times ٥ \times ١٠^{-٤}}$$

$$= ١ \times ١٠^{-٢} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$$

$$= -\text{لو}[١ \times ١٠^{-٢}] = ٢$$

مثال ❸ محلول الحمض HX تركيزه (٠,٠١) مول/ لتر و قيمة pH تساوي ٤ ، احسب قيمة K_a للمحلول .

الحل :

$$HX + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + X^-$$

$$pH = ٤$$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-٤}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][X^-]}{[HX]} \quad \text{لكن } [X^-] = [H_3O^+]$$

$$K_a = \frac{(١ \times ١٠^{-٤})^{٢}}{(٠,٠١)} = \frac{١ \times ١٠^{-٨}}{١ \times ١٠^{-٢}} = ١ \times ١٠^{-٦}$$

مثال ❹ اوجد كتلة الحمض اللازمة لتحضير محلول حجمه (١) لتر ، وقيمة pH له تساوي ٤,٥ من الحمض الافتراضي HA علماً بأن الكتلة المولية لـHA = (٦٠غرام) و K_a لـ HA = ١×١٠^{-٨} (لو ٣ = ٠,٥)

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

$$pH = ٤,٥$$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-٤,٥}$$

$$= ١٠^{-٤,٥+٠,٥+٠,٥}$$

$$= ١٠^{-٥} \times ١٠^{٠,٥} = ٣ \times ١٠^{-٥} \text{ مول/لتر}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

$$\frac{(٣ \times ١٠^{-٥})(٣ \times ١٠^{-٥})}{\text{س}} = ١ \times ١٠^{-٨}$$

$$\text{س} = \frac{٩ \times ١٠^{-١٠}}{١ \times ١٠^{-٨}} = ٩ \times ١٠^{-٢} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{ت} = \frac{\text{ع}}{\text{ح}} \leftrightarrow \text{ع} = ٩ \times ١٠^{-٢} \times ١ = ٩ \times ١٠^{-٢} \text{ مول}$$

$$\text{ع} = \frac{\text{ك}}{\text{ك.م}} \leftrightarrow \text{ك} = ٩ \times ١٠^{-٢} \times ٦٠ = ٥,٤ \text{ غرام}$$

خلاصة مهمة ....

تعتمد قوة الحمض على :

١. ثابت التأين (K_a) ⟸ حيث تزداد قوة الحمض بزيادة K_a

٢. الرقم الهيدروجيني (pH) ⟸ حيث تزداد قوة الحمض بنقصان pH

٣. كلما زادت قوة الحمض ، قلت قوة القاعدة المرافقة الناتجة عن تأينه .

٤. $K_a = \frac{[H_3O^+]^{٢}}{[\text{الحمض}]}$

مثال ٥ اعتماداً على الجدول المجاور الذي يبين قيم K_a لبعض الحموض الضعيفة المتساوية في التركيز (١ مول/لتر)

الحمض	K_a
HA	$١,٢ \times ١٠^{-٨}$
HB	$٧,٠ \times ١٠^{-٣}$
HC	$٤,٠ \times ١٠^{-١٠}$
HD	$٦,٤ \times ١٠^{-٣}$

أجب عما يأتي :

١) اكتب صيغة الحمض الأقوى ؟

٢) اكتب صيغة الحمض الأضعف ؟

٣) اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأقوى ؟

٤) اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأضعف ؟

٥) اكتب صيغة الحمض الذي له أقل pH ؟

٦) اكتب صيغة الحمض الذي يكون تركيز $[H_3O^+]$ فيه الأعلى ؟

٧) ما قيمة pH لمحلول الحمض HC ؟ (لو٢=٠,٣)

٨) اكتب معادلة تفاعل الحمض HB مع الماء ، وفق مفهوم برونستد – لوري ؟

٩) حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في التفاعل الآتي : $HA + D^- \rightleftharpoons A^- + HD$

الحل ↓

١. HB
٢. HC
٣. C^-
٤. B^-
٥. HB
٦. HB

٧. $$\frac{[H_3O^+]^2}{[\text{الحمض}]} = K_a$$

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

$$[H_3O^+] = \sqrt{٤,٠ \times ١٠^{-١٠} \times ١}$$

$$= ٢ \times ١٠^{-٥}$$

$$pH = -\text{لو}(٢ \times ١٠^{-٥})$$

$$= ٤,٧$$

٨. $HB + H_2O \rightleftharpoons B^- + H_3O^+$

٩. HA/A^- ، D^-/HD

مثال ٦ (وزارة ٢٠١٨/ش) يُبين الجدول المجاور أربعة محاليل لحموض ضعيفة افتراضية بتراكيز متساوية (١) مول/لتر ومعلومات عنها ، (لو٢=٠,٣)

ادرسه جيداً ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

الحمض	المعلومات
HA	$[A^-] = ٢ \times ١٠^{-٤}$ مول/لتر
HB	pH = ٤
HC	$K_a = ٤,٥ \times ١٠^{-٤}$
HD	$K_a = ٦ \times ١٠^{-٥}$

١) أيّ الحموض هو الأضعف ؟

٢) ما صيغة القاعدة المرافقة الأضعف ؟

٣) اكتب معادلة تفاعل HA مع القاعدة (D^-) ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة .

٤) احسب قيمة pH للحمض HA ؟

٥) احسب قيمة K_a للحمض HB ؟

٦) أيّ الحموض يكون تركيز OH^- أقل ما يمكن ؟

الحل ↓

١) HB

٢) C^-

٣) $$HA + D^- \rightleftharpoons A^- + HD$$

٤) $[A^-] = [H_3O+] = ٢ \times ١٠^{-٤}$ مول/لتر

$pH = -\text{لو}(٢ \times ١٠^{-٤}) = ٣,٧$

٥) $$\frac{[H_3O^+]^2}{[\text{الحمض}]} = K_a$$

$$= \frac{(١ \times ١٠^{-٤})^2}{١} = ١ \times ١٠^{-٨}$$

٦) HC

– القواعد الضعيفة :

- ✓ تتأين جزئياً .
- ✓ الحموض المرافقه لها أيونات قوية تتميه (تتفاعل مع الماء)
- ✓ يكون تركيز أيون $[OH^-]$ أقل من تركيز القاعدة .

لنفرض B حمض ضعيف .

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

- يعبر عن ثابت الاتزان للتفاعل على النحو التالي :

$$\frac{[BH^+][OH^-]}{[H_2O][B]} = K_C$$

بما أن تركيز الماء في المحاليل لا يتغير بدرجة كبيرة ، فيمكن اعتبار تركيزه قيمة ثابته .

$$\frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = [H_2O]K_C$$

يسمى $[H_2O]K_C$ ثابت تأين القاعدة ، ويرمز له بالرمز K_b .

$$\frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = K_b$$

- يعتبر K_b مقياس لقوة القواعد .

كلما زادت قيمة K_b زادت قوة الحمض .

العلاقة طردية بين قوة القاعدة و K_b

تذكر : القاعدة الأقوى لها :

- أعلى تركيز $[OH^-]$
- أعلى pH
- أعلى K_b

$$\frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = K_b$$

$$[BH^+] = [OH^-]$$

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

أمثلة

مثال ❶ احسب قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول القاعدة RNH_2 تركيزها ٠,٠٢ مول/لتر ، علماً بأن K_b لـ $RNH_2 = ٢ \times ١٠^{-٦}$

الحل ↓

$$RNH_2 + H_2O \rightleftharpoons RNH_3^+ + OH^-$$

$$\frac{[RNH_3^+][OH^-]}{[RNH_2]} = K_b$$

$$\sqrt{[RNH_2]K_b} = [OH^-]$$

$$\sqrt{(٠.٠٢) \times ٢ \times ١٠^{-٦}} = [OH^-]$$

$= ٢ \times ١٠^{-٤}$ مول/لتر

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

$$= \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢ \times ١٠^{-٤}}$$

$= ٥ \times ١٠^{-١١}$ مول/لتر

$$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$$

$$pH = -\text{لو}(٥ \times ١٠^{-١١})$$

$= -\text{لو}\, ٥ - ١١$

$= ٠,٧ - ١١ = ١٠,٣$

مثال ❷ اوجد قيمة ثابت التأين K_b لمحلول القاعدة الضعيفة N_2H_4 تركيزها (٠,١) مول/لتر . علماً بأن قيمة الرقم الهيدروجيني pH تساوي ١٠ .

الحل ↓

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

$$pH = ١٠$$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-١٠}$$ مول/لتر

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

$$= \frac{١٠^{-١٤} \times ١}{١٠^{-١٠} \times ١}$$

$$= ١٠^{-٤} \times ١$$ مول/لتر

$$K_b = \frac{[N_2H_5^+][OH^-]}{[N_2H_4]}$$

$$K_b = \frac{(١٠^{-٤} \times ١)^{٢}}{(١٠^{-١} \times ١)} = ١٠^{-٧} \times ١$$

مثال ❸ اوجد كتلة القاعدة اللازمة لتحضير محلول حجمه (٢) لتر ، وقيمة pH له تساوي ١٢,٧ من القاعدة الافتراضي X علماً بأن الكتلة المولية لـX = (٥٢غرام) و K_b لـ X = $١٠^{-٢} \times ١$ (لو ٣ = ٠.٥)

الحل ↓

$$X + H_2O \rightleftharpoons XH^+ + OH^-$$

$$pH = ١٢,٧$$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-١٢,٧}$$

$$= ١٠^{-١٢,٧-٠,٣+٠,٣} = ٢ \times ١٠^{-١٣}$$ مول/لتر

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

$$= \frac{١٠^{-١٤} \times ١}{٢ \times ١٠^{-١٣}} = ٥ \times ١٠^{-٢}$$ مول/لتر

$$\frac{[XH^+][OH^-]}{[X]} = K_b$$

$$\frac{(٥ \times ١٠^{-٢})(٥ \times ١٠^{-٢})}{\text{س}} = ١ \times ١٠^{-٢}$$

∴ س = ٠,٢٥ مول/لتر ← ع = ٠,٢٥ × ٢ = ٠,٥ مول

∴ ك = ٠,٥ × ٥٢ = ٢٦ غرام .

خلاصة مهمة ....

تعتمد قوة القاعدة على :

٥. ثابت التأين (K_b) ⟸ حيث تزداد قوة القاعدة بزيادة K_b

٦. الرقم الهيدروجيني (pH) ⟸ حيث تزداد قوة القاعدة بزيادة pH

٧. كلما زادت قوة القاعدة ، قلت قوة الحمض المرافق الناتجة عن تأينه .

٨. $K_b = \frac{[OH^-]^{٢}}{[\text{القاعدة}]}$

خلاصة مهمة جداً

مسائل إضافية على محاليل الحموض الضعيفة والقواعد الضعيفة .

السؤال❶ احسب قيمة pH لمحلول حمض HCOOH الذي تركيزه (٠,٠١) مول/ لتر . (لو ١,٣٤ = ٠,١٣)
K_a لـ HCOOH = ١,٨ × ١٠ $^{-٤}$

الجواب : ٢,٨٧

السؤال❷ احسب قيمة pH لمحلول حمض RCOOH الذي تركيزه (٠,٠١) مول/ لتر . K_a لـ HCOOH = ٩ × ١٠ $^{-٦}$.(لو ٣ = ٠,٥)

الجواب : ٣,٥

السؤال ❸ احسب قيمة pH لمحلول حمض البنزويك C_6H_5COOH الذي تركيزه (٠,٠١) مول/ لتر .
علماً K_a لـ C_6H_5COOH = ٦,٤ × ١٠ $^{-٥}$.
(لو ٨ = ٠,٩)

الجواب : ٣,١

السؤال❹ اذيب (٦) غرام من حمض HX في (٥) لتر من الماء عند درجة حرارة ٢٥سْ ، فإذا كانت درجة الحموضة pH للمحلول الناتج تساوي (٣,١) ، اوجد قيمة ثابت تأين الحمض K_a ؟
(الكتلة المولية لـ HX = ١٢٢ غم/مول ، لو ٨=٠,٩)

الجواب : ٦,٤ × ١٠ $^{-٥}$

السؤال❺ احسب قيمة pH لمحلول القاعدة الضعيفة NH_3 ذي التركيز (٠,٢) مول/لتر ، علماً بأن ثابت تأين K_b لـ NH_3 = ٢ × ١٠ $^{-٥}$. (لو ٥ = ٠,٧)

الجواب : ١١,٣

السؤال❻ في تجربة لايجاد K_b للقاعدة B ، وجد أن قيمة pH = ١٠ ، في محلول القاعدة بتركيز (٠,٣) .
اوجد قيمة K_b لتلك القاعدة .

الجواب : ٣,٣ × ١٠ $^{-٨}$

السؤال❼ احسب قيمة pH لمحلول C_5H_5N تركيزه (٠,٠١) مول/لتر . K_b لـ C_5H_5N = ١,٦ × ١٠ $^{-٩}$
(لو ٢,٥ = ٠,٤)

الجواب : ٨,٦

السؤال❽ محلول قاعدة ضعيفة تركيزها (٠,١) مول/لتر ، وقيمة pH يساوي (٩) ، اوجد قيمة ثابت تأين القاعدة K_b .

الجواب : ١ × ١٠ $^{-٩}$

السؤال❾ اوجد كتلة الامونيا NH_3 اللازمة إذابتها في الماء لتحضير محلول حجمه (٤٠٠) مل ورقمه الهيدروجيني يساوي (١٢) . K_b = ٢ × ١٠ $^{-٤}$
(الكتلة المولية لـ NH_3 = ١٧غم/مول .)

الجواب : ٣,٤غرام

السؤال❿ إذا علمت ان قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) لمحلول القاعدة X يساوي (١١,٣) ، وأن ثابت التأين K_b = ٤ × ١٠ $^{-٤}$ ، احسب عدد مولات القاعدة في (٥٠٠) مل من المحلول . (لو٥ = ٠,٧)

الجواب : ٢ × ١٠ $^{-٣}$ مول

الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

الملح : مركب أيوني ينتج عن تعادل حمض مع قاعدة .

حمض + قاعدة ⟵ ملح + ماء

أمثلة :

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

حمض قاعدة ملح ماء

$$HCOOH_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow HCOONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

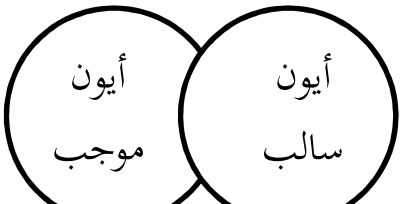
حمض قاعدة ملح ماء

$$HCl_{(aq)} + NH_{3(aq)} \longrightarrow NH_4Cl_{(aq)}$$

حمض قاعدة ملح

ملاحظة هامة :

– لاحظ ان الملح يتكون من أيون سالب وأيون موجب .



- **الأيون الموجب : مصدره القاعدة .**
- **الأيون السالب : مصدره الحمض .**

احتمالات تكون الأملاح :

١) حمض قوي + قاعدة قوية ⟵ تأثيره متعادل

٢) حمض قوي + قاعدة ضعيفة ⟵ تأثيره حمضي

٣) حمض ضعيف + قاعدة قوية ⟵ تأثيره قاعدي

التميه : قدرة أيونات الملح على التفاعل مع الماء لإنتاج أيون الهيدرونيوم H_3O^+ أو أيون الهيدروكسيد OH^- أو كليهما .

نقاط هامة :

- **الأيونات الموجبة : يكون مصدرها من القاعدة**
  - ✓ **إذا كان الأيون الموجب مصدره قاعدة قوية ، فهو حمض ضعيف لا يتميه (لا يتفاعل مع الماء)**
    مثل : Na^+ , Li^+ , K^+
  - ✓ **إذا كان الأيون الموجب مصدره قاعدة ضعيفه ، فهو حمض قوي يتميه (يتفاعل مع الماء)**
    مثل : $NH_4^+ , N_2H_5^+ , CH_3NH_3^+$
- **الأيونات السالبة : يكون مصدرها من الحمض.**
  - ✓ **إذا كان الأيون السالب مصدره حمض قوي ، فهو قاعدة ضعيفة لا يتميه (لا يتفاعل مع الماء)**
    مثل : $Cl^- , Br^- , NO_3^- , ClO_4^-$
  - ✓ **إذا كان الأيون السالب مصدره حمض ضعيف ، فهو قاعدة قوية يتميه (يتفاعل مع الماء)**
    مثل : $CN^- , F^- , NO_2^- , CO_3^{2-}$
- **الأيونات القوية هي التي تتميه : تتفاعل مع الماء أما الأيونات الضعيفه فإنها لا تتميه .**
- **التميه لا يعني الذوبان :**

الذوبان تفكك المادة إلى أيونات في الماء ، دون تغير في تركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ أو أيون الهيدروكسيد OH^- .

⊕ تفسير الأثر الحمضي للأملاح :

توضيح : فسر الأثر الحمضي لملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl ؟

$$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$$

- نلاحظ ان الملح يتكون من الأيون السالب Cl^- و الأيون الموجب NH_4^+
- الأيون السالب Cl^- مصدرة الحمض HCl وهو حمض قوي ، لذلك فإن أيون Cl^- أيون ضعيف لا يتميه .
- الأيون الموجب :NH_4^+ مصدرة القاعدة NH_3 ، وهي قاعدة ضعيفة ، لذا فإن أيون NH_4^+ يتميه في الماء كالآتي :

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

- زيادة تركيز أيون H_3O^+
- تقل قيمة pH ← تأثيره حمضي

⊕ تفسير الأثر القاعدي للأملاح :

توضيح : فسر الأثر القاعدي لملح HCOONa ؟

$$HCOONa \xrightarrow{H_2O} HCOO^- + Na^+$$

- نلاحظ ان الملح يتكون من الأيون السالب $HCOO^-$ و الأيون الموجب Na^+
- الأيون الموجب Na^+ مصدرة القاعدة NaOH ، وهي قاعدة قوية ، لذا فإن أيون Na^+ لايتميه في الماء .
- الأيون السالب $HCOO^-$ مصدرة الحمض HCOOH وهو حمض ضعيف ، لذلك فإن أيون $HCOO^-$ أيون قوي يتميه في الماء كالآتي

$$HCOO^- + H_2O \longrightarrow HCOOH + OH^-$$

- زيادة تركيز أيون OH^-
- تزداد قيمة pH ← تأثيره قاعدي

⊕ تفسير الأثر المتعادل للأملاح :

توضيح : فسر الأثر الحمضي لملح كلوريد الصوديوم NaCl ؟

$$NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$$

- نلاحظ ان الملح يتكون من الأيون السالب Cl^- و الأيون الموجب Na^+
- الأيون السالب Cl^- مصدرة الحمض HCl وهو حمض قوي ، لذلك فإن أيون Cl^- أيون ضعيف لا يتميه في الماء .
- الأيون الموجب :Na^+ مصدرة القاعدة NaOH ، وهي قاعدة قوية ، لذا فإن أيون Na^+ أيون ضعيف لا يتميه في الماء .
- تأثير ملح NaCl متعادل / لا يؤثر على قيمة pH

مثال : مستعيناً بالمعادلات فسر السلوك الحمضي أو القاعدي أو المتعادل للأملاح التالية .

❶ ملح NaF

الحل : $NaF \xrightarrow{H_2O} Na^+ + F^-$

- أيون Na^+ أيون ضعيف لا يتمية .
- أيون F^- أيون قوي ، مصدره الحمض الضعيف HF يتمية في الماء كالآتي :

$$F^- + H_2O \longrightarrow HF + OH^-$$

- زيادة تركيز أيون OH^- ← تأثير قاعدي

❷ ملح $N_2H_5NO_3$

الحل: $N_2H_5NO_3 \xrightarrow{H_2O} N_2H_5^+ + NO_3^-$

- أيون NO_3^- مصدره الحمض القوي HNO_3 لذا يكون أيون ضعيف لا يتميه .
- أيون $N_2H_5^+$ مصدره القاعدة الضعيفة N_2H_4 ، لذا هو أيون قوي يتميه كالآتي :

$$N_2H_5^+ + H_2O \longrightarrow N_2H_4 + H_3O^+$$

- زيادة تركيز أيون H_3O^+ ← تأثير حمضي .

❸ ملح $MgSO_4$

الحل : $MgSO_4 \xrightarrow{H_2O} Mg^{2+} + SO_4^{2-}$

- أيون Mg^{2+} مصدره قاعدة قوية $Mg(OH)_2$ ، لذا فإنه أيون ضعيف لا يتميه .
- أيون SO_4^{2-} مصدره حمض قوي H_2SO_4 ، لذا فإنه أيون ضعيف لا يتميه .

∴ تأثير ملح $MgSO_4$ ← تأثيره متعادل

سؤال : اكمل الجدول التالي بكتابة تأثير الملح (حمضي ، قاعدي ، متعادل) ، ثم اكتب أثره على قيمة pH (تقل ، تزداد ، تبقى ثابته) ؟

الملح	تأثير الملح	تأثيره على pH
CH_3NH_3Br		
$KClO_3$		
$NaCN$		
$NaNO_2$		
$MgCO_3$		
$C_6H_5NH_3Cl$		
Li_2SO_4		
CH_3COOK		
KCl		
$NaHCO_3$		
NH_4Br		
NH_4ClO_4		
C_5H_5NHI		
$BaCl_2$		

نقاط هامة جداً عند مقارنة الأملاح

- ✓ ملح الحمض الضعيف تأثيره قاعدي (يزيد قيمة الرقم الهيدروجيني pH)
- ✓ يعامل الملح معاملة القاعدة المرافقة
  - الحمض الأضعف ، له القاعدة المرافقة الأقوى .
  - ملح الحمض الأضعف هو الأكثر تميهاً (الأقوى ، الأعلى pH)

- ✓ ملح القاعدة الضعيف تأثيره حمضي (يقلل قيمة الرقم الهيدروجيني pH)
- ✓ يعامل الملح معاملة الحمض المرافق
  - القاعدة الأضعف ، لها الحمض المرافق الأقوى .
  - ملح القاعدة الأضعف هو الأكثر تميهاً (الأقوى ، الأقل pH)

سؤال: اعتماداً على الجدول المجاور والذي يحتوي على محاليل أملاح متساوية في التركيز أجب عما يأتي من الأسئلة .

الملح	pH
NaX	١٠,٢
NaY	٩,٤
NaZ	١٢,٧

١) أي الأملاح الأكثر قدره على التميه ؟

٢) رتب الحموض التالية : HZ, HY, HX حسب قوتها ؟

٣) اكتب معادلة تفاعل الملح NaY مع الحمض HZ

الحل ↓

١. NaZ

٢. $HZ < HX < HY$

٣. $HZ + Y^- \longrightarrow HY + Z^-$

ملاحظات : الأملاح في الجدول السابق ذات تأثر قاعدي .

- ✓ الملح الذي له أقل pH يكون حمضه هو الأقوى .
- ✓ عند تفاعل الملح NaY نقوم بحذف الجزء الموجب Na^+

سؤال: اعتماداً على الجدول المجاور والذي يحتوي على محاليل أملاح متساوية في التركيز أجب عما يأتي من الأسئلة

الملح	pH
XHCl	٤.٣
YHCl	٦.٨
ZHCl	٥

١) رتب القواعد : X , Y , Z حسب قوتها

٢) أي الأملاح الأكثر قدره على التميه ؟

٣) اكتب معادلة تفاعل الملح XHCl مع القاعدة Z ،

الحل

.....

.....

.....

.....

ملاحظات : الأملاح في الجدول السابق ذات تأثر حمضي .

- ✓ الملح الذي له أعلى pH تكون قاعدته هي الأقوى .
- ✓ عند تفاعل الملح XHCl نقوم بحذف الجزء السالب Cl^-

سؤال: (وزارة ٢٠١٦/ص) ي

يُبيّن الجدول الآتي عدداً من محاليل الحموض الإفتراضية متساوية التركيز (٠,١) مول/لتر وقيم pH لها ادرسه جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليه .

محلول الحمض	XH^+	HY	H_2A	HQ	HZ	HB
pH	٥	٤	٣	٤,٥	٦	٢

١- أيّ الحمضين أقوى HY أم HB ؟

٢- أيّ القاعدتين المرافقتين أقوى Q^- أم HY^- ؟

٣-حدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة عند تفاعل HY مع KQ

٤- اكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض XH^+.

٥- أيّ الملحين لمحلوله أقل pH (KY أم KZ) عند تساوي التراكيز ؟

٦- احسب قيمة K_a للحمض HZ .

الحل ↓

١- HB

٢- Q^-

٣- $HY + Q^- \rightleftharpoons HQ + Y^-$

لاحظ : يفضل حذف الأيون الضعيف K من الملح KQ

٤- X

٥- KY

لاحظ : أن الحمض الأقوي ، يكون ملحه هو الأضعف

٦-

$$pH = ٦$$

$$[H_3O^+] = ١ \times ١٠^{-٦}$$

$$K_a = \frac{(١ \times ١٠^{-٦})^٢}{٠,١}$$

$$= ١ \times ١٠^{-١١}$$

محاليل الحموض الضعيفة والقواعد الضعيفة و محاليل الاملاح

١ يبين الجدول المجاور ثوابت التأين (K_a) لبعض الحموض المتساوية في التركيز (١) مول/لتر

الحمض	K_a
HF	$٧,٢ \times ١٠^{-٤}$
HCN	$٤,٠ \times ١٠^{-١٠}$
RCOOH	$١,٨ \times ١٠^{-٥}$

اجب عن الأسئلة التالية

١- ما القاعدة المرافقة الأقوى ؟

٢- اكتب صيغة الحمض الأقوى؟

٣- اكتب صيغة الحمض الذي تكون قاعدة المرافقة هي الأضعف

٤- اكتب معادلة تفاعل الحمض RCOOH مع الماء وفق مفهوم برونستد – لوري ؟ ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة ؟

٥- احسب قيمة pH لمحلول الحمض HCN (لو ٢= ٠,٣)

---

٢ ادرس الجدول المجاور والذي يبين قيم K_a لبعض الحموض الضعيفة .

الحمض	K_a
HB	$٥,٠ \times ١٠^{-١٠}$
HX	$٢,٠ \times ١٠^{-٥}$
HZ	$٤,٠ \times ١٠^{-٧}$

١- اكتب صيغة الحمض الأضعف؟

٢- رتب محاليل الأملاح : NaX ، NaB ، NaZ المتساوية في التركيز تصاعدياً حسب زيادة تأينها في الماء ؟

٣- احسب $[H_3O^+]$ لمحلول HZ تركيزه $(١,٠ \times ١٠^{-٣})$ مول/لتر

٤- اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأضعف .

٥- أيّ الحموض له أقل pH (HX أم HZ) ؟

٦- أيّ الحموض HX أم HB يكون تركيز أيون $[H_3O^+]$ أقل ؟

---

٣ اعتماداً على الجدول المجاور والذي يبين قيم ثابت التأين (K_b) لعدد من القواعد الضعيفة ،

القاعدة	K_b
NH_3OH	١×١٠^{-٨}
CH_3NH_2	٤×١٠^{-٤}
$C_6H_5NH_2$	٤×١٠^{-١٠}
N_2H_4	١×١٠^{-٦}

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- اكتب صيغة الحمض المرافق الأقوى ؟

٢- اكتب معادلة تفاعل NH_3OH مع الماء ؟

٣- حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة في التفاعل السابق ؟

٤- أيهما أكبر : قيمة pH لمحلول CH_3NH_2 أم لمحلول $C_6H_5NH_2$ (التركيز نفسه) ؟

٥- احسب قيمة pH لمحلول N_2H_4 تركيزه (٠,٠١ مول/لتر) مستعيناً بمعادلة التفاعل : $(K_w = ١ \times ١٠^{-١٤})$

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

---

٤ اعتماداً على الجدول المجاور الذي يبين قيم K_a لبعض الحموض الضعيفة :

الحمض	K_a
HA	$٣,٢ \times ١٠^{-٨}$
HB	$٧,٥ \times ١٠^{-٣}$
HC	$٤,٠ \times ١٠^{-١٠}$
HD	$٦,٣ \times ١٠^{-٥}$

اجب عن الأسئلة التالية :

١- أي من الحموض له أقل قيمة (pH) ؟ (التركيز نفسه)

٢- حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة عند تفاعل حمض HD مع الماء ؟

٣- أي من الأملاح NaA أم NaC له أقل قيمة (pH) ؟

٤- حدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في التفاعل الآتي :

$$HA_{(aq)} + D^-_{(aq)} \rightleftharpoons HD_{(aq)} + A^-_{(aq)}$$

٥- احسب قيمة pH لمحلول الحمض HC تركيزه (٠,٢٥ مول/لتر) ؟

---

٥ لديك أربعة محاليل مائية لبعض الحموض الضعيفة بتراكيز متساوية (٠,١ مول/لتر) لكل منها .

الحمض	المعلومات
HA	$[A^-] = ٧ \times ١٠^{-٦}$
HB	pH = ٤
HC	$K_a = ٤,٥ \times ١٠^{-٤}$
HD	$K_a = ٦,٤ \times ١٠^{-٥}$

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- احسب قيمة K_a للحمض HA ؟

٢- أي القاعدتين المرافقتين أقوى C^- أم D^- ؟

٣- اكتب معادلة تفاعل الحمض $HC_{(aq)}$ مع القاعدة $NH_{3(aq)}$ وفق تعريف برونستد–لوري ، ثم حدّد الزوجين المرافقين من الحمض والقاعدة في معادلة التفاعل نفسه ؟

٤- ماذا يحدث لقيمة pH للحمض $HB_{(aq)}$ إذا خففنا التركيز إلى (٠,٠٥ مول /لتر) . (تقل ، تزداد ، تبقى ثابتة) ؟

٥- اوجد تركيز أيون $[OH^-]$ لمحلول الحمض HB ؟

٦ في الجدول المجاور خمسة محاليل متساوية في التركيز ، كل منها (١ مول/لتر) اعتماداً على المعلومات الواردة عن كل منها في الجدول .

المحلول	المعلومات
الحمض HA	$[A^-] = ٨ \times ١٠^{-٣}$ مول/لتر
القاعدة B	$[H_3O] = ٢,٥ \times ١٠^{-١٠}$
الحمض HX	$K_a = ٥ \times ١٠^{-٧}$
القاعدة C	$K_b = ١ \times ١٠^{-٧}$
الحمض HD	pH = ٣

أجب عما يأتي :

١- اكتب صيغة الحمض الأقوى .

٢- اكتب صيغة الحمض المرافق الأضعف

٣- احسب قيمة K_b للقاعدة B ؟

٤- أي القاعدتين أقوى : B أم C ؟

٥- أكمل معادلة التفاعل الآتي ، ثم حدّد الأزواج المترافقة ؟

$$HA + D^- \rightleftharpoons \text{.....} + \text{.....}$$

٧ اعتماداً على الجدول المجاور والذي يبين قيم ثابت التأين (K_b) لمحاليل بعض القواعد الضعيفة المتساوية في التركيز :

القاعدة	K_b
A	$١,٥ \times ١٠^{-٩}$
B	$٣,٧ \times ١٠^{-٤}$
C	$١,٠ \times ١٠^{-٨}$

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- أي من محاليل القواعد له أقل قيمة (pH) ؟

٢- أي من محاليل القواعد يتفاعل بدرجة أكبر مع الماء ؟

٣- اكتب معادلة تفاعل القاعدة (A) مع الماء ثم حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة ؟

٤- احسب قيمة (pH) في محلول تركيزه (٠,٠١ مول/لتر) من القاعدة C ؟

٥- أيّ المحاليل يكون تركيز H_3O^+ أقل ما يمكن ؟

٦- اكمل المعادلة التالية ، ثم حدّد الأزواج المترافقة

$$A + BH^+ \rightleftharpoons \text{.....} + \text{.....}$$

٨ لديك أربعة محاليل مائية لبعض الحموض الضعيفة متساوية التركيز (٠,١ مول/لتر) لكل منها ، معتمداً على المعلومات الواردة في الجدول المجاور أجب عن الأسئلة الآتية :

الحمض	K_a
HClO	$٣,٠ \times ١٠^{-٨}$
H_2S	$١,٠ \times ١٠^{-٧}$
CH_3COOH	$١,٨ \times ١٠^{-٥}$
HCN	$٤,٩ \times ١٠^{-١٠}$

١- أي المحاليل له أعلى قيمة pH ؟

٢- أي المحاليل يكون تركيز أيون OH^- في محلوله الأعلى

٣- أي القاعدتين : HS^- ، CH_3COO^- هي الأقوى ؟

٤- أكمل المعادلة الآتية :

$$CH_3COOH + ClO^- \rightleftharpoons \text{.....} + \text{.....}$$

ثم حدد :

- الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة ؟

٥- احسب تركيز أيون الهيدرونيوم في محلول الحمض H_2S ؟

٦- أوجد قيمة pH لمحلول الحمض HCN ؟ (لو ٧= ٠,٨٥)

٧- ما هي طبيعة تأثير الملح KClO ؟

٨- أي الأملاح التالية : NaHS ، CH_3COONa يكون له أعلى قيمة pH ؟

٩ لديك خمسة محاليل مائية بتراكيز محددة ، معتمداً على المعلومات الواردة في الجدول ، أجب عن الأسئلة التي تليه :

المحلول	المعلومات	تركيز المحلول مول/لتر
HCN	$K_a = ٤,٩ \times ١٠^{-١٠}$	٠,٣
HNO_3	$[NO_2^-] = ١,٢ \times ١٠^{-٢}$	٠,٣
N_2H_5	$K_b = ١,٠ \times ١٠^{-٦}$	٠,٢
NH_3	$[NH_4^+] = ١,٩ \times ١٠^{-٣}$	٠,٢
N_2H_5Br	$[H_3O^+] = ١,٠ \times ١٠^{-٢}$	٠,٥

١- احسب قيمة pH لمحلول HCN ؟

٢- احسب قيمة K_b لمحلول NH_3 ؟

٣- ما صيغة الحمض المرافق الأقوى ؟

٤- ما صيغة القاعدة المرافقة الأضعف ؟

٥- أي الحموض له أعلى قيمة K_a ؟

١٠ إذا كان لديك الجدول الآتي الذي يحتوي عل معلومات متعلقة بالحمضين (١ ، ٢) ،ادرسه جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :

الرقم	الصيغة الكيميائية	التركيز (مول/لتر)	معلومات خاصة بالحمض
١	HX	٠,١	$Ka = ٤ \times ١٠^{-٥}$
٢	HY	١	$[H_3O^+] = ٤ \times ١٠^{-٢}$

١- اكتب معادلة توضح تفكك الحمض رقم (٢) في الماء ؟

٢- احسب $[OH^-]$ في الحمض رقم (١) ؟

٣- أيهما أقوى كقاعدة X^- أم Y^- ؟

٤- احسب قيمة K_a للحمض رقم (٢)

٥- أي الأملاح NaX أم NaY يكون له تأثير قاعدي أكبر ؟

تأثير الأيون المشترك

✓ **الأيون المشترك:** هو الأيون الناتج من تأين محلول الحمض الضعيف وملحه (القاعدة المرافقه) أو محلول القاعدة الضعيفة وملحها (الحمض المرافق)

مثال: محلول الحمض HCN والملح NaCN

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

$$NaCN \xrightarrow{H_2O} Na^+ + CN^-$$

– الأيون المشترك : CN^-

مثال: محلول القاعدة NH_3 والملح NH_4Cl

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

$$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$$

– الأيون المشترك : NH_4^+

سؤال اكتب صيغة الأيون المشترك فيما يلي :

المواد	الأيون المشترك
HCOOH/ HCOONa	
N_2H_4 / N_2H_5Br	
$C_6H_5NH_2$ / $C_6H_5NH_3Br$	
HNO_2 / KNO_2	
H_2CO_3 / $NaHCO_3$	
H_2S / LiHS	
$HBrO_3$ / $NaBrO_3$	

✓ تذكر : كتابة الإشارة في صيغة الأيون المشترك مهمة جداً ..

♦ ما هي طبيعة تأثير الأيون المشترك :

⊕ أثر إضافة الملح على محلول حمض ضعيف :

– لنفرض لدينا محلول الحمض الضعيف HA و الملح NaA .

قبل إضافة الملح :

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

$$\frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = K_a$$

$$[A^-] = [H_3O^+]$$

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

بعد إضافة الملح :

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

$$NaA \xrightarrow{H_2O} Na^+ + A^-$$

- إن إضافة الملح تؤدي إلى زيادة تركيز الأيون A^- .
- للتخلص من الأيون A^- الفائض ، يتفاعل أيون A^- مع أيون H_3O^+ ، يندفع الاتزان بالاتجاه العكسي .
- يقل تركيز أيون H_3O^+
- تزداد قيمة pH

– يكون تركيز $[A^-]$ = [الملح]

$$\frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = K_a$$

$$\frac{[\text{الملح}][H_3O^+]}{[\text{الحمض}]} = K_a$$

$$\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]} K_a = [H_3O^+]$$

ادرس المثال التالي :

محلول مكّون من الحمض HCOOH تركيزه (٠,٥) مول/لتر ، والملح HCOOK تركيزه (٠,٢) مول/لتر ، K_a لـ HCOOH = ٢ × ١٠$^{-٦}$: (لو٥=٠,٧)

- اوجد قيمة pH قبل إضافة الملح ؟

الحل ↓

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

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

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

$$[H_3O^+] = \sqrt{٠,٥ \times ١٠^{-٦} \times ٢}$$

$$= ١ \times ١٠^{-٣} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$$

$$pH = -\text{لو}(١ \times ١٠^{-٣}) = ٣$$

- اوجد قيمة pH بعد إضافة الملح ؟

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

$$HCOOK \xrightarrow{H_2O} HCOO^- + K^+$$

$$\frac{[\text{الملح}][H_3O^+]}{[\text{الحمض}]} = K_a$$

$$[H_3O^+] = \frac{(٠,٥)}{(٠,٢)} \times ٢ \times ١٠^{-٦}$$

$$= ٥ \times ١٠^{-٦} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$$

$$pH = -\text{لو}(٥ \times ١٠^{-٦})$$

= ٦ – لو ٥ = ٦ – ٠,٧ = ٥,٣

لاحظ أن إضافة الأيون المشترك إلى محلول الحمض الضعيف قد أدت إلى زيادة قيمة pH من ٣ إلى ٥,٣ .

$\therefore \Delta pH$ = ٥,٣ – ٣ = ٢,٣

⊕ أثر إضافة الملح على محلول القاعدة الضعيفه

– لنفرض لدينا محلول القاعدة الضعيفة B و الملح BHCl

قبل إضافة الملح .

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

$$\frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = K_b$$

$$[BH^+] = [OH^-]$$

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

بعد إضافة الملح :

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

$$BHCl \xrightarrow{H_2O} BH^+ + Cl^-$$

- إن إضافة الملح تؤدي إلى زيادة تركيز الأيون BH^+ .
- للتخلص من الأيون BH^+ الفائض ، يتفاعل أيون BH^+ مع أيون OH^- ، يندفع الاتزان بالاتجاه العكسي .
- يقل تركيز أيون OH^-
- تقل قيمة pH

– يكون تركيز [BH^+] = [الملح]

$$\frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = K_b$$

$$\frac{[\text{الملح}][OH^-]}{[\text{القاعدة}]} = K_b$$

$$\frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]} K_b = [OH^-]$$

ادرس المثال التالي :

محلول مكون من القاعدة NH_3 تركيزها (٠,٥) مول/لتر و الملح NH_4Cl تركيزه (٠,٢) مول/لتر .

K_b لـ NH_3 = ٢×١٠$^{-٨}$

(لو ٥ = ٠,٧ ، لو ٢= ٠,٣)

- اوجد قيمة pH قبل إضافة الملح ؟

الحل ↓

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

$$\frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = K_b$$

$$[OH^-] = \sqrt{(٠,٥) \times ٢\times١٠^{-٨}}$$

$[OH^-]$ = ١×١٠$^{-٤}$ مول/لتر

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

$$= \frac{١\times١٠^{-١٤}}{١\times١٠^{-٤}}$$

= ١×١٠$^{-١٠}$مول/لتر

$$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$$

$$pH = -\text{لو}(١\times١٠^{-١٠}) = ١٠$$

- اوجد قيمة pH بعد إضافة الملح ؟

الحل ↓

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

$$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$$

$$[OH^-] = K_b \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]}$$

$$[OH^-] = ٢\times١٠^{-٨} \frac{(٠,٥)}{(٠,٢)}$$

$[OH^-]$ = ٥×١٠$^{-٨}$ مول/لتر

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

$$= \frac{١\times١٠^{-١٤}}{٥\times١٠^{-٨}}$$

= ٢×١٠$^{-٦}$

$$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$$

$$pH = -\text{لو}(٢\times١٠^{-٦}) = ٦ - \text{لو}٢$$

= ٦ − ٠,٣ = ٥,٧

لاحظ أن إضافة الأيون المشترك إلى محلول القاعدة الضعيفة قد أدت إلى نقصان قيمة pH من ١٠ إلى ٥,٧ .

∴ ΔpH = ١٠ − ٥,٧ = ٤,٣

أمثلة متنوعة على تأثير الأيون المشترك :

مثال ❶ محلول مكّون من الحمض HNO_2 والملح $NaNO_2$ تركيز كل منها (٠,٢) مول/لتر .

K_a لـ HNO_2 = ٤×١٠$^{-٤}$ (لو ٤ = ٠,٦)

١) اكتب صيغة الأيون المشترك ؟

٢) احسب قيمة pH للمحلول الناتج ؟

الحل :

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

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

١) NO_2^-

٢) $$[H_3O^+] = K_a \frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$$

$[H_3O^+]$ = ٤×١٠$^{-٤}$ = $\frac{(٠,٢)}{(٠,٢)}$ = ٤×١٠$^{-٤}$ مول/لتر

$$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$$

$$pH = -\text{لو}(٤\times١٠^{-٤}) = ٤ - \text{لو}٤ = ٣,٦$$

مثال ❷ محلول منظّم حجمه(١) لتر ، مكون من القاعدة RNH_2 تركيزها (٠,٤) مول/لتر . والملح RNH_3Cl مجهول التركيز ، فإذا علمت أن (pH) للمحلول الناتج يساوي ٩ ، وأن K_b لـ RNH_2 = ٢×١٠$^{-٥}$

أجب عما يأتي :

١) اكتب صيغة الأيون المشترك في المحلول ؟

٢) احسب تركيز الملح RNH_3Cl في المحلول ؟

الحل :

$$RNH_2 + H_2O \rightleftharpoons RNH_3^+ + OH^-$$

$$RNH_3Cl \xrightarrow{H_2O} RNH_3^+ + Cl^-$$

١) RNH_3^+

٢) $pH = ٩$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-٩}$$ مول/لتر

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

$$= \frac{١\times١٠^{-١٤}}{١\times١٠^{-٩}}$$

$$\therefore [OH^-] = ١\times١٠^{-٥}$$ مول/لتر

$$[OH^-] = K_b \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]}$$

$$١\times١٠^{-٥} = ٢\times١٠^{-٥} \frac{(٠,٤)}{\text{س}}$$

$$\text{س} = [RNH_3^+] = ٠,٨$$ مول/لتر

∴ تركيز الملح في المحلول = ٠,٨ مول/لتر ، لأن الملح يتأين كلياً في المحلول .

مثال ❸ تم تحضير محلول منظّم من الحمض H_2CO_3 والملح $NaHCO_3$ بالتركيز نفسه ، فإذا كان تركيز أيون $[H_3O^+]$ في المحلول = ٤×١٠$^{-٧}$ مول/لتر .

١) اكتب صيغة الأيون المشترك ؟

٢) احسب قيمة ثابت تأين الحمض K_a ؟

٣) احسب قيمة النسبة : $\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$ لتصبح قيمة pH تساوي ٧,٤ (لو ٤ = ٠,٦)

الحل :

$$H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H_3O^+$$

$$NaHCO_3 \xrightarrow{H_2O} Na^+ + HCO_3^-$$

١) HCO_3^-

٢)

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$$

$$[H_3O^+] = K_a = ٤\times١٠^{-٧}$$

٣) $pH = ٧,٤$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-٧,٤}$$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-٧,٤+٠,٦-٠,٦} = ١٠^{-٨}\times٤$$ مول/لتر

$$\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]} = \frac{[H_3O^+]}{K_a} = \frac{٤\times١٠^{-٨}}{٤\times١٠^{-٧}} = \frac{١}{١٠}$$

مثال ❹ تم تحضير محلول منظّم حجمه (٢) لتر من حمض HCOOH تركيزه (٠,٢) مول/لتر و الملح HCOONa ، فكانت قيمة pH للمحلول = ٥ ، فإذا علمت أن K_a لـ HCOOH = ٢×١٠$^{-٥}$:

أجب عما يأتي :

١) اكتب صيغة الأيون المشترك ؟

٢) احسب عدد مولات الملح ؟

الحل :

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

$$HCOONa \xrightarrow{H_2O} HCOO^- + Na^+$$

١) $HCOO^-$

٢)

$pH = ٥$

$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-٥}$ مول/لتر

$K_a = \frac{[H_3O^+]}{\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}}$

$١٠ \times ١^{-٥} = ١٠ \times ٢^{-٥} = \frac{٠,٢}{س}$

∴ س = ٠.٤ مول/لتر

$ت = \frac{ع}{ح} \Leftrightarrow ع = ٠,٤ \times ٢ = ٠,٨$ مول

مثال ٥ احسب $[H_3O^+]$ في محلول مكون من القاعدة B (١مول/لتر) والملح BHCl (٠,٥ مول/لتر) ، علماً بأن K_b لـ B = ١٠×١^{-٦} .

الحل :

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

$BHCl \xrightarrow{H_2O} BH^+ + Cl^-$

$K_b = \frac{[OH^-]}{\frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]}}$

$[OH^-] = ١٠ \times ١^{-٦} \frac{(١)}{(٠,٥)}$

$[OH^-] = ١٠ \times ٢^{-٦}$ مول/لتر

$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{١٠ \times ١^{-١٤}}{١٠ \times ٢^{-٦}}$

$= ١٠ \times ٥^{-٩}$ مول/لتر

مثال ٦ أضيف (٠,٠٩) مولاً من الملح KZ إلى (٢٥٠) مل من محلول الحمض HZ (٠,١مول/لتر) ، فإذا كانت K_a لـ HZ = $٣,٦ \times ١٠^{-٦}$

١- احسب قيمة pH للمحلول الناتج ؟

٢- ما الأيون المشترك في المحلول الناتج ؟

٣- ما طبيعة تأثير محلول الملح KZ ؟

الحل :

١-

$HZ + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Z^-$

$KZ \xrightarrow{H_2O} K^+ + Z^-$

$[KZ] = \frac{ع}{ح} = \frac{٠,٠٩}{٢٥٠} = ٠,٣٦$مول/لتر

$K_a = \frac{[H_3O^+]}{\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}}$

$[H_3O^+] = ٣,٦ \times ١٠^{-٦} \frac{٠,١}{(٠,٣٦)}$

$= ١ \times ١٠^{-٦}$ مول/لتر

$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$

$pH = -\text{لو}(١ \times ١٠^{-٦}) = ٦$

٢- Z^-

٣- قاعدي

معلومات هامة : أثر إضافة الماء النقي على قيمة pH للمحاليل :

- إضافة الماء إلى محلول حمضي ↔ تزداد pH
- إضافة الماء إلى محلول قاعدي ↔ تقل pH
- إضافة الماء إلى محلول محلول منظّم حمضي ↔ لا تتأثر قيمة pH .
- إضافة الماء إلى محلول محلول منظّم قاعدي ↔ لا تتأثر قيمة pH .

المحلول المنظّم

✓ **المحلول المنظم:** هو المحلول المكون من محلول الحمض الضعيف وملحه أو محلول القاعدة الضعيفة وملحها ، ويعمل على مقاومة التغير في قيمة pH عند إضافة حمض قوي أو قاعدة قوية .

– أهمية المحلول المنظّم :

- الصناعة : عمليات الترسيب والطلاء وصناعة الشامبو ودباغة الجلود .
- العمليات الفسيولوجية التي تحدث في أجسام الكائنات الحية عند درجة حرارة معينة مثل نقل الدم للأكسجين عندما يكون pH = ٧,٤ تقريباً .

– أمثلة على المحاليل المنظمة :–

- $HCOOH / HCOO^-$
- NH_3 / NH_4^+
- H_2CO_3 / HCO_3^-
- $N_2H_4 / N_2H_5^+$
- CH_3COOH / CH_3COO^-

– تقسم المحاليل المنظمة إلى نوعين :

- محاليل منظمة حمضية : وهي مكونة من محلول الحمض الضعيف وملحه .
- محاليل منظمة قاعدية : وهي مكونة من محلول القاعدة الضعيفة وملحها.

أولاً : المحلول المنظّم الحمضي

– لنفرض المحلول المنظّم الحمضي HA والملح NaA

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

$$NaA \xrightarrow{H_2O} Na^+ + A^-$$

$$\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]} K_a = [H_3O^+]$$

① عند إضافة كمية من حمض قوي إلى المحلول المنظّم مثل حمض HCl .

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

- يزداد تركيز أيون $[H_3O^+]$ في المحلول .
- للتخلص من كمية $[H_3O^+]$ الفائضة ، يتفاعل أيون $[H_3O^+]$ مع أيون A^- .
- يندفع الاتزان بالاتجاه العكسي .
- يقل تركيز $[A^-]$ (الملح)
- يزدادا تركيز $[HA]$ (الحمض)

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

يقل يزداد

– حيث يقل تركيز الملح ويزداد تركيز الحمض بنفس المقدار .

∴ يتم حساب تركيز أيون $[H_3O^+]$ كالآتي :

$$\frac{[HCl]+[\text{الحمض}]}{[HCl]-[\text{الملح}]} K_a = [H_3O^+]$$

② عند إضافة كمية من قاعدة قوية إلى المحلول المنظّم مثل NaOH .

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

- يزداد تركيز أيون $[OH^-]$ في المحلول .
- يتفاعل أيون $[OH^-]$ مع أيون $[H_3O^+]$
- لتعويض النقص في كمية $[H_3O^+]$ ، يتأين الحمض $[HA]$ فيقل تركيزه .
- يندفع الاتزان في الاتجاه الأمامي .
- يزداد تركيز أيون $[A^-]$ (الملح)

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

يزداد يقل

∴ يتم حساب تركيز أيون $[H_3O^+]$ كالآتي :

$$\frac{[NaOH]-[\text{الحمض}]}{[NaOH]+[\text{الملح}]}K_a = [H_3O^+]$$

- **مثال / توضيح**

محلول منظّم حجمه(١) لتر ، مكون من الحمض HCOOH تركيزه (٠,٦) مول/لتر والملح HCOONa تركيزه (٠,٦) مول/لتر ،

علماً بأن K_a لـ HCOOH = ٢×١٠^{-٤}

(لو ٢ = ٠,٣ ، لو ٤ = ٠,٦)

(١) احسب قيمة pH للمحلول الناتج ؟

(٢) احسب قيمة pH للمحلول بعد إضافة (٠,٢) مول من الحمض HCl المخفف (اهمل التغير في الحجم)

(٣) احسب قيمة pH للمحلول بعد إضافة (٠,٢) مول من NaOH المخفف (اهمل التغير في الحجم)

الحل :

-١

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

$$HCOONa \xrightarrow{H_2O} HCOO^- + Na^+$$

$$\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}K_a = [H_3O^+]$$

$$\frac{٠,٦}{٠,٦} \times ٢ \times ١٠^{-٤} = [H_3O^+]$$

$= ٢ \times ١٠^{-٤}$ مول/لتر

$$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$$

$$pH = -\text{لو}(٢ \times ١٠^{-٤}) = ٤ - \text{لو}٢$$

$= ٤ - ٠,٣ = ٣,٧$

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^- \quad \textbf{-٢}$$

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

$$\frac{[HCl]+[\text{الحمض}]}{[HCl]-[\text{الملح}]}K_a = [H_3O^+]$$

$$\frac{٠,٢+٠,٦}{٠,٢-٠,٦} \times ٢ \times ١٠^{-٤} = [H_3O^+]$$

$= ٢ \times ١٠^{-٤}$ مول/لتر $= \frac{٠,٨}{٠,٤} \times ٢ \times ١٠^{-٤} = ٤ \times ١٠^{-٤}$

$$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$$

$$pH = -\text{لو}(٤ \times ١٠^{-٤}) = ٤ - \text{لو}٤$$

$= ٤ - ٠,٦ = ٣,٤$

- لاحظ مقدار تغير قيمة pH للمحلول بمقدار طفيف جداً (قل بمقدار ٠,٣) .

$$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^- \quad \textbf{-٣}$$

$$[NaOH] = \frac{\text{ع}}{\text{ح}} = \frac{٠,٢}{١} = ٠,٢ \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{[NaOH]-[\text{الحمض}]}{[NaOH]+[\text{الملح}]}K_a = [H_3O^+]$$

$$\frac{٠,٢-٠,٦}{٠,٢+٠,٦} \times ٢ \times ١٠^{-٤} = [H_3O^+]$$

$= ٢ \times ١٠^{-٤}$ مول/لتر $= \frac{٠,٤}{٠,٨} \times ٢ \times ١٠^{-٤} = ١ \times ١٠^{-٤}$

$$pH = -\text{لو}[H_3O^+]$$

$$pH = -\text{لو}(١ \times ١٠^{-٤}) = ٤$$

- لاحظ مقدار تغير قيمة pH للمحلول بمقدار طفيف جداً (ازداد بمقدار ٠,٣) .

ثانياً : المحلول المنظّم القاعدي

- لنفرض المحلول المنظّم القاعدي B والملح BHCl

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

$$BHCl \xrightarrow{H_2O} BH^+ + Cl^-$$

$$\frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]} K_b = [OH^-]$$

① عند إضافة كمية من حمض قوي إلى المحلول المنظّم مثل حمض HCl

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

- يزداد تركيز أيون $[H_3O^+]$ في المحلول .
- يتفاعل أيون $[H_3O^+]$ مع أيون $[OH^-]$
- لتعويض النق في كمية $[OH^-]$، تتأين القاعدة [B] فيقل تركيزها .
- يندفع الاتزان في الاتجاه الأمامي .
- يزداد تركيز أيون $[BH^+]$ (الملح)

✓ $[B]_{\text{الجديد}} = [B]_{\text{القديم}} - [HCl]$

✓ $[BH^+]_{\text{الجديد}} = [BH^+]_{\text{القديم}} + [HCl]$

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

يزداد يقل

$$\frac{[HCl] - [\text{القاعدة}]}{[HCl] + [\text{الملح}]} K_b = [OH^-]$$

② عند إضافة كمية من قاعدة قوية إلى المحلول المنظّم مثل NaOH .

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

- يزداد تركيز أيون $[OH^-]$ في المحلول .
- للتخلص من كمية $[OH^-]$الفائضة ، يتفاعل أيون $[OH^-]$ مع أيون BH^+ .
- يندفع الاتزان بالاتجاه العكسي .
- يقل تركيز $[BH^+]$ (الملح)
- يزدادا تركيز [B] (الحمض)

✓ $[B]_{\text{الجديد}} = [B]_{\text{القديم}} + [NaOH]$

✓ $[BH^+]_{\text{الجديد}} = [BH^+]_{\text{القديم}} - [NaOH]$

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

يزداد يقل

$$\frac{[NaOH] + [\text{القاعدة}]}{[NaOH] - [\text{الملح}]} K_b = [OH^-]$$

• مثال / توضيح

محلول منظّم حجمه(١) لتر ، مكون من القاعدة RNH_2 تركيزها (٠,٣) مول/لتر والملح RNH_3Br تركيزه (٠,٣) مول/لتر ،

علماً بأن K_b لـRNH_2 = ١×١٠$^{-٦}$

(لو ٢ = ٠,٣ ، لو ٥ = ٠,٧)

(١) احسب قيمة pH للمحلول الناتج ؟

(٢) احسب قيمة pH للمحلول بعد إضافة (٠,١) مول من الحمض HCl المخفف (اهمل التغير في الحجم)

(٣) احسب قيمة pH للمحلول بعد إضافة (٠,١) مول من NaOH المخفف (اهمل التغير في الحجم)

الحل :

١- $$RNH_2 + H_2O \rightleftharpoons RBH_3^+ + OH^-$$

$$RNH_3Br \xrightarrow{H_2O} RNH_3^+ + Br^-$$

$$\frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]} K_b = [OH^-]$$

$[OH^-] = \frac{٠,٣}{٠,٣} \times ١٠^{-٦} \times ١ = ١٠^{-٦} \times ١$ مول/لتر

$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{١٠^{-١٤} \times ١}{١٠^{-٦} \times ١} = ١٠^{-٨} \times ١$

$pH = -\text{لو}(١٠^{-٨} \times ١) = ٨$

٢- $[HCl] = \frac{ع}{ح} = \frac{٠,١}{١} = ٠,١$ مول/لتر

$$[OH^-] = K_b \frac{[HCl] - [القاعدة]}{[HCl] + [الملح]}$$

$$[OH^-] = ١ \times ١٠^{-٦} \frac{(٠,١ - ٠,٣)}{(٠,١ + ٠,٣)}$$

$$= ١ \times ١٠^{-٦} \frac{(٠,٢)}{(٠,٤)}$$

$\therefore [OH^-] = ٥ \times ١٠^{-٧}$ مول/لتر

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٥ \times ١٠^{-٧}} = ٢ \times ١٠^{-٨}$$

$pH = -لو [H_3O^+]$

$pH = -لو (٢ \times ١٠^{-٨}) = ٨ - لو ٢$

$= ٨ - ٠,٣$

$= ٧,٧$

- لاحظ مقدار تغير قيمة pH للمحلول بمقدار طفيف جداً (قل بمقدار ٠,٣)

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

$[NaOH] = \frac{ع}{ح} = \frac{٠,١}{١} = ٠,١$ مول/لتر

$$[OH^-] = K_b \frac{[NaOH] + [القاعدة]}{[NaOH] - [الملح]}$$

$$[OH^-] = ١ \times ١٠^{-٦} \frac{(٠,١ + ٠,٣)}{(٠,١ - ٠,٣)}$$

$$= ١ \times ١٠^{-٦} \frac{(٠,٤)}{(٠,٢)}$$

$\therefore [OH^-] = ٢ \times ١٠^{-٦}$ مول/لتر

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢ \times ١٠^{-٦}} = ٥ \times ١٠^{-٩}$$

$pH = -لو [H_3O^+]$

$pH = -لو (٥ \times ١٠^{-٩}) = ٩ - لو ٥$

$= ٩ - ٠,٧$

$= ٨,٣$

- لاحظ مقدار تغير قيمة pH للمحلول بمقدار طفيف جداً (ازداد بمقدار ٠,٣) .

أمثلة

مثال ❶ : (وزارة ٢٠١٨/ش)

محلول منظّم حجمه (١) لتر يتكون من القاعدة C_5H_5N وملحها C_5H_5NHBr لهما نفس التركيز (٠,٣) مول/لتر ، فإذا علمت أن $K_b = ٢ \times ١٠^{-٩}$

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- ما صيغة الأيون المشترك ؟

٢- احسب تركيز H_3O^+ عند إضافة (٠,٢) مول HCl إلى لتر من المحلول (أهمل تغير الحجم)

الحل :

١) $C_5H_5NH^+$

٢)

$$[OH^-] = K_b \frac{[HCl] - [القاعدة]}{[HCl] + [الملح]}$$

$$[OH^-] = ٢ \times ١٠^{-٩} \frac{(٠,٢ - ٠,٣)}{(٠,٢ + ٠,٣)}$$

$$= ٢ \times ١٠^{-٩} \frac{٠,١}{٠,٥}$$

$= ٤ \times ١٠^{-١٠}$ مول/لتر

$$[H_3O^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٤ \times ١٠^{-١٠}}$$

$= ٢,٥ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر

مثال ❷ : (وزارة ٢٠١٧/ص)

محلول منظّم يتكوّن من الحمض HOCl تركيزه (٠,٢) مول/لتر وملحة NaOCl

(فإذا علمت أن $Ka = ٣ \times ١٠^{-٨}$ ، $١٠^{-٠,٣} = ٢$)

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- احسب عدد مولات NaOCl اللازم إضافتها إلى (٢٠٠) مل من المحلول المنظّم لتصبح pH له (٦,٧)

٢- ما صيغة الأيون المشترك ؟

٣- احسب تركيز $[H_3O^+]$ بعد إضافة (٠,٠١) مول NaOH إلى لتر من المحلول المنظّم .

الحل : ::↓

١- $pH = ٦,٧$

$[H_3O^+] = ١٠^{-٦,٧} = ٢ \times ١٠^{-٧}$ مول/لتر

$$\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]} K_a = [H_3O^+]$$

$$\frac{٠,٢}{\text{س}} \times ٣ \times ١٠^{-٨} = ٢ \times ١٠^{-٧}$$

$$\text{س} = \frac{٦ \times ١٠^{-٩}}{٢ \times ١٠^{-٧}}$$

$= ٣ \times ١٠^{-٢}$ مول/لتر

عدد المولات = التركيز × الحجم

$= ٣ \times ١٠^{-٢} \times ٠,٢ = ٦ \times ١٠^{-٣}$ مول

٢- OCl^-

٣-

$$\frac{[NaOH] - [\text{الحمض}]}{[NaOH] + [\text{الملح}]} K_a = [H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = ٣ \times ١٠^{-٨} \times \frac{٠,١ - ٠,٢}{٠,١ + ٠,٠٣}$$

$$= \frac{٥,٧ \times ١٠^{-٩}}{٠,٤}$$

$= ١,٤٢٥ \times ١٠^{-٧}$ مول/لتر

مثال ❸ : (وزارة ٢٠١٨/ش ، منهاج قديم)

محلول منظّم حجمه (١) لتر يتكوّن من الحمض CH_3COOH تركيزه (٠,١) مول/لتر وملحه CH_3COONa

(فإذا علمت أن $Ka = ١ \times ١٠^{-٥}$) ،

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- ما صيغة الأيون المشترك ؟

٢- احسب تركيز الملح اللازم إضافته إلى لتر من المحلول المنظّم لتصبح pH له (٥) .

٣- احسب احسب تركيز $[H_3O^+]$ بعد إضافة (٠,٠٥) مول NaOH إلى لتر من المحلول المنظّم (اهمل تغير الحجم)

٤- ما طبيعة تأثير محلول الملح CH_3COONa

الحل ::::↓

١- CH_3COO^-

٢-

$pH = ٥$

$[H_3O^+] = ١٠^{-٥}$ مول/لتر

$$\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]} K_a = [H_3O^+]$$

$$\frac{٠,١}{\text{س}} \times ١ \times ١٠^{-٥} = ١ \times ١٠^{-٥}$$

$س = ٠,١$

تركيز الملح = ٠,١ مول/لتر

٣- $$\frac{[NaOH] - [\text{الحمض}]}{[NaOH] + [\text{الملح}]} K_a = [H_3O^+]$$

$$= \frac{(٠,٠٥ - ٠,١)}{(٠,٠٥ + ٠,١)} \times ١ \times ١٠^{-٥}$$

$$= \frac{(٠,٠٥)}{(٠,١٥)} \times ١ \times ١٠^{-٥}$$

$= ٣,٣ \times ١٠^{-٦}$ مول/لتر

٤- قاعدي

مثال ٤

محلول منظّم حجمه (٤) لتر ، يحتوى الحمض H_2CO_3 تركيزه (٠.٢) مول/لتر والملح $NaHCO_3$ تركيزه (٠.٣) مول/لتر ، K_a لـ $H_2CO_3 = ٤ \times ١٠^{-٨}$

اجب عن الأسئلة الآتية :

١- ما صيغة الأيون المشترك ؟

٢- أوجد عدد مولات NaOH اللازم إضافتها إلى محلول المنظّم لتصبح قيمة pH تساوي ٨ .

الحل ::::↓

١- HCO_3^-

٢-

$$pH = ٨$$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-٨} \text{ مول/لتر}$$

$$K_a = [H_3O^+] \frac{[\text{الحمض}] - [NaOH]}{[\text{الملح}] + [NaOH]}$$

$$١ \times ١٠^{-٨} = ٤ \times ١٠^{-٨} \frac{(٠,٢ - \text{س})}{(٠,٣ + \text{س})}$$

$$٠,٣ + \text{س} = ٤(٠,٢ - \text{س})$$

$$٠,٥ \text{س} = ٠,٥$$

$$\text{س} = ٠,١ \text{ مول /لتر}$$

$$\therefore \text{ع} = \text{ت} \times \text{ح}$$

$$= ٠,١ \times ٤ = ٠,٤ \text{ مول}$$

مثال ٥

منظّم حجمه (١) لتر يحتوي على القاعدة CH_3NH_2 تركيزها (٠,٥) مول/لتر و الملح CH_3NH_3Cl تركيزه (٠,٤) مول/لتر .

علماً بأن K_b لـ $CH_3NH_2 = ٤ \times ١٠^{-٤}$

(لو ٥ = ٠,٧ ، لو ٢ = ٠,٣)

اجب عن الأسئلة الآتية :

١- ما صيغة الأيون المشترك ؟

٢- احسب قيمة pH للمحلول المنظّم .

٣- احسب قيمة pH للمحلول عند إضافة (٠,٢) مول من الحمض HCl المخفف إلى (١) لتر من المحلول المنظّم السابق (اهمل تغير الحجم)

الحل ::::↓

١- $CH_3NH_3^+$

٢-

$$K_b = [OH^-] \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]}$$

$$[OH^-] = ٤ \times ١٠^{-٤} \frac{٠,٥}{٠,٤}$$

$$= ٥ \times ١٠^{-٤} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٥ \times ١٠^{-٤}}$$

$$= ٢ \times ١٠^{-١١} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = - \text{لو} (٢ \times ١٠^{-١١}) = ١١ - ٠,٣ = ١٠,٧$$

٣-

$$K_b = [OH^-] \frac{[\text{القاعدة}] - [HCl]}{[\text{الملح}] + [HCl]}$$

$$[OH^-] = ٤ \times ١٠^{-٤} \frac{٠,٥ - ٠,٢}{٠,٤ + ٠,٢}$$

$$= ٤ \times ١٠^{-٤} \frac{٠,٣}{٠,٦}$$

$$= ٢ \times ١٠^{-٤} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢ \times ١٠^{-٤}}$$

$$= ٥ \times ١٠^{-١١} \text{ مول /لتر}$$

$$pH = - \text{لو} (٥ \times ١٠^{-١١}) = ١١ - ٠,٧ = ١٠,٢$$

- انتبه في حل المسائل للمطبات التالية

- صيغة الملح : إذا كان ثنائي مثل BaX_2

تركيز الأيون المشترك = ٢ [الملح]

- صيغة الحمض القوي أو القاعدة القوية المضافة للمحلول المنظّم.

مسائل على المحلول المنظّم والأيون المشترك

١ ما كتلة NaOH اللازم إضافتها إلى محلول منظّم حجمه (٢) لتر ، يحتوى القاعدة NH_3 تركيزه (٠,٢) مول/لتر والملح NH_4Br تركيزه (٠,٤) مول/لتر حتي يصبح $[H_3O^+]$ في المحلول = $٢,٥ \times ١٠^{-١٠}$ مول/لتر علماً بأن K_b لـ NH_3 = ٢×١٠^{-٥} و والكتلة المولية لـ NaOH = ٤٠ غم/مول .

الحل :⇊

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

$[H_3O^+] = ٢,٥ \times ١٠^{-١٠}$ مول/ لتر

$$[OH^-] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢,٥ \times ١٠^{-١٠}} = ٤ \times ١٠^{-٥} \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{[\text{القاعدة}] + [NaOH]}{[\text{الملح}] - [NaOH]} K_b = [OH^-]$$

$$\frac{\text{س} + ٠,٢}{٠,٤ - \text{س}} \times ٢ \times ١٠^{-٥} = ٤ \times ١٠^{-٥}$$

$$٢(٠,٤ - \text{س}) = ٠,٢ + \text{س}$$

$$٠,٦ = ٣ \text{ س}$$

$$\text{س} = \frac{٠,٦}{٣}$$

س=٠,٢

∴ ع = ت × ح ⟸ ٠,٢ × ٢ = ٠,٤ مول

ك = ع × ك.م ⟸ ٠,٤ × ٤٠ = ١٦ غرام

---

٢ محلول منظّم حجمه(١) لتر ، مكون من القاعدة RNH_2 تركيزها (٠,٤) مول/لتر . والملح RNH_3Cl مجهول التركيز ، فإذا علمت أن (pH) للمحلول الناتج يساوي ٩ ، وأن K_b لـ RNH_2 = ٢×١٠^{-٥}

أجب عما يأتي :

١) احسب تركيز الملح RNH_3Cl في المحلول ؟

٢) احسب $[OH^-]$ في المحلول بعد إضافة إليه (٠,٢) مول من HCl إلى لتر من المحلول المنظّم ؟ (اهمل التغير في الحجم)

الحل :⇊

$$RNH_2 + H_2O \rightleftharpoons RNH_3^+ + OH^-$$

-١

pH = ٩

$[H_3O^+] = ١ \times ١٠^{-٩}$ مول/لتر

$$[OH^-] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-٩}}$$

$= ١ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر

$$[OH^-] = \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]} K_b$$

$$١ \times ١٠^{-٥} = ٢ \times ١٠^{-٥} \times \frac{٠,٤}{\text{س}}$$

س = ٠,٨ مول/لتر

-٢

$$[OH^-] = \frac{[\text{القاعدة}] - [HCl]}{[\text{الملح}] + [HCl]} K_b$$

$$[OH^-] = ٢ \times ١٠^{-٥} \times \frac{٠,٢ - ٠,٤}{٠,٢ + ٠,٨}$$

$= ٤ \times ١٠^{-٦}$ مول/لتر

---

٣ اوجد قيمة pH لمحلول حمض CH_3COOH تركيزه (٠,٥) مول/لتر ؟

– كم تصبح قيمة pH عند إضافة الملح CH_3COONa تركيزه (٠,٢) مول/لتر الى المحلول السابق ؟

علماً بأن ($K_a = ٢ \times ١٠^{-٤}$ ، لو ٥= ٠,٧)

الحل :⇊

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

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

$[H_3O^+] = \sqrt{٢ \times ١٠^{-٤} \times ٠,٥} = ١ \times ١٠^{-٢}$ مول/لتر

pH = – لو (١ × ١٠ $^{-٢}$) = ٢

∴ عند إضافة الملح :

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$$

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

$$= ٥ \times ١٠^{-٤} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = - \text{لو } (٥ \times ١٠^{-٤}) = ٣,٣$$

---

٤ اوجد قيمة pH لمحلول يحتوي على الحمض H_2CO_2 والملح $NaHCO_2$ تركيز كل منها (٠,٢) مول/لتر علماً بأن K_a لـ $H_2CO_2 = ٤ \times ١٠^{-٤}$ ،(لو ٤ = ٠,٦)

الحل :⇊

$$H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H_3O^+$$

$$NaHCO_3 \xrightarrow{H_2O} Na^+ + HCO_3^-$$

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$$

$$= ٤ \times ١٠^{-٤} \frac{٠,٢}{٠,٢}$$

$$= ٤ \times ١٠^{-٤} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = - \text{لو } (٤ \times ١٠^{-٤}) = ٣,٤$$

---

٥ احسب قيمة pH لمحلول يحتوى على الحمض HClO والملح NaClO النسبة بين تركيزهما $\frac{٢}{١}$ علماً بأن K_a لـ HClO $= ٣ \times ١٠^{-٨}$ ؟

(لو ٦ = ٠,٨)

الحل ⇊

$$HClO + H_2O \rightleftharpoons ClO^- + H_3O^+$$

$$NaClO \xrightarrow{H_2O} Na^+ + ClO^-$$

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$$

$$= ٣ \times ١٠^{-٨} \frac{٢}{١}$$

$$= ٦ \times ١٠^{-٨} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = - \text{لو } (٦ \times ١٠^{-٨})$$

$$= ٨ - \text{لو } ٦ = ٧,٢$$

---

٦ احسب قيمة pH لمحلول حجمه (٢) لتر ، يحتوي على الحمض HF تركيزه (٠,٤) مول/لتر و (٠,٤) مول من الملح KF ، علماً بإن K_a لـ HF $= ٧ \times ١٠^{-٤}$

(لو ١,٤ = ٠,١٥)

الحل ⇊

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

$$KF \xrightarrow{H_2O} K^+ + F^-$$

انتبه :

ورد في السؤال عدد مولات الملح وليس التركيز

لذا نحسب تركيز الملح أولاً .

$$[\text{الملح}] = \frac{\text{ع}}{\text{ح}} = \frac{٠,٤}{٢} = ٠,٢ \text{ مول /لتر}$$

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$$

$$= ٧ \times ١٠^{-٤} \frac{٠,٤}{٠,٢}$$

$$= ١,٤ \times ١٠^{-٣} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = - \text{لو } (١,٤ \times ١٠^{-٣})$$

$$= ٣ - \text{لو } ١,٤ = ٢,٨٥$$

---

٧ اوجد كتلة الملح HCOONa اللازم إضافتها إلى (٤٠٠) مل من محلول الحمض HCOOH ذي التركيز (٠,٢)مول/لتر حتى تكون pH ٣,٤ ، K_a لـ HCOOH $= ٢ \times ١٠^{-٤}$ ، ك.م للملح = ٦٨ غم/مول .

(لو ٤ = ٠,٦)

الحل⇊

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

$$HCOONa \xrightarrow{H_2O} HCOO^- + Na^+$$

$$pH = ٣,٤$$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-٣,٤}$$

$$= ٤ \times ١٠^{-٤} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$$

$$٤ \times ١٠^{-٤} = ٤ \times ١٠^{-٤} \frac{٠,٢}{\text{س}}$$

∴ ٤س = ٠,٤ ⟸ س = ٠,١ مول/لتر

ع = ت×ح ⟸ ٠,١ × ٠,٤ = ٠,٠٤ مول

الكتلة = ع × ك.م ⟸ ٠,٠٤ × ٦٨ = ٢,٧٢ غرام

---

٨ احسب قيمة pH لمحلول يحتوى على القاعدة CH_3NH_2 تركيزها (٠,٢) مول/لتر والملح CH_3NH_3Br تركيزه (٠,٤) مول/لتر .

K_b لـ CH_3NH_2 = ٤×١٠ $^{-٤}$ (لو ٥ = ٠,٧)

الحل ⇊

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

$$CH_3NH_3Br \xrightarrow{H_2O} CH_3NH_3^+ + Br^-$$

$$[OH^-] = K_b \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]}$$

$$= ١٠\times٤^{-٤} \frac{٠,٢}{٠,٤}$$

$$= ١٠\times٢^{-٤} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = \frac{١٠\times١^{-١٤}}{١٠\times٢^{-٤}}$$

$$= ١٠\times٥^{-١١} \text{ مول/لتر}$$

pH = – لو (٥×١٠ $^{-١١}$)

= ١١ – لو ٥ = ١٠,٣

---

٩ احسب قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول حجمه (٥) لتر يحتوى على القاعدة N_2H_4 تركيزها(٠,٢مول/لتر) و (٢٢,٦ غرام) من بلورات الملح N_2H_5Br

علماً بأن : K_b = ١٠×١ $^{-٦}$ ، والكتلة المولية لـ N_2H_5Br = ١١٣غرام /مول ؟ (لو٢= ٠,٣)

الحل ⇊

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

$$N_2H_5Br \xrightarrow{H_2O} N_2H_5^+ + Br^-$$

∴ في البداية نحسب تركيز الملح :

عدد مولات الملح = $\frac{ك}{ك.م} = \frac{٢٢,٦}{١١٣}$ = ٠,٢ مول

$[N_2H_5Br] = \frac{٠,٢}{٥}$ = ٠,٠٤ لتر / مول

$$[OH^-] = K_b \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]}$$

$$= ١٠\times١^{-٦} \frac{٠,٢}{٠,٠٤}$$

$$= ١٠\times٥^{-٦} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = \frac{١٠\times١^{-١٤}}{١٠\times٥^{-٦}}$$

$$= ١٠\times٢^{-٩} \text{ مول/لتر}$$

pH = – لو (٢×١٠ $^{-٩}$)

= ٩ – لو ٢ = ٨,٧

---

١٠ ما النسبة بين تركيز القاعدة $C_2H_5NH_2$ والملح $C_2H_5NH_3Cl$ اللازم وجودها في المحلول حتى تكون قيمة pH تساوي (١٠,٣) ؟

(علماً بأن : K_b = ٦×١٠ $^{-٤}$ ، لو ٥ = ٠,٧)

الحل ⇊

$$C_2H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5NH_3^+ + OH^-$$

$$C_2H_5NH_3Cl \xrightarrow{H_2O} C_2H_5NH_3^+ + Cl^-$$

$$pH = ١٠,٣$$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-١٠,٣}$$

$$= ١٠\times٥^{-١١} \text{ مول/لتر}$$

$$[OH^-] = \frac{١٠\times١^{-١٤}}{١٠\times٥^{-١١}}$$

$$= ١٠\times٢^{-٤} \text{ مول/لتر}$$

$$[OH^-] = K_b \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]}$$

$$\frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]} = \frac{١٠\times٢^{-٤}}{١٠\times٦^{-٤}} = \frac{١}{٣}$$

---

١١ اوجد مقدار قيمة pH للمحلول الناتج من إضافة (١٠٠) مل من محلول HF تركيزه (٠,٤) مول/لتر إلى (٤٠٠) مل من محلول الملح NaF ذي التركيز (٠,٣) مول/لتر ، علماً بأن : K_a لـ HF = ٥×١٠ $^{-٤}$

(لـو $\frac{٥}{٣}$ = ٠,٢)

الحل ⇊

الحجم الكلي = ٥٠٠ مل

– نحسب تركيز الحمض HF الجديد .

ت١ × ح ١ = ت٢ × ح٢

٠,٤ × ٠,١ = ت٢ × ٠,٥

∴ [HF] = $\frac{٠,١ \times ٠,٤}{٠,٥}$ = ٠,٠٨ مـــول/لتر

– نحسب تركيز الملح الجديد :

ت١ × ح ١ = ت٢ × ح٢

٠,٣ × ٠,٤ = ت٢ × ٠,٥

∴ [الملح] = $\frac{٠,٤ \times ٠,٣}{٠,٥}$ = ٠,٢٤ مـــول/لتر

$[H_3O^+] = K_a \frac{[\text{الحمـض}]}{[\text{الملـح}]}$

$= ٥ \times ١٠^{-٤} \frac{٠,٠٨}{٠,٢٤}$

$= \frac{٥}{٣} \times ١٠^{-٤}$ مـــول/لتر

pH = – لو $(\frac{٥}{٣} \times ١٠^{-٤})$

= ٤ – لو $\frac{٥}{٣}$ = ٣,٨

---

١٢ إذا كانت قيمة pH لمحلول يحتوى على القاعدة X (٠,١ مول/لتر) = ١١,٣ ، وعند إضافة ٤,٨ غرام من الملح XHCl إلى (٢) لتر من المحلول السابق تغيرت قيمة pH بمقدار (١,٣) احسب الكتلة المولية للملح .

(لو٥ = ٠,٧)

الحل ⇊

$X + H_2O \rightleftharpoons XH^+ + OH^-$

pH = ١١,٣

$[H_3O^+] = ١٠^{-١١,٣}$

$= ٥ \times ١٠^{-١٢}$ مـــول/لتر

$[OH^-] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٥ \times ١٠^{-١٢}}$

$= ٢ \times ١٠^{-٣}$ مـــول/لتر

$K_b = \frac{[H_3O^+]^٢}{[\text{الحمـض}]} = \frac{(٢ \times ١٠^{-٣})^٢}{٠,١} = ٤ \times ١٠^{-٥}$

∴ عند إضافة الملح تقل قيمة pH

pH = ١١,٣ – ٢ = ٩,٣

pH = ٩,٣

$[H_3O^+] = ١٠^{-٩,٣}$

$= ٥ \times ١٠^{-١٠}$ مـــول/لتر

$[OH^-] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٥ \times ١٠^{-١٠}}$

$= ٢ \times ١٠^{-٥}$ مـــول/لتر

$[OH^-] = K_b \frac{[\text{القاعـدة}]}{[\text{الملـح}]}$

$٢ \times ١٠^{-٥} = ٤ \times ١٠^{-٥} \frac{٠,١}{\text{س}}$

٢س = ٠,٤ ⟸ س = ٠,٢ مول /لتر

∴ ع = ت × ح ⟸ ٢ × ٠,٢ = ٠,٤ مول

∴ ع = $\frac{\text{ك}}{\text{ك.م}}$ ⟺ ك.م = $\frac{٤,٨}{٠,٤}$ = ٦٠ غرام

---

١٣ ما التغير الذي يحدث لقيمة pH لمحلول HF تركيزه (٠,١) مول/لتر ، عندما يُذاب فيه كمية من ملح NaF ليصبح تركيز أيون $[F^-]$ = ٠,١ مول/لتر ، علماً بأن K_a = ٦,٤ × ١٠$^{-٤}$ ، (لو ٨ = ٠,٩ ، لو ٦,٤ = ٠,٨)

الحل ⇊

– نحسب قيمة pH قبل إضافة الملح .

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

$K_a = \frac{[H_3O^+]^٢}{[\text{الحمـض}]}$

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

$= \sqrt{٦,٤ \times ١٠^{-٤} \times ٠,١}$

$= ٨ \times ١٠^{-٢}$ مـــول/لتر

pH = – لو (٨×١٠^{-٢}) = ٢– لو ٨

= ٢– ٠,٩ = ١,١

– نحسب قيمة pH عند إضافة الملح .

$NaF \xrightarrow{H_2O} Na^+ + F^-$

$[H_3O^+] = K_a \frac{[\text{الحمـض}]}{[\text{الملـح}]}$

$$\left[H_3O^+\right] = \frac{0,1}{0,1} \times 6,4 \times 10^{-4}$$

$= 6,4 \times 10^{-4}$ مـــول/لتر

pH = – لو $(6,4 \times 10^{-4})$ = ٤ – لو ٦,٤

= ٤ – ٠,٨ = ٣,٢

∴ Δ pH = ٣,٢ – ١,١ = ٢,١

---

(١٤) تم تحضير محلول حجمه (٤٠٠) مل من إذابة (٠,٢) مول من C_2H_5N و (١٦) غرام من الملح C_2H_5NHBr ذي الكتلة المولية (١٦٠) غرام /مول اعتمادا على ذلك احسب قيمة pH ،

علماً بأن : K_b لـ C_2H_5N = ١ × 10^{-9}

(لو ٥ = ٠,٧)

الحل ⇊

– نحسب تركيز القاعدة C_2H_5N

$[C_2H_5N] = \frac{ع}{ح} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5$ مول/لتر

– نحسب تركيز الملح C_2H_5NHBr

$ع = \frac{ك}{ك.م} = \frac{16}{160} = 0,1$ مول

$[C_2H_5NHBr] = \frac{ع}{ح} = \frac{0,1}{0,4} = 0,25$ مول/لتر

$$\left[OH^-\right] = \frac{\left[\text{القاعـــدة}\right]}{\left[\text{الملـــح}\right]} K_b$$

$= \frac{0,5}{0,25} \times 1 \times 10^{-9}$

$= 2 \times 10^{-9}$ مـــول/لتر

$$\left[H_3O^+\right] = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-9}} = 5 \times 10^{-6}$$ مول/لتر

pH = – لو (5×10^{-6}) = ٦ – لو ٥

= ٦ – ٠,٧ = ٥,٣

---

(١٥) ما عدد الغرامات التي يجب إذابتها من الملح NH_4Br إلى (١,٥) لتر من محلول الأمونيا (NH_3) ذي التركيز (٠,٢ مول/لتر) ، لإحداث تغير في الرقم الهيدروجيني قيمته (٢) علماً بأن K_b لـ NH_3 = ٢ × 10^{-5}

الكتلة المولية لـ NH_4Br = ٩٨ غم/مول .

الحل ⇊

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

$NH_4Br \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Br^-$

– نحسب قيمة pH قبل إضافة الملح .

$$K_b = \frac{\left[OH^-\right]^2}{\left[\text{القاعـــدة}\right]}$$

$$\left[OH^-\right] = \sqrt{K_b \left[\text{القاعـــدة}\right]}$$

$= \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0,2}$

$= 2 \times 10^{-3}$ مـــول/لتر

$$\left[H_3O^+\right] = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-12}$$ مول/لتر

pH = – لو (5×10^{-12}) = ١٢ – لو ٥

= ١٢ – ٠,٧ = ١١,٣

∴ الملح NH_4Br ذو أثر حمضي ⟸ تقل قيمة pH

pH بعد إضافة الملح = ١١,٣ – ٢ = ٩,٣

$$\left[H_3O^+\right] = 10^{-9,3} = 5 \times 10^{-10}$$ مول/لتر

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

$$\left[OH^-\right] = \frac{\left[\text{القاعـــدة}\right]}{\left[\text{الملـــح}\right]} K_b$$

$2 \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-5} \times \frac{0,2}{س}$

∴ $[NH_4Br]$ = ٠,٢ مول/لتر

لكن ع = ت × ح ⟸ ٠,٢ × ١,٥ = ٠,٣ مول

ك = ع × ك .م ⟸ ٠,٣ × ٩٨ = ٢٩,٤ غرام

---

(١٦) في محلول الحمض HF تركيزه (٠,١) مول/لتر ، كان تركيز أيون $[H_3O^+]$ = ٨ × 10^{-3} مول/لتر ، فإذا أضيفت إلى (١) لتر من المحلول السابق (٠,٦٤) مول من ملح NaF احسب قيمة pH للمحلول الناتج .

(اهمل التغير في الحجم)

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

– لاحظ أن قيمة K_a غير موجودة في السؤال

– نجد قيمة K_a

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{[\text{الحمض}]}$$

$$K_a = \frac{(٨ \times ١٠^{-٣})^2}{(٠,١)} = ٦٤ \times ١٠^{-٥}$$

– نجد تركيز الملح المُضاف :

$$[NaF] = \frac{\text{ع}}{\text{ح}} = \frac{٠,٦٤}{١} = ٠,٦٤ \text{ مول/لتر}$$

$$K_a \frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]} = [H_3O^+]$$

$$٦,٤ \times ١٠^{-٤} = [H_3O^+] \frac{٠,١}{٠,٦٤}$$

$$= ١ \times ١٠^{-٤} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = - \text{لو } (١ \times ١٠^{-٤}) = ٤$$

---

(١٧) محلول مكون من القاعدة الضعيفة N_2H_4 تركيزه (٠,٢) مول/لتر ، والملح N_2H_5Cl تركيزه (٠,١) مول/لتر .فإذا كانت K_b لـ N_2H_4 = ١×١٠^-٦

١) اكتب صيغة الأيون المشترك .

٢) احسب قيمة pH للمحلول ؟

٣) احسب قيمة pH للمحلول بعد إضافة (٠,١) مول من الحمض HCl إلى (١) لتر من المحلول السابق ؟

(لو ٥ = ٠,٧ ، لو ٢ = ٠,٣)

الحل ⇊

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

$$N_2H_5Cl \xrightarrow{H_2O} N_2H_5^+ + Br^-$$

(١

$N_2H_5^+$

(٢

$$K_b \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]} = [OH^-]$$

$$= ١ \times ١٠^{-٦} \frac{٠,٢}{٠,١}$$

$$= ٢ \times ١٠^{-٦} \text{ مول/لتر}$$

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

$$pH = - \text{لو } (٥ \times ١٠^{-٩}) = ٨,٣$$

(٣

$$K_b \frac{[\text{القاعدة}] - [HCl]}{[\text{الملح}] + [HCl]} = [OH^-]$$

$$= ١ \times ١٠^{-٦} \frac{٠,١-٠,٢}{٠,١+٠,١}$$

$$= ٥ \times ١٠^{-٧} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = \frac{١٠ \times ١^{-١٤}}{٥ \times ١٠^{-٧}} = ٢ \times ١٠^{-٨} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = - \text{لو } (٢ \times ١٠^{-٨}) = ٧,٣$$

---

(١٨) محلول حجمه (١) لتر ، يحتوي على القاعدة الضعيفة B والملح BHCl بتراكيز متساوية ، رقمه الهيدروجيني = ٩

١– ما نسبة تركيز القاعدة الى الملح إذا أريد تحضير محلول منهما pH له = ٨ ؟

٢– ماذا يحدث لقيمة pH إذا أضيف (١) لتر من الماء النقي إلى المحلول السابق ؟

الحل ⇊

(١

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

$$BHCl \xrightarrow{H_2O} BH^+ + Cl^-$$

– لاحظ أن قيمة K_b غير موجودة في السؤال :

$$pH = ٩$$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-٩} = ١ \times ١٠^{-٩} \text{ مول/لتر}$$

$$[OH^-] = \frac{١٠ \times ١^{-١٤}}{١٠ \times ١^{-٩}} = ١ \times ١٠^{-٥} \text{ مول/لتر}$$

$$K_b \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]} = [OH^-]$$

$$K_b \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]} = ١ \times ١٠^{-٥}$$

$$\therefore K_b = ١ \times ١٠^{-٥}$$

١) pH = ٩

$[H_3O^+] = ١٠^{-٨} = ١ \times ١٠^{-٨}$ مول/لتر

$[OH^-] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-٨}} = ١ \times ١٠^{-٦}$ مول/ لتر

$[OH^-] = \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]} K_b$

$\frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]} = \frac{[OH^-]}{K_b}$

$= \frac{١ \times ١٠^{-٦}}{١ \times ١٠^{-١٥}}$

$\frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]} = \frac{١}{١٠}$

٢) تبقى ثابتة ⟸ لا أثر لإضافة الماء النقي على قيمة pH للمحلول المنظم لأن النسبة بين تركيز القاعدة والملح تقل بنفس النسبة .

---

١٩ محلول منظّم مكون من الحمض الضعيف HX تركيزه (٠,٦) مول/لتر والملح NaX ذي التركيز (٠,٤) مول/لتر

K_a لـ HX = ٤ × ١٠$^{-٥}$ ،

(لو ٤ = ٠,٦ ، لو ٦ = ٠,٨)

اجب عن الأسئلة الآتية :

١- اكتب صيغة الأيون المشترك .

٢- اوجد قيمة الرقم الهيدروجيني للمحلول الناتج pH

٣- إذا اضيف (٠,١) مول من NaOH إلى (١) لتر من المحلول السابق ، احسب قيمة pH ؟

الحل ⇊

$HX + H_2O \rightleftharpoons X^- + H_3O^+$

$NaX \xrightarrow{H_2O} Na^+ + X^-$

١) X^-

٢)

$[H_3O^+] = \frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]} K_a$

$= \frac{٠,٦}{٠,٤} \times ٤ \times ١٠^{-٥}$

$= ٦ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر

pH = - لو (٦ × ١٠$^{-٥}$) = ٥ - ٠,٨ = ٤,٢

٣)

$[H_3O^+] = \frac{[\text{الحمض}] - [NaOH]}{[\text{الملح}] + [NaOH]} K_a$

$= \frac{(٠,١ - ٠,٦)}{(٠,١ + ٠,٤)} \times ٤ \times ١٠^{-٥}$

$= ٤ \times ١٠^{-٥}$ مول / لتر

pH = - لو (٤ × ١٠$^{-٥}$) = ٥ - ٠,٦ = ٤,٤

---

٢٠ إذا أضيف (٤غم) من NaOH الى(١) لتر من المحلول المنظّم المكون الحمض HZ (٠,٧مول/لتر) والملح KZ (٠,٥ مول/لتر) ، اوجد قيمة pH للمحلول الناتج علماً بان K_b لـ HZ = ١ × ١٠$^{-٤}$

الكتلة المولية لـ NaOH = ٤٠غم/مول .

(اهمل التغير في الحجم)

الحل ⇊

- نجد تركيز NaOH أولاً

ع = $\frac{\text{ك}}{\text{ك.م}} = \frac{٤}{٤٠} = ٠,١$ مول

[NaOH] = ت × ح ⟸ ٠,١ × ١ = ٠,١ مول/لتر

$[H_3O^+] = \frac{[\text{الحمض}] - [NaOH]}{[\text{الملح}] + [NaOH]} K_a$

$= \frac{(٠,١ - ٠,٧)}{(٠,١ + ٠,٥)} \times ١ \times ١٠^{-٤}$

$= ١ \times ١٠^{-٤}$ مول / لتر

pH = - لو (١ × ١٠$^{-٤}$) = ٤

---

٢١ محلول منظّم تم تحضيره من القاعدة الإفتراضية B تركيزها (٠,٤) مول/لتر والملح BHCl تركيزه (٠,٦) مول/لتر و عند إضافة (٠,١)مول/لتر من القاعدة القوية KOH أصبحت قيمة pH = ٨ .

١- اكتب صيغة الأيون المشترك في المحلول ؟

٢- احسب قيمة ثابت تأين القاعدة B ؟

الحل ⇊

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

$$BHCl \xrightarrow{H_2O} BH^+ + Cl^-$$

١) BH^+

٢)

pH = ٨

$\left[H_3O^+\right]$ = ١٠ $^{-٨}$ = ١×١٠ $^{-٨}$ مول/لتر

$\left[OH^-\right] = \frac{١\times١٠^{-١٤}}{١\times١٠^{-٨}} = ١\times١٠^{-٦}$ مول/لتر

$K_b = \frac{\left[OH^-\right]\left[\text{القاعدة}\right] + [KOH]}{\left[\text{الملح}\right] - [KOH]}$

$١\times١٠^{-٤} = K_b \frac{(٠,١+٠,٤)}{(٠,١-٠,٦)}$

$K_b = ١\times١٠^{-٦}$

---

٢٢ محلول منظّم حجمه (١)لتر ، مكون من الحمض HCOOH تركيزه (٠,٦)مول/لتر ، والملح HCOOK مجهول التركيز ، وعند إضافة (٠,١) مول من NaOH الى المحلول المنظّم السابق اصبحت قيمة pH تساوي (٥) ، علماً بأن K_a لـ HCOOH = ١×١٠ $^{-٥}$

- احسب تركيز الملح HCOOK

الحل ⇊

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

$$HCOOK \xrightarrow{H_2O} HCOO^- + K^+$$

pH = ٥

$\left[H_3O^+\right]$ = ١٠ $^{-٥}$ = ١×١٠ $^{-٥}$ مول/لتر

$K_a = \frac{\left[H_3O^+\right]\left[\text{الحمض}\right] - [NaOH]}{\left[\text{الملح}\right] + [NaOH]}$

$١\times١٠^{-٥} = ١\times١٠^{-٤} \frac{(٠,١-٠,٦)}{(٠,١+س)}$

∴ س = ٠,٤ مول/لتر

---

٢٣ لديك محلول منظّم من الحمض HX (٠,٤) مول/لتر . والملح KX مجهول التركيز ، وعند إضافة (٠,٠٥) مول/لتر من القاعدة $Ba(OH)_2$ إلى المحلول السابق وجد أن قيمة PH = (٤) .

فإذا علمت أن K_a لـ HX = ١×١٠ $^{-٤}$ ، اوجد تركيز الملح في المحلول ؟

الحل ⇊

∴ انتبه : القاعدة المضافة $Ba(OH)_2$ ثنائية OH

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

$[OH^-]$ = ٢(٠,٠٥) = ٠,١ مول/لتر

pH = ٨ ⟸ $\left[H_3O^+\right]$ = ١٠ $^{-٤}$ = ١×١٠ $^{-٤}$

$K_a = \frac{\left[\text{الحمض}\right] - \left[Ba(OH)_2\right]٢}{\left[\text{الملح}\right] + \left[Ba(OH)_2\right]٢} \left[H_3O^+\right]$

$١\times١٠^{-٤} = ١\times١٠^{-٤} \frac{(٠,١-٠,٤)}{(٠,١+س)}$

∴ س = ٠,٢ مول/ لتر

---

٢٤ عند إضافة (٠,٢٧) غم من الحمض HCN في محلول حجمه (١) لتر ، وجد أن pH له = (٥,٧) ، فإذا علمت أن K_a = ٤×١٠ $^{-١٠}$ ، (لو٢ =٠,٣)

١) احسب الكتلة المولية للحمض HCN ؟

٢) اوجد تركيز أيون $[H_3O^+]$ عند إضافة (٤,٩) غم من الملح NaCN ، ك.م لـ NaCN = (٤٩) غم /مول

الحل ⇊

١) pH = ٥,٣

$\left[H_3O^+\right]$ = ١٠ $^{-٥,٣}$ = ٢×١٠ $^{-٦}$ مول/لتر

$K_a = \frac{\left[H_3O^+\right]^٢}{\left[\text{الحمض}\right]}$

$٤\times١٠^{-١٠} = \frac{\left(٢\times١٠^{-٦}\right)^٢}{\text{س}}$

س = ١×١٠ $^{-٢}$ مول/لتر

لكن :

ع = ت×ح ⟸ ١×١٠ $^{-٢}$ × ١ = ١×١٠ $^{-٢}$ مول

ع = $\frac{ك}{ك.م}$ ⟸

ك.م = $\frac{ك}{ع}$ = $\frac{٠,٢٧}{١\times١٠^{-٢}}$ = ٢٧ غرام

٢)

– نجد تركيز الملح :

ع = $\frac{ك}{ك.م}$ = $\frac{٤,٩}{٤٩}$ = ٠,١ مول

[NaCN] = $\frac{ع}{ح}$ = $\frac{٠,١}{١}$ = ٠,١ مول/لتر

$\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}K_a = [H_3O^+]$

$[H_3O^+] = \frac{٠,١}{٠,١} \times ١٠^{-١٠} \times ٤$

= ٤×١٠ $^{-١١}$ مول /لتر

---

٢٥ عند إضافة بلورات من الملح NaX الى (١٠٠) مل من محلول الحمض HX (٠,١مول/لتر) تغيرت قيمة الرقم الهيدروجيني pH بمقدار (٢) ، احسب عدد المولات الملح المضافة ؟ علماً بأن K_a = ١×١٠ $^{-٥}$

الحل ⇊

– نجد قيمة pH قبل إضافة الملح

$\frac{[H_3O^+]^٢}{[\text{الحمض}]} = K_a$

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

$= \sqrt{١\times١٠^{-٥} \times ٠,١}$

= ١×١٠ $^{-٣}$ مول/لتر

pH = – لو (١×١٠ $^{-٣}$) = ٣

∴ لاحظ أن الملح NaX ذو أثر قاعدي

pH بعد إضافة الملح = ٣+ ٢ = ٥

$[H_3O^+]$ = ١٠ $^{-٥}$ = ١×١٠ $^{-٥}$

$\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}K_a = [H_3O^+]$

١×١٠ $^{-٥}$ = ١×١٠ $^{-٥}$ $\frac{٠,١}{س}$

س = ٠,١ مول /لتر

لكن :

ع = ت×ح ⟸ ٠,١ × ٠,١ = ٠,٠١ مول

---

٢٦ لديك محلول الحمض الضعيف HX تركيزه (٠,١) مول/لتر ،pH له تساوي(٤) وعند إضافة بلورات من الملح BaX_2 الى (٠,١) لتر من المحلول السابق تغيرت قيمة PH بمقدار (٢) اوجد عدد مولات الملح المضافة إلى المحلول .

الحل ⇊

– لاحظ أن قيمة K_a غير موجودة في السؤال :

لذا نجد قيمة K_a قبل إضافة الملح .

pH = ٤

$[H_3O^+]$ = ١٠ $^{-٤}$ = ١×١٠ $^{-٤}$ مول/لتر

$\frac{[H_3O^+]^٢}{[\text{الحمض}]} = K_a$

$K_a = \frac{(١\times١٠^{-٤})^٢}{(٠,١)}$ = ١×١٠ $^{-٧}$

∴ انتبة الملح ذو أثر قاعدي ⟸ تزداد قيمة pH

pH بعد إضافة الملح = ٤+ ٢ = ٦

$[H_3O^+]$ = ١٠ $^{-٦}$ = ١×١٠ $^{-٦}$ مول/لتر

$\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}K_a = [H_3O^+]$

١×١٠ $^{-٦}$ = ١×١٠ $^{-٧}$ $\frac{٠,١}{س}$

س = ٠,٠١ مول /لتر ، وهي تركيز الأيون المشترك

∴ انتبة إلى صيغة الملح BaX_2

$[X^-]$ ٢ = [الملح]

[الملح] = $\frac{٠,٠١}{٢}$ = ٠,٠٠٥ مول/لتر

٢٧ تَبيَّن عند إضافة بلورات من الملح XHBr الى (٢) لتر من محلول القاعدة الضعيفة X تركيزها (٠,١) مول/لتر تغيرت قيمة الرقم الهيدروجيني من (١٠) الى (٨) :

١- اكتب صيغة الأيون المشترك ؟

٢- احسب عدد مولات الملح المضافة ؟

٣- ما أثر إضافة (١) لتر من الماء النقي على قيمة pH في المحلول المنظّم السابق ؟(تقل ، تزداد ، تبقى ثابته)

الجواب : XH^+ ، ٠,٠٢مول، ثابتة

---

٢٨ محلول منظّم مكون من القاعدة الضعيفة B والملح BHCl تركيز كل منهما (٠,٣) مول/لتر ، فإذا علمت أن قيمة pH = (١١) : (لو ٢= ٠,٣)

١- اكتب صيغة الأيون المشترك ؟

٢- احسب قيمة ثابت تأين القاعدة (K_b) ؟

٣- ما قيمة pH عند إضافة (٠,٢) مول من القاعدة NaOH إلى (١) لتر من المحلول السابق ؟

الجواب : BH^+ ، ١×١٠^{-٣} ، ١١,٧

---

٢٩ حُضر محلول منظّم من قاعدة ضعيفة (X) تركيزها (٠,٣ مول/لتر) والملح (XHBr) بالتركيز نفسه ، فإذا علمت أن قيمة K_b لـــX = ٢×١٠^{-٤} ،(لو ٥ = ٠,٧)

أجب عما يأتي :

١- اوجد قيمة pH للمحلول المنظّم ؟

٢- احسب كم تصبح قيمة pH عند إضافة (٠,١) مول من الحمض HCl إلى (١) لتر من المحلول المنظّم السابق ؟

الجواب : ١٠,٣ ، ١٠

---

٣٠ محلول منظّم حجمه (١) لتر ، مكون من القاعدة B بتركيز (٠,١) مول/لتر وملح BHCl بتركيز (٠,٢) مول/لتر ، فإذا علمت أن K_b لـ B = ١×١٠^{-٦}

احسب قيمة pH بعد إضافة (٢) غرام من NaOH الصلب إلى المحلول المنظّم .(اهمل تغير الحجم)

علماً بأن الكتلة المولية لـــNaOH = ٤٠ غ/مول

الجواب : ٨

---

٣١ محلول منظّم مكوّن من حمض CH_3COOH ثابت تأينه (K_a) = ٢×١٠^{-٥} وتركيزه (٠,٤ مول/لتر) وملح CH_3COONa تركيزه (٠,٥)مول/لتر .

(الكتلة المولية لـــNaOH = ٤٠ غ/مول)

اجب عن الأسئلة الآتية :

١- اكتب صيغة الأيون المشرك ؟

٢- احسب $[H_3O^+]$ في المحلول ؟

٣- كم غراماً من (NaOH) الصلب يجب إذابتها في لتر من المحلول المنظّم لتصبح قيمة pH للمحلول النهائي = ٥ ؟

الجواب : CH_3COO^- ، $١,٦\times١٠^{-٥}$، ٤غرام

---

٣٢ تم تحضير محلول منظّم من الحمض H_2CO_3 والملح $NaHCO_3$ بالتركيز نفسه . فإذا كان $[H_3O^+]$ في المحلول = ٤×١٠^{-٧} مول/لتر ، ويتأين الحمض في الماء كما في المعادلة الآتية

$$H_2CO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCO_3^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- اكتب صيغة الأيون المشترك ؟

٢- احسب قيمة ثابت التأين K_a للحمض H_2CO_3 ؟

الجواب : HCO_3^- ، ٤×١٠^{-٧}

---

٣٣ محلول يتكوّن من الحمض HX بتركيز (٠,٤) مول/لتر وملحة BaX_2 بتركيز (٠,٢) مول/لتر ، إذا علمت أن K_a للحمض = ١×١٠^{-٥} ، (لـــو$\frac{٥}{٣}$ = ٠,٢)

اجب عن الأسئلة الآتية :

١- احسب pH للمحلول ؟

٢- احسب pH بعد إضافة (٠,١) مول من الحمض HCl إلى لتر من المحلول السابق .

الجواب : ٥ ، ٤,٨

تطبيقات حياتية

الدم كمحلول منظّم

- يُعد الدم محلولاً منظّماً ، تتراويح فيه pH من ٧,٣٥ – ٧,٤٥
- أهم المحاليل المنظّمة في الدم :

$$HCO_3^- / H_2CO_3$$

(أ) عند إنخفاض تركيز أيون $[H_3O^+]$ في الدم .

✓ يزداد تأين الحمض H_2CO_3 لإنتاج أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ للمحافظة على تركيز ثابت من أيونات H_3O^+ في الدم .

$$H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H_3O^+$$

(ب) عند زيادة تركيز أيون $[H_3O^+]$ في الدم .

✓ تتفاعل أيونات H_3O^+ الزائدة مع الأيون HCO_3^- مكوّناً الحمض H_2CO_3 وهو ضعيف التأين

$$H_3O^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3$$

✓ يتفكك الحمض H_2CO_3 في الرئة مكوناً الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون ، حيث يتم التخلص من غاز CO_2 عن طريق التنفس (الزفير)

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2$$

سؤال : فسّر آلية الدم كمحلول منظّم عند زيادة تركيز أيون $[H_3O^+]$ ؟

سؤال : فسّر آلية الدم كمحلول منظّم عند نقصان تركيز أيون $[H_3O^+]$ ؟

مصطلحات الوحدة

سؤال : اكتب المصطلح العلمي الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

١- مادة تزيد من تركيز أيون H^+ عند ذوبانها في الماء .

٢- مادة تزيد من تركيز أيون OH^- عند ذوبانها في الماء .

٣- مادة قادرة على منح أيون البروتون لمادة أخرى .

٤- مادة قادرة على استقبال أيون البروتون .

٥- مادة قادرة على استقبال زوج أو أكثر من الإلكترونات .

٦- مادة قادرة على منح زوج أو أكثر من الإلكترونات .

٧- مادة متلأبنة ناتجة عن تفاعل تعادل الحمض والقاعدة .

٨- قدرة أيونات الملح على التفاعل مع الماء وإنتاج أيونات H_3O^+ أو OH^- أو كليهما .

٩-الحمض والقاعدة المتكوّنان نتيجة استقبال البروتونات ومنحها في التفاعل.

١٠-أيون ينتج من تأين مادتين مختلفتين في محلول واحد (حمض ضعيف وملحه أو قاعدة ضعيفة وملحها .

١١-سلوك بعض جزيئات الماء كحمض وبعضها كقاعدة في الماء النقي

١٢- مادة تنتج من استقال القاعدة للبروتون .

١٣- مادة ناتجة من منح الحمض للبروتون .

١٤ – اللوغارتم السالب للأساس ١٠ لتركيز أيون H_3O^+ في المحلول.

١٥-محلول يقاوم التغير في pH عند إضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إليه .

تدريبات

اسئلة موضوعية على الوحدة

يتكون هذا السؤال من عدد من الفقرات ، لكل فقرة أربع بدائل ، واحدة منها صحيحة ، انقل الى دفتر اجابتك

١ (١٩٩٨) إذا كانت قيمة pH تساوي (٣) لمحلول الحمض الضعيف HA تركيزه (٠,١) مول/لتر . فإن قيمة K_a لهذا الحمض =

أ) ١×١٠^{-٥} ج) ١×١٠^{-٧}

ب) ١×١٠^{-٦} د) ١×١٠^{-٨}

٢ (١٩٩٨) أي من محاليل الأملاح الآتية له أقل pH :

أ) $NaNO_3$ ج) Na_2CO_3

ب) KCN د) NH_4Cl

٣ (٢٠٠١) في محلول مائي لـN_2H_4 تركيزه (٠,٠١) مول/لتر ، $K_b = ١\times١٠^{-٦}$ ، فإن قيمة pH للمحلول تساوي :

أ) ٤ ج) ١٠

ب) ٨ د) ١٢

٤ (٢٠٠١) أحد المحاليل الآتية المتساوية في التركيز له أقل pH :

أ) KCl ج) $NaNO_3$

ب) NaCN د) NH_4Cl

٥ (٢٠٠١) احد المحاليل الآتية له تأثير قاعدي :

أ) KNO_3 ج) NH_4NO_3

ب) KCN د) KCl

٦ (٢٠٠١) محلول مائي لقاعدة ضعيفة B تركيزها (٠,٠١) مول/لتر ، وكان $K_b = ١,٦\times١٠^{-٩}$ ، فإن $[H_3O^+]$ في المحلول (بالمول/لتر) يساوي :

أ) ٤×١٠^{-٥} ج) $٢,٥\times١٠^{-٩}$

ب) ٤×١٠^{-٦} د) $٢,٥\times١٠^{-١٠}$

٧ (٢٠٠٢) المحلول الذي له أقل رقم هيدروجيني من بين المحاليل الآتية المتساوية في التركيز هو :

أ) KNO_2 ج) NaCl

ب) NH_4Cl د) KCN

٨ (٢٠٠٣) أحد المحاليل الآتية المتساوية في التركيز له أقل pH :

أ) KCl ج) NaF

ب) NH_4NO_3 د) NH_4Cl

٩ (٢٠٠٣) إذا كانت محاليل الأملاح : NH_4NO_3 , $NaNO_3$, $NaHCO_3$ متساوية في التركيز فإن ترتيبها حسب تناقص قيم pH هو :

أ) $NH_4NO_3 < NaNO_3 < NaHCO_3$

ب) $NH_4NO_3 < NaHCO_3 < NaNO_3$

ج) $NaNO_3 < NaHCO_3 < NH_4NO_3$

د) $NaHCO_3 < NaNO_3 < NH_4NO_3$

١٠ (٢٠٠٤/ش) أحد محاليل المواد الآتية (تركيز كل منها ١ مول/لتر) له أقل قيمة pH :

أ) Na_2CO_3 ج) NaHS

ب) $NaHSO_4$ د) $NaHCO_3$

١١ احد المحاليل الآتية له تأثير حمضي :

أ) NH_4NO_3 ج) Na_2CO_3

ب) $NaNO_3$ د) KCl

١٢ (٢٠٠٤/ص) إذا كان ترتيب القواعد حسب قوتها : $Y^- < A^- < X^-$ ، والحمض HZ أضعف من الحمض HX فإن الحمض الذي له ثابت تأين (K_a) أكبر هو :

أ) HA ج) HY

ب) HX د) HZ

١٣ (٢٠٠٥/ش) أحد محاليل الأملاح الآتية المتساوية في التركيز له أقل قيمة pH :

أ) NaCN ج) CH_3COONa

ب) NH_4Cl د) NaCl

١٤ (٢٠٠٦/ش) الأيون المشترك في المحلول المكون من حمض HCOOH والملح HCOONa هو :

أ) $COONa^-$ ج) HCO^+

ب) $HCOO^-$ د) $COOH_3^+$

١٥ (٢٠٠٦/ص) أي محاليل الأملاح الآتية يعتبر حمضي التأثير:

أ) NH_4Cl ج) CH_3COONa

ب) NaCl د) KCl

١٦ (٢٠٠٧/ص) أحد المحاليل ليس حمض وقاعدة مترافقان:

أ) H_3PO_4/HPO_4^{2-} ج) H_2SO_4/HSO_4^-

ب) NH_3/NH_2^- د) H_2CO_3/HCO_3^-

(١٧) (٢٠٠٧/ص) المحلول الذي له أعلى قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التركيز :

أ) HNO_3 ج) $HCOOH$

ب) H_2SO_4 د) $NaCl$

(١٨) (٢٠٠٨/ش) أحد الأملاح الآتية حمضي التأثير :

أ) $HCOONa$ ج) CH_3NH_3Cl

ب) KBr د) $NaNO_3$

(١٩) (٢٠٠٨/ص) إن إضافة الملح RCOONa للحمض RCOOH تؤدي إلى :

أ) زيادة pH ج) تقليل K_a

ب) تقليل pH د) زيادة $[H_3O^+]$

(٢٠) (٢٠٠٩/ش) في التفاعل المتزن :

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

تؤدي إضافة بلورات من NH_4NO_3 إلى :

أ) زيادة $[OH^-]$ ج) اتجاه الاتزان نحو اليمين

ب) زيادة تأين NH_3 د) نقـ pH للمحلول

(٢١) (٢٠١٠/ص) المحلول الذي له أقل pH من بين المحاليل الآتية (متساوية التركيز) هو

أ) $BaCl_2$ ج) Na_2CO_3

ب) KCN د) NH_4Cl

(٢٢) (٢٠١١/ص) المحلول الذي يصلح كمحلول منظّم هو :

أ) HCN / NO_2^- ج) H_2CO_3 /HCO_3^-

ب) HNO_3 /NO_3^- د) $HClO_4 /ClO_4^-$

(٢٣) (٢٠١٢/ش) أي محاليل الأملاح الآتية قاعدي التأثير :

أ) $HCOONa$ ج) NH_4Cl

ب) $NaCl$ د) $NaNO_3$

(٢٤) (٢٠١٢/ص) أي من محاليل الأملاح الآتية المتساوية في التركيز له أقل pH :

أ) N_2H_5Br ج) $HCOONa$

ب) $NaCl$ د) KF

(٢٥) (٢٠١٣/ش) أي الآتية يصلح كمحلول منظّم :

أ) $HNO_3 / NaNO_2$

ب) $HNO_2 / NaNO_3$

ج) $H_2SO_4 /NaHSO_4$

د) $H_2SO_3/NaHSO_3$

(٢٦) عند إذابة المواد الآتية في الماء لإعطاء محلول تركيزه (٠,١) مول/لتر لكل منها ، فأي المحاليل يمتلك أعلى قيمة pH :

أ) HCl ج) NaF

ب) $NaCl$ د) NH_4Cl

(٢٧) يتكون المحلول المنظّم من محلول مائي لـــ:

أ) قاعدة ضعيفة وحمضها المرافق .

ب) حمض قوي وقاعدة المرافقة .

ج) قاعدة قوية وحمضها المرافق .

د) حمض ضعيف فقط .

(٢٨) إضافة بلورات الملح CH_3COONa إلى محلول الحمض CH_3COOH تؤدي إلى

أ) زيادة تركيز H_3O^+

ب) نقصان تركيز الأيون المشترك .

ج) زيادة pH للمحلول الناتج .

د) نقصان pH للمحلول الناتج .

(٢٩) إن إضافة (١) لتر من الماء النقي إلى محلول الحمض HCl تؤدي ألى :

أ) نقصان قيمة pH للمحلول الناتج .

ب) زيادة قيمة pH للمحلول الناتج .

ج) لا تؤثر على قيمة pH للمحلول الناتج .

د) زيادة تركيز H_3O^+

(٣٠) يكون تركيز القاعدة $Ba(OH)_2$ التي لها نفس قيمة pH لمحلول القاعدة NaOH (٠,٤) مول/لتر يساوي :

أ) ٠,٢ مول/لتر ج) ٠,٨ مول/لتر

ب) ٠,٤ مول/لتر د) ١,٠ مول/لتر

(٣١) العبارة الصحيحة المتعلقة بالحمض HBr (٠,١) مول/لتر هي

أ) $[H_3O^+]<[HBr]$ ج) $[H_3O^+]=[HBr]$

ب) $[H_3O^+]>[HBr]$ د) $[H_3O^+]<[Br^-]$

(٣٢) المادة التي لا تتميه من المواد الأتية :

أ) NaF ج) NH_4Cl

ب) $HCOONa$ د) $Ca(ClO_4)_2$

(٣٣) إذا أذيب (٠,٠١)مول من NaOH في الماء ، فإن تركيز $[H_3O^+]$ في المحلول يساوي :

أ) ٠,١ مول/لتر ج) ١٠×١^{-١٢} مول/لتر

ب) ٠,٢ مول/لتر د) ١٠×٥^{-١٤} مول/لتر

٣٤ إذا كانت قيمة pH =٥,٣ لمحلول من الحمض الضعيف HA تركيزه (٠,٠٠١) مول/لتر . فإن قيمة K_a لهذا الحمض تساوي :(لو ٥= ٠.٧)

أ) ٥×١٠^{-٦} ج) $٢,٥ \times ١٠^{-٨}$

ب) ٥×١٠^{-٩} د) $٢,٥ \times ١٠^{-٩}$

٣٥ إذا رغبت بتحضير محلول منظّم له pH = ٦ ، مكون من القاعدة B وملحها BH^+ بالتركيز نفسه ، فإن قيمة ثابت تأين القاعدة (K_b)لـ B يساوي :

أ) ٢×١٠^{-٨} ج) ١×١٠^{-٨}

ب) ٢×١٠^{-٦} د) ١×١٠^{-٦}

٣٦ أيّ الأملاح التالية له اعلى $[H_3O^+]$ هو :

أ) $NaClO_4$ ج) $NaClO_2$

ب) $NaClO_3$ د) $NaClO$

٣٧ إذا علمت أن الحمض HCN أضعف من الحمض HF ، فإن العبارة غير الصحيحة هي :

أ) القاعدة CN^- أقوى من القاعدة F^-

ب) $[OH^-]$ في HCN > $[OH^-]$ في HF

ج) ملح KCN أكثر تميهاً من الملح KF

د) K_a لـHF > K_a لـHCN

٣٨ إحدى المواد الآتية لا يعتبر من حموض لويس :

أ) $Be(OH)_2$ ج) $Ba(OH)_2$

ب) $B(OH)_3$ د) Co^{2+}

٣٩ القاعدة المرافقة للحمض HPO_4^{2-} هي :

أ) $H_2PO_4^-$ ج) H_3PO_4

ب) PO_4^{3-} د) HPO_4^{2-}

٤٠ تركيز أيون $[OH^-]$ في محلول حمض HCl تركيزه (٠,٠١ مو/لتر) يساوي :

أ) ١×١٠^{-٢} ج) ١×١٠^{-١٢}

ب) ١×١٠^{-٥} د) ١×١٠^{-١٠}

٤١ قيمة pH المتوقعة لمحلول الملح CH_3COOK هي :

أ) ٥ ج) ٦,٣

ب) ٧ د) ٨

٤٢ عند إضافة ملح NaCl إلى محلول القاعدة NaOH ، فإن قيمة pH للمحلول بعد الإضافة :

أ) تزداد ج) تقل

ب) تبقى ثابتة د) pH =٧

٤٣ محلول منظّم مكون من القاعدة (B) والملح (BHCl) تركيز كل منها (٠,١ مول/لتر) ، pH = ٩ ، فإن قيمة ثابت تأين القاعدة (K_b) هي :

أ) ١×١٠^{-٥} ج) ١×١٠^{-٩}

ب) ٤×١٠^{-٦} د) ١×١٠^{-٨}

٤٤ المادة التي تسلك سلوك القاعدة حسب مفهوم لويس في التفاعل التالي هي : $HCl + NH_3 \rightleftharpoons NH_4Cl$

أ) HCl ج) NH_3

ب) NH_4Cl د) NH_4^+

٤٥ قيمة pH المتوقعة لمحلول الملح NH_4Cl هي :

أ) ١٤ ج) ٨

ب) ٧ د) ٥

٤٦ عند تفاعل الحمض الضعيف (HX) مع الماء ، فإن أحد الأزواج الآتية يمثل زوج مرافق :

أ) (H_2O/A^-) ج) (HA/A^-)

ب) (H_2O/HA) د) (H_3O^+/A^-)

٤٧ محلول من الحمض الضعيف (HX) تركيزه (٠,٠٠١ مول/لتر) ، K_a لـHX = ١×١٠^{-٥} ، فإن قيمة pH تساوي :

أ) ٢ ج) ٧

ب) ٤ د) ١٠

٤٨ الحمض المرافق للقاعدة الإفتراضية B وفق مفهوم برونستد – لوري هي :

أ) HB ج) BH^-

ب) BH^+ د) B^+

٤٩ قيمة تركيز أيون الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ في محلول الحمض $HClO_4$ تركيزه (٠,٠١ مول/لتر) =

أ) ١×١٠^{-١٢} ج) ١×١٠^{-٢}

ب) ١×١٠^{٢} د) ١

٥٠ المادة التي لم يستطع مفهوم ارهينيوس تفسير سلوكها هي :

أ) NaOH ج) HCl

ب) CH_3NH_2 د) H_2SO_4

٥١ في التفاعل الآتي : $Cd^{2+} + 4CN^- \longrightarrow [Cd(CN)_4]^{2-}$ فإن حمض لويس هو

أ) Cd ج) CN^-

ب) $[Cd(CN)_4]^{2-}$ د) Cd^{2+}

٥٢ محلول حمض H_2SO_4 حجمه (٤٠٠ مل) وقيمة pH = صفر ، فإن كتلة H_2SO_4 في المحلول بوحدة الغرام هي :
(الكتلة المولية لـH_2SO_4 = ٩٨ غرام)

أ) ٩,٨ ج) ١٩,٦

ب) ٣٩,٢ د) ١٤,٧

٥٣ ترتيب المحاليل الآتية (KOH , NH_3 , NH_3/NH_4Cl) المتساوية التركيز حسب الزيادة في $[H_3O^+]$ هي

أ) $KOH > NH_3 > NH_3/NH_4Cl$

ب) $NH_3/NH_4Cl > NH_3 > KOH$

ج) $NH_3 > NH_3/NH_4Cl > KOH$

د) $NH_3/NH_4Cl > KOH > NH_3$

٥٤ عند إضافة بلورات من الملح HCOOK إلى محلول HCOOH فإن :

أ) قيمة pH للمحلول تقل .

ب) يقل تركيز أيون $[H_3O^+]$ في المحلول .

ج) تزداد نسبة تأين الحمض .

د) قيمة pH للمحلول تبقى ثابتة .

٥٥ المحلول الأكثر حمضية من المحاليل الآتية هو :

أ) محلول $[H_3O^+]$ فيه = ١×١٠^{-٣} مول/لتر

ب) محلول pH فيه = ١٠

ج) محلول $[OH^-]$ فيه = ١×١٠^{-٢} مول/لتر

د) محلول pH فيه = ٤

٥٦ النسبة بين $\frac{[C_6H_5COOH]}{[C_6H_5COO^-]}$ في محلول منظّم فيه pH = ٤ ، وقيمة $K_a = ١ \times ١٠^{-٤}$ هي :

أ) $\frac{١٠٠,١}{١}$ ج) $\frac{١٠}{١}$

ب) $\frac{١}{١}$ د) $\frac{٠,١}{١}$

٥٧ القاعدة الأقل تأيناً هي التي تكون قيمة K_b لها يساوي :

أ) $٩,٢ \times ١٠^{-٨}$ ج) $٦,٤ \times ١٠^{-٥}$

ب) $٥,٢ \times ١٠^{-١٠}$ د) $٢,٢ \times ١٠^{-١٠}$

٥٨ إذا كانت قيمة K_b للقاعدة N_2H_4 = ١×١٠^{-٦} وتركيزها (٠,٠١) مول/لتر ، فإن قيمة pH =

أ) ٤ ج) ١٠

ب) ٨ د) ١١

٥٩ تم تحضير محلول منظّم من الحمض HA تركيزه (٠,١) مول/لتر ، والملح BaA_2 مجهول التركيز ، فإذا علمت أن pH للمحلول = ٦ ، وأن K_a لـــHA= ١×١٠^{-٦} ، فإن تركيز الملح BaA_2 هو :

أ) ٠,٠٥ ج) ٠,٥

ب) ٠,١ د) ٠,٢

٦٠ إذا كانت قيمةpH لمحلول منظّم من الحمض HA والملح KA تساوي ٥ ، وكان تركيز الملح ضعف تركيز الحمض . فإن قيمة ثابت التأين K_a للحمض تساوي .

أ) ٢×١٠^{-٥} ج) ٤×١٠^{-٥}

ب) ٥×١٠^{-٦} د) ١×١٠^{-٥}

٦١ إذا علمت أن القاعدة X^- أقوى من القاعدة Y^- فإن :

أ) الحمض HX أقوى من الحمض HY .

ب) قيمة pH لـ محلول HY > pH لـ محلول HX

ج) K_a لـHX أكبر من K_a لـHY

د) الملح KX أكثر تميهاً .

٦٢ إذا أراد مزارع الحصول على أزهار نبات القرطاسيا بلون أزرق فإنه :

أ) يستخدم تربة حمضية

ب) يضيف كربونات الكالسيوم للتربة

ج) يستخدم تربة قاعدية

د) يزيد الرقم الهيدروجيني

٦٣ إذا أراد مزارع الحصول على أزهار نبات القرطاسيا بلون زهري فإنه :

أ) يستخدم تربة حمضية

ب) يضيف كبريتات الألمنيوم للتربة

ج) يستخدم تربة قاعدية

د) يقلل الرقم الهيدروجيني

{ النجاح

أسطورة مدفونة في داخلك ◎◎

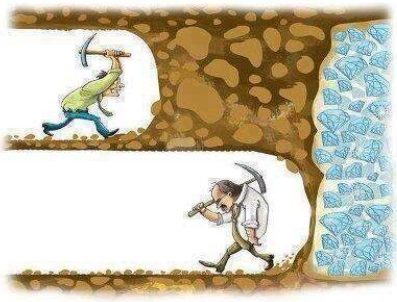
فصدق وجودها وقم بالبحث عنها }

الإجابة

١-	أ	٢-	د	٣-	ج
٤-	د	٥-	ب	٦-	ج
٧-	ب	٨-	د	٩-	أ
١٠-	ب	١١-	أ	١٢-	ج
١٣-	ب	١٤-	ب	١٥-	أ
١٦-	ج	١٧-	د	١٨-	ج
١٩-	أ	٢٠-	د	٢١-	د
٢٢-	ج	٢٣-	أ	٢٤-	أ
٢٥-	د	٢٦-	ج	٢٧-	أ
٢٨-	ج	٢٩-	ب	٣٠-	أ
٣١-	ج	٣٢-	د	٣٣-	ج
٣٤-	ج	٣٥-	ج	٣٦-	أ
٣٧-	د	٣٨-	ج	٣٩-	ب
٤٠-	ج	٤١-	د	٤٢-	ب
٤٣-	أ	٤٤-	ج	٤٥-	د
٤٦-	ج	٤٧-	ب	٤٨-	ب
٤٩-	ج	٥٠-	ب	٥١-	د
٥٢-	ج	٥٣-	ب	٥٤-	ب
٥٥-	أ	٥٦-	ب	٥٧-	د
٥٨-	ج	٥٩-	أ	٦٠-	أ
٦١-	ب	٦٢-	أ	٦٣-	ج

فلنكمل حتى نصل إلى ما نريد لا تستسلم

فربما كانت لحظة اليأس هي فعلاً لحظة الوصول



أسئلة متنوعة وشاملة

السؤال الأول :

يُبيّن الجدول التالي عدداً من محاليل الأملاح المتساوية في التركيز (٠,٠١)مول/لتر لكل منها وقيم الرقم الهيدروجيني (pH) .

المحلول الملّحي	pH
HCOOK	١٠,٤
CH_3NH_3Cl	٥,٣
$KHCO_3$	٩,١
$C_6H_5NH_3Cl$	٦,٠
$KClO_2$	١١,٤
C_5H_5NHCl	٤,٨

اجب عن الأسئلة الآتية .

١- اكتب صيغة الحمض الذي له أعلى Ka ؟

٢- اكتب صيغة القاعدة التي يكون تركيز $[OH^-]$ فيها الأعلى؟

٣- اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأقوى ؟

٤- اكتب صيغة الحمض الذي له أعلى pH ؟

٥- أيّ القواعد C_5H_5N أم $C_6H_5NH_2$ يتأين في الماء بدرجة ضئيلة جداً ؟

٦- يتأين الحمض HCOOH في الماء وفق التفاعل التالي :

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

ما أثر إضافة بورات صلبة من الملح HCOOK على :

أ) تركيز $[OH^-]$.

ب) الجهة التي يرجحها الاتزان .

الإجابة :

١) H_2CO_3

٢) $C_6H_5NH_2$

٣) ClO_2^-

٤) $HClO_2$

٥) C_5H_5N

٦) أ – يزداد

ب– العكسي

السؤال الثاني :

يبيّن الجدول المجاور قيم تراكيز OH^- في محاليل حموض وقواعد افتراضية ضعيفة متساوية التركيز (١ مول/لتر) ادرسه ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

المحلول	$[OH^-]$ مول/لتر
C	١×١٠^{-٣}
D	١×١٠^{-٤}
HA	١×١٠^{-١١}
HB	١×١٠^{-١٠}

١- احسب قيمة K_a للحمض HA .

٢- حدّد صيغة الحمض الذي يكون فيه $[H_3O^+]$ الأعلى

٣- أيهما أضعف كحمض HA أم HB ؟

٤- حدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة عند تفاعل HA مع B^- .

٥- احسب قيمة K_b للقاعدة D .

٦- اكتب معادلة تأين الحمض HA في الماء .

٧- أيّ المحاليل السابقة له أعلى pH ؟

٨- اكتب صيغة الحمض المرافق الأقوى .

٩- احسب قيمة pH لمحلول الحمض HB .

١٠- أيّ محاليل الأملاح : KA أم KB له أعلى pH ؟

١١- أيّ محاليل الأملاح :CHBr أم DHBr له أعلى pH ؟

الإجابة :

١) ١×١٠^{-٦} ٢) HA

٣) HB ٤) B^-/HB ، HA/A^-

٥) ١×١٠^{-٨}

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

٧) C ٨) B^-

٩) ٤ ١٠) KB

١١) DHBr

السؤال الثالث :

مستعيناً بالجدول المجاور لمجموعة من محاليل القواعد الضعيفة (بالتركيز نفسه) أجب عن الأسئلة الآتية :

القاعدة	K_b
NH_3	١×١٠^{-٦}
CH_3NH_2	٤×١٠^{-٤}
C_5H_5N	٢×١٠^{-٩}
N_2H_4	٢×١٠^{-٥}
$C_6H_5NH_2$	٣×١٠^{-١٠}

١- ما صيغة القاعدة الأقوى ؟

٢- ما صيغة الحمض المرافق الذي له أقل pH .

٣- حدّد صيغة القاعدة الذي يكون فيه $[H_3O^+]$ الأعلى .

٤- أكمل المعادلة الآتية ، ثم حدد زوجي الحمض والقاعدة المرافقين فيها :..... + ... $\rightleftharpoons CH_3NH_2 + C_5H_5NH^+$

٥- كم غراماً من N_2H_5Cl يجب إضافتها إلى ١٠٠ مل من محلول N_2H_4 بتركيز (٠,٤ مول/لتر) لتصبح قيمة pH للمحلول تساوي ٩ .

علماً أن الكتلة المولية لـ N_2H_4 = ٦٩ غ/مول .

الأجابة

١) CH_3NH_2 ٢) $C_6H_5NH_3^+$

٣) $C_6H_5NH_2$

٤) $\underbrace{CH_3NH_2 + \overbrace{C_5H_5NH^+ + CH_3NH_3^+}} + C_5H_5N$

٥) $pH = ٩$

$[H_3O^+] = ١ \times ١٠^{-٩}$ مول/لتر

$[OH^-] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-٩}}$

$= ١ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر

$K_b = [OH^-] \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]}$

$١ \times ١٠^{-٥} = ٢ \times ١٠^{-٥} \frac{٠,٤}{س}$

س = ٠,٨ مول/لتر

ع = ٠,٨ × ٠,١ = ٠,٠٨ مول

ك = ٠,٠٨ × ٦٩ = ٥,٥٢ غرام

السؤال الرابع :

محول منظم حجمه (١) لتر مكّون من الحمض HCOOH تركيزه (٠,٤) مول/لتر والملح HCOONa تركيزه (٠,٨) مول/لتر . فإذا علمت أن K_a للحمض = ٢×١٠$^{-٥}$ (لو٤=٠.٦)

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- ما صيغة الأيون المشترك ؟

٢- احسب قيمة pH لمحلول المنظم .

٣- كم غراماً من NaOH الصلب يجب إضافتها الى لتر من المحلول السابق لتصبح قيمة pH للمحلول النهائي تساوي ٥,٤ علماً بأن الكتلة المولية لـNaOH = ٤٠ غ/مول

٤- ما طبيعة تأثير محلول الملح HCOONa (حمضي ، قاعدي ، متعادل)

٥- وضح كيف يقاوم المحلول المنظم التغير في قيمة pH عند إضافة كمية قليلة من الحمض القوي HCl إليه .

الحل ⇊

السؤال الخامس :

محلول منظم حجمه لتر مكّون من القاعدة الإفتراضية B والملح $(BH)_2SO_4$ بالتركيز نفسه ، pH = ٩ ، وعند إضافة ٠,١ مول من KOH إلى لتر من المحلول السابق تغيرت قيمة pH بمقدار (٠,٣) درجة (لو٥=٠,٧)

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- ما صيغة الأيون المشترك ؟

٢- ما قيمة ثابت تأين القاعدة K_b لـ B ؟

٣- احسب التركيز الأبتدائي لمحلول الملح $(BH)_2SO_4$

الحل ⇊

السؤال السادس :

يُبيّن الجدول المجاور ستة محاليل (حمضية ، قاعدية ، محاليل أملاح) متساوية في التركيز (١مول/لتر) ومعلومات عنها ، ادرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

المحلول	المعلومات
الحمض HCOOH	$K_a = ٤ \times ١٠^{-٥}$
الحمض H_2SO_3	$[HSO_3^-] = ١ \times ١٠^{-٤}$
القاعدة CH_3NH_2	$K_b = ١ \times ١٠^{-٨}$
القاعدة $C_6H_5NH_2$	$[OH^-] = ١ \times ١٠^{-٦}$
الملح N_2H_5Cl	pH = ٦
الملح C_5H_5NCl	pH = ٥

١- أيّ القاعدتين : N_2H_4 أم C_5H_5N أعلى pH ؟

٢- ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى ؟

٣- أيّ القاعدتين :CH_3NH_2 أم $C_6H_5NH_2$ يكّون تركيز أيون $[H_3O^+]$ فيها الأعلى ؟

٤- أيّ المحاليل السابقة له أعلى pH ؟

٥- ما صيغة الحمض المرافق للقاعدة $C_6H_5NH_2$ ؟

٦- اكمل المعادلة التالية ، ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة :

٧- أيّ الآتية : $HCOO^-$ أم HSO_3^- يُعدّ مادة أمفوتيرية .

الحل ⇊

السؤال السابع :

محلول منظّم حجمه (١) لتر ، مكوّن من القاعدة N_2H_4 والملح N_2H_5Cl تركيز كل منها (٠,٣) مول/لتر ، عند إضافة $Ba(OH)_2$ إليه تغيرت قيمة pH بمقدار (٠,٣) . علماً بأن K_b لـN_2H_4 = ١ × ١٠$^{-٦}$. (لو٥=٠,٧)

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- ما صيغة الأيون المشترك .

٢- احسب عدد مولات $Ba(OH)_2$ المضافة .

٤- احسب قيمة pH ، عند إضافة (٠,٢) مول من HBr إلى لتر من المحلول المنظّم السابق (دون تغير الحجم)

٣- ما طبيعة محلول الملح N_2H_5Cl .

الحل ⇊

مع أحبتي التميز