# المعلم في الكيمياء

اعداد

## محمد كيوان

٢٠٢٣/٢٠٢٢

رقم الايداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (١٤٤٦/٨/١٩٩٩)

رقم التصنيف : ٥٤٠,٧
المؤلف ومن هو في حكمه : محمد عاطف كيوان
عنوان الكتاب : المعلم في الكمياء
الموضوع الرئيسي : ١- العلوم الطبيعية
٢- الكيمياء – تعليم

بيانات النشر :
تم اعداد بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية

# النظريات الحديثة للحموض والقواعد وتطبيقاتها


➤ الفصل الأول : الحموض والقواعد — الصفحة

- أولاً : الصفات العامة للحموض والقواعد ..... 4
- ثانياً : مفاهيم الحموض والقواعد ..... 4

أ- مفهوم أرهينيوس ..... 4

ب- مفهوم برونستد – لوري ..... 10

ج- مفهوم لـويس ..... 18

➤ الفصل الثاني : الرقم الهيدروجيني ومحاليل الحموض والقواعد القوية

أ- التأين الذاتي للماء ..... 26

ب- الرقم الهيدروجيني والرقم الهيدروكسيلي ..... 29

ج- حسابات متعلقة بمحاليل الحموض القوية والقواعد القوية ..... 34

د- المعايرة ..... 40

➤ الفصل الثالث : الحموض والقواعد الضعيفة

أ- الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة ..... 59

ب- الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة ..... 64

➤ الفصل الرابع : الأملاح والمحاليل المنظّمة

- أولاً : الأملاح ..... 72
- ثانياً : تأثير الأيون المشترك ..... 82
- ثالثاً : المحلول المُنظّم ..... 94

تجارب علمية ..... 115

مسرد المصطلحات ..... 119

| | الأهداف | المحتوى | أساليب التدريس |
|---|---|---|---|
| الحموض والقواعد | - يعرف الحمض والقاعدة وفق تعريفات أرهينيوس ، برونستد – لوري ، لويس<br>- يحدد الأزواج المترافقة وفق مفهوم برونستد لوري<br>- يربط بين قوة الأزواج المترافقة<br>- يجري حسابات تتعلق بالرقم الهيدروجيني والرقم الهيدروكسيلي لمحاليل حموض وقواعد<br>- يتنبأ باتجاه الاتزان في تفاعلات الحموض والقواعد الضعيفة<br>- يفسر التأثير الحامضي والقاعدي لمحاليل الأملاح<br>- يوضح مفهوم التميه<br>- يوضح مفهوم المحلول المنظم ويفسر آلية عمله وأهميته في الحياة | ▪ تعريفات الحمض والقاعدة<br>▪ الرقم الهيدروجيني والرقم الهيدروكسيلي ومدرج الحموضة<br>▪ المعايره<br>▪ Kw ، Kb ، Ka<br>▪ تميه الأملاح<br>▪ الأيون المشترك<br>▪ المحلول المنظم | - الأسلوب الاستقرائي<br>- الاسلوب الاستنتاجي<br>- استخدام أساليب متنوعة تناسب مستوى مهارات المشاركين |

# قائمة المراجع (References)

المراجع العربية :


١) عادل جرار وآخرون ، الكيمياء العامة دار الفكر . عمان ١٩٨٩

٢) موسى الناظر وآخرون ، الكيمياء ، وزارة التربية والتعليم الاردن ٢٠٠١

٣) أشوم ، دانيل. الكيمياء العامة ، ترجمة السيد عبد الباري ١٩٧٧

٤) محمد كيوان ، المعلم في الكيمياء ، المكتبة الوطنية ١٩٩٩

٥) منهاج الكيمياء للمرحلة الثانوية ، دولة الكويت ١٩٨٦

٦) منهاج الكيمياء للمرحلة الثانوية المملكة الاردنية الهاشمية ١٩٩٧

٧) منهاج الكيمياء للمرحلة الثانوية المملكة الاردنية الهاشمية ٢٠٠٧

٨) منهاج الكيمياء للمرحلة الثانوية المملكة الاردنية الهاشمية ٢٠١٧

٩) منهاج الكيمياء للمرحلة الثانوية ، المملكة العربية السعودية ٢٠٠١

١٠) أسئلة امتحانات وزارة التربية والتعليم ، الاردن

١١) أسئلة امتحانات وزارة التربية والتعليم ، الكويت

١٢) شبكة الانترنت

١٣) منهاج الكيمياء للمرحلة الثانوية المملكة الاردنية الهاشمية ٢٠٢٢


المراجع الاجنبية :


1) Brady, E General chemistry **5**th edition 1995

2) Ebbing, D.D and Wright on M.S ,General Chemistry **5**th edition 1996

3) Kotz, J.C and Purall, K.F Chemistry and General Reaching. 1999

4) Solmons T.W.Organic Chemistry **5**th edition 1992

5) Campbell, M.K Farrekkm S.O(2006), Biochemistry **5**th edition, Australia: Thomson books / cole.

# الفصل الأول :- الحموض والقواعد

## أولاً : الصفات العامة للحموض و القواعد

| | صفات عامة للحموض | صفات عامة للقواعد |
|---|---|---|
| ١ | طعم حامض ( لاذع ) | طعم مر وملمس إنزلاقي |
| ٢ | تؤثر في الكواشف مثل تباع الشمس فتحول لونه الأزرق إلى اللون الأحمر | تؤثر في الكواشف مثل تباع الشمس فيتحول لونه الأحمر الى اللون الأزرق |
| ٣ | امثلة<br>حمض الكربونيك المشروبات الغازيه<br>حمض السيتريك (ليمون /برتقال /طماطم) | هيدروكسيد الصوديوم NaOH ( صناعة المنظفات و الصابون )<br>(امثلة فواكه : تفاح /مشمش/فراوله<br>خضراوات : خيار /بروكلي /سبانخ / خس) |
| ٤ | عند تفاعل الحمض والقاعده معاً ينتج الملح (تفاعل تعادل) | |
| ٥ | محاليلها موصله للتيار الكهربائي (محاليل كهرليه) | |

## ثانياً : مفاهيم الحموض والقواعد

### أ- مفهوم أرهينيوس

مقدمة

تمكن أرهينوس من وضع تصّور لمفهوم الحمض والقاعدة بناء على دراسته للتوصيل الكهربائي للمحاليل الأيونيه. فقد وجد أن محاليل الحموض و القواعد توصل التيار الكهربائي، ولكن شدة التوصيل الكهربائي تكون متفاوته في المحاليل المائية المختلفة من حموض أوقواعد ، وبناء على ذلك أمكنه القول :

- أن الحموض و القواعد تتأين في الماء فينتج أيون موجب و آخر سالب . مما يفسر التوصيل الكهربائي لمحاليلها .
- إن درجة تأين الحمض أوالقاعده تُحددّ شدة التوصيل الكهربائي، فكلما كانت درجة تأين الحمض أو القاعدة أكبر زادت شدة التوصيل الكهربائي لمحاليلها المائية .

- وبناءً على ما سبق يمكن الوصول الى التصنيف التالي :

## تعريف الحمض والقاعدة :

**حمض أرهينوس : مادة تتأين في الماء وتنتج أيون الهيدروجين $H^+$ .**

الجدول (١) يوضح تأين حموض قوية وحموض ضعيفة وفقاً لمفهوم أرهينيوس

| حموض قويه (تتأين كلياً) تفاعل غير منعكس / تام | حموض ضعيفه تتأين جزئياً تفاعل منعكس / غير تام |
|---|---|
| $HCl \xrightarrow{H_2O} H^+ + Cl^-$ | $HF \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} H^+ + F^-$ |
| $HBr \xrightarrow{H_2O} H^+ + Br^-$ | $HCN \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} H^+ + CN^-$ |
| $HI \xrightarrow{H_2O} H^+ + I^-$ | $CH_3COOH \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} H^+ + CH_3COO^-$ حمض كربوكسيلي |
| $HNO_3 \xrightarrow{H_2O} H^+ + NO_3^-$ | $H_2CO_3 \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} H^+ + HCO_3^-$ |
| $HClO_4 \xrightarrow{H_2O} H^+ + ClO_4^-$ | $H_3PO_4 \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} H^+ + H_2PO_4^-$ |

*** ملحوظـــــه :**

١- يجب أن يحتوي الحمض في تركيبه على ذرة هيدروجين قابلة للتأين ، حيث أن ذره الهيدروجين تكون مرتبطه برابطه تساهميه قطبية بذره أخرى ذات سالبية كهربائية عالية نسبياً أو مجموعه أيونيه مما يسمح لها بالتأين .

٢- عند تأين الحمض ينتج $H^+$ وأيوناً سالباً .

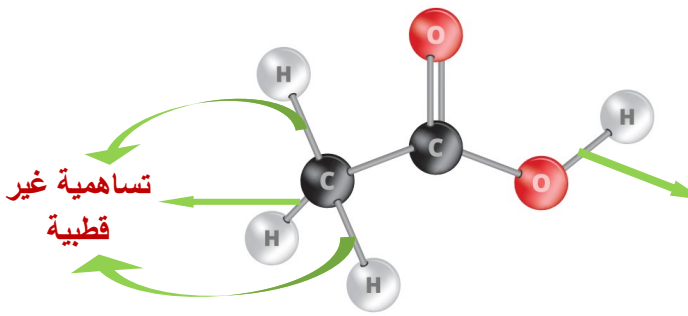
٣- الحموض منها أحاديه البروتون $HCl$ / $HF$ / $HCOOH$
ثنائيه البروتون $H_2SO_4$ / $H_2SO_3$
ثلاثيه البروتون $H_3PO_4$

**ملحوظـــــه :**
$H_2SO_4$ حمض قوي
ثنائي البروتون

وسنقتصر في دراستنا على حموض احادية البروتون .

٤- يعتبر $H^+$ بروتوناً (انظر صفحة ٩ ، السؤال ٢)

٥- الشكل البنائي لحمض كربوكسيلي (حمض الايثانويك)



## قاعدة أرهينيوس : مادة تتأين في الماء وينتج أيون الهيدروكسيد $OH^-$ .

والجدول التالي (٢) يوضح بعض الأمثلة لقواعد أرهينيوس :

| | | |
|---|---|---|
| قواعد احاديه الهيدروكسيد | LiOH<br>NaOH<br>KOH | $LiOH \xrightarrow{H_2O} Li^+ + OH^-$<br>$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$<br>$KOH \xrightarrow{H_2O} K^+ + OH^-$ |
| قواعد ثنائية الهيدروكسيد | $Ba(OH)_2$<br>$Ca(OH)_2$<br>$Mg(OH)_2$ | $Ba(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ba^{+2} + 2OH^-$<br>$Ca(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{+2} + 2OH^-$ |

**ملحوظـــة :**
تمكن أرهينيوس من تفسير خواص القواعد القوية فقط

ملحوظـة

١- يجب أن تحتوي القاعدة على أيون هيدروكسيد قابل $OH^-$ للتأين ، وينطبق ذلك – بشكل عام – على هيدروكسيدات فلزات المجموعتين IA ، II A كما يتضح في الاعلى .

٢- تتأين القاعدة في الماء وتعطى $OH^-$ و أيوناً موجباً .

٣- القواعد منها أحاديه الهيدروكسيد NaOH / LiOH / KOH
وثنائيه الهيدروكسيد $Mg(OH)_2$ / $Ba(OH)_2$ / $Ca(OH)_2$

وسنقتصر في دراستنا على قواعد احادية الهيدروكسيد .

## القصور في مفهوم أرهينوس :

١- اقتصر في دراسته على الحموض و القواعد في المحاليل المائية فقط .

٢- اقتصر في دراسته على تفسيرخصائص الحموض التي تحتوي في تركيبها على ذره هيدروجين قابله للتأين ، علماً أن هنالك مواد لاتحتوي على ذرات الهيدروجين H قابلة للتأين في تركيبها مثل غاز $CO_2$ والذي له خواص حامضية .

٣- اقتصر على تفسير خصائص القواعد (القوية) التي تحتوي في تركيبها على $OH^-$ قابله للتأين ، علماً بأن هنالك مواد قاعديه (ضعيفة) معروفة مثل غاز $NH_3$ عجز عن تفسير تأثيرها القاعدي.

٤- عجز عن تفسير التأثير الحامضي والقاعدي لكثير من الأملاح $NH_4Cl$ / $CH_3COOK$ / $NaHCO_3$ .

٥- لم يتمكن من تفسير سلوك الحموض والقواعد في تفاعلاتها سواء في الحالة الغازية أو المحاليل ومثال على ذلك :

متفاعلات غازية ينتج ملح

$$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow \underset{\text{(ملح)}}{NH_4Cl_{(s)}}$$

محاليل تنتج ملح

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

**انتبـــه :**
ان $NH_3$ قاعدة لا تحتوي على أيون الهيدروكسيد

**سؤال ١ : اجب عن الأسئلة التالية :**

**أ) فسّر ما يلي تفسيراً علمياً صحيحاً :**
**الحمض $CH_3COOH$ يمتلك ٣ ذرات هيدروجين ، ليس لها القدرة على التأين.**

**ب) اكتب معادلات كيميائية وفقاً لمفهوم أرهينيوس تبيّن :**
**١- التأثير الحامضي لحمض الهيدروفلوريك HF .**
**٢- التأثير القاعدي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH .**

**ج) إذا كان لديك محلولين حامضيين HCN و $HClO_4$ بتراكيز متساوية فأي المحلولين يكون فيه تركيز $H^+$ أكبر .**

**د) ما القصور في مفهوم ارهينيوس للحموض والقواعد .**

**هـ) صنّف المواد الآتية الى (حموض ، قواعد ) وفق مفهوم أرهينيوس :**

| | | |
|---|---|---|
| $Sr(OH)_2$ | HCOOH | $Ba(OH)_2$ |
| $HNO_3$ | KOH | $HClO_4$ |

**و) اكتب (على الترتيب) أمثلة لصيغ كيميائية لكل مما يلي :**

**١- حمض قوي احادي البروتون وآخر ثنائي البروتون.**
**٢- حمض ضعيف أحادي البروتون وآخر ثنائي البروتون وآخر ثلاثي البروتون .**
**٣- قاعدة قوية أحادي الهيدروكسيد وآخر ثنائي الهيدروكسيد .**

# إجـابات

**أ) لانها ذرات مرتبطة مع الكربون مكونه روابط تساهمية غير قطبية فلا تكون قابلة للتأين .**

**ب)** $HF \xrightleftharpoons{H_2O} H^+ + F^-$

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

**هل بامكانك أن توضح ذلك بدون معادلات ؟!**

**ج)** $HClO_4$

**د) أنظر صفحة (٦)**

**هـ)**

| | |
|---|---|
| $Sr(OH)_2$ | قاعدة (ثنائي الهيدروكسيد) |
| $HCOOH$ | حمض |
| $Ba(OH)_2$ | قاعدة |
| $HNO_3$ | حمض |
| $KOH$ | قاعدة |
| $HClO_4$ | حمض |

**و) ١- $H_2SO_4$ / $HClO_4$**

**٢- $H_3PO_4$ / $H_2SO_3$ / $CH_3COOH$**

**٣- $Ba(OH)_2$ / $LiOH$**

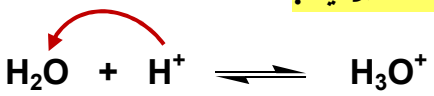
**تذكر : $H_2SO_4$ حمض قوي**

**سؤال ٢ :** يطلق على أيون الهيدروجين $H^+$ بروتوناً . فسر ذلك.

**جواب :** لأن $H^+$ هو ذرة هيدروجين فقدت الكتروناً منها لذلك يمكن اعتباره بروتوناً .

**سؤال ٣ :** لا يوجد $H^+$ منفرداً في المحاليل المائية . فسر ذلك .

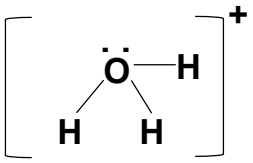
**جواب:** لأن $H^+$ جسم متناهي في الصغر يحمل شحنة كهربائية عالية جداً (ذو كثافة كهربائية عالية) ، فلا يمكن أن يوجد منفرداً ، إذ يرتبط $H^+$ بزوج الألكترونات غير الرابطة على ذرة الأكسجين في جزيء الماء ، فيكوّن أيون الهيدرونيوم $H_3O^+$ ، كما في المعادلة الآتية :



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

**سؤال ٤ :** ما اسم الصورة التي يوجد عليها $H^+$ في المحاليل المائية ؟ اكتب صيغتها الجزيئية وصيغتها البنائية .

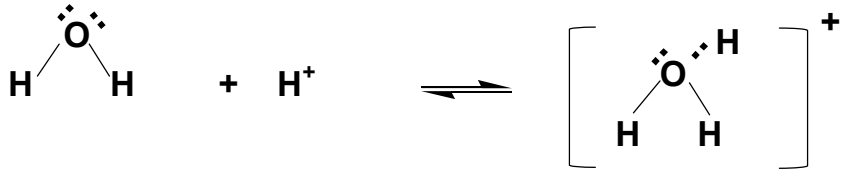
**جواب :** أيون الهيدرونيوم $H_3O^+$



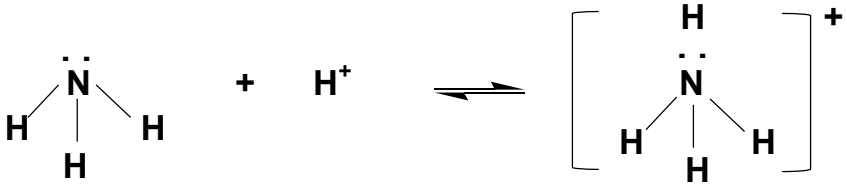
**سؤال ٥ :** ما نوع الرابطة بين $H^+$ ، $H_2O$ في أيون $H_3O^+$ ؟

**جواب :** رابطة تناسقية

**( الرابطة التناسقية : رابطة بين طرفين يشارك احدهما بزوج من الألكترونات غير الرابطة ويشارك الآخر بفلك فارغ )**



أيون الهيدرونيوم $H_3O^+$



أيون الأمونيوم $NH_4^+$

**بناء على ما سبق :**

**يمكن استخدام ايون الهيدرونيوم $H_3O^+$ في معادلات تأين الحمض بدلاً من أيون الهيدروجين $H^+$ من الآن فصاعداً . فمثلاً**

**معادلة تأين الحمض HCl في الماء تكتب كما يلي :**

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

## ب - مفهوم برونستد – لوري للحموض والقواعد

### أولاً : تعريف الحمض وتعريف القاعدة :

| | |
|---|---|
| **الحمض :** مادة (جزيئات أو أيونات)لها القدرة على منح بروتون $H^+$ أو أكثر(مانح للبروتون) لمادة أخرى في التفاعل . | **القاعدة :** مادة (جزيئات أو أيونات) لها القدرة على استقبال بروتون $H^+$ ( مستقبل للبروتون) من مادة أخرى في التفاعل . |

**سؤال ٦ :** عيّن الحمض والقاعدة وفق مفهوم برونستد – لوري في التفاعلات التالية :

**جواب:**

1- $\underset{\text{(حمض) مانح}}{HNO_3} + \underset{\text{(قاعدة) مستقبل}}{H_2O} \rightarrow H_3^+O + NO_3^-$

2- $\underset{(\quad)}{N_2H_4} + \underset{(\quad)}{HCl} \rightarrow N_2H_5^+ + Cl^-$

3- $\underset{(\quad)}{NH_4^+} + \underset{(\quad)}{CN^-} \rightleftharpoons NH_3 + HCN$

4- $\underset{(\quad)}{C_6H_5NH_2} + \underset{(\quad)}{H_2O} \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+ + OH^-$

**سؤال ٧ :** اكمل المعادلات التالية :

1- $\underset{(\quad)}{F^-} + \underset{(\quad)}{HSO_3^-} \rightleftharpoons \text{.....} + \text{.....}$

2- $\underset{(\quad)}{HCO_3^-} + \underset{(\quad)}{HClO_4} \longrightarrow \text{.....} + \text{.....}$

3- $\underset{(\quad)}{\text{.....}} + \underset{(\quad)}{\text{.....}} \rightleftharpoons NH_4^+ + HCOO^-$

4- $HS^- + \text{.....} \longrightarrow NO_3^- + \text{.....}$

**استنتاج:** جميع التفاعلات التي يحدث فيها انتقال للبروتون هي تفاعلات حمض وقاعدة وفقاً لبرونستد – لوري.

## ثانياً : الازواج المترافقة :

والآن لندرس التفاعل الأتي : $CH_3COOH + H_2O \leftrightarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

**نلحظ ما يلي :**

١- أن التفاعل منعكس حيث الحمض $CH_3COOH$ يمنح بروتون $H^+$ إلى الماء وينتج عن ذلك $H_3O^+$ و $CH_3COO^-$ . بينما في التفاعل العكسي ينتقل $H^+$ من $H_3O^+$ الذي يمثل الحمض إلى $CH_3COO^-$ الذي يمثل القاعدة .

٢ - يمنح الحمض $CH_3COOH$ البروتون إلى الماء ، فتتكون القاعدة $CH_3COO^-$ ، ويطلق عليها قاعدة مرافقة (أي المادة الناتجة عن منح الحمض للبروتون) . ويسمى الحمض والقاعدة المرافقة التي تحول لها زوجاً مترافقاً .

٣- تستقبل القاعدة $H_2O$ البروتون مكونة $H_3O^+$ ، والذي يطلق عليه حمض مرافق (أي المادة الناتجة عن استقبال القاعدة للبروتون) ويسمى القاعدة والحمض الذي تحولت اليه معاً زوجاً مترافقاً.

٤- لكل حمض في التفاعل قاعدة مرافقة في المواد الناتجة ، ولكل قاعدة في التفاعل حمض مرافق في المواد الناتجة .

**نستنتج :** أن التفاعل الذي يشتمل على منح واستقبال بروتون يشتمل على زوجين مترافقين ، ويمكن تحديدهما كما يتضح من المعادلة الأتية :

زوج مترافق

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

الحمض مانح — القاعدة مستقبل — القاعدة المرافقة — الحمض المرافق

زوج مترافق

يتضح أن التفاعل يحتوي على زوجين مترافقين هما : الحمض والقاعدة المرافقة $(CH_3COO^- / CH_3COOH)$ والقاعدة والحمض المرافق $(H_3O^+ / H_2O)$

**سؤال ٨ :** عَيِّن الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة في التفاعلات التالية :

زوج مترافق

$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

قاعدة — حمض — حمض مرافق — قاعدة مرافقة

$CN^- + C_6H_5NH_3^+ \leftrightarrows HCN + C_6H_5NH_2$

قاعدة — حمض — حمض مرافق — قاعدة مرافقة

زوج مترافق — زوج مترافق

**سؤال ٩ :**

**أ) ما القاعدة المرافقة لكل من حموض برونستد – لوري الأتية :**

$HF$ ، $HSO_3^-$ ، $H_3O^+$ ، $H_2CO_3$

**جواب :**

**ب) ما الحمض المرافق لكل من قواعد برونستد – لوري الأتية :**

$N_2H_4$ ، $NH_2^-$ ، $^-OH$ ، $BrO^-$ ، $H_2PO_4^-$

**جواب :**

**ملحوظة:**

١- القاعدة المرافقة تقل عن الحمض ببروتون واحد فقط .
٢- الحمض المرافق يزيد عن القاعدة ببروتون واحد فقط .
٣- الفرق بين الحمض والقاعدة المرافقة بروتون واحد فقط .

**سؤال ١٠ :**

**ما المقصود بكل مما يلي :**

١- الحمض المرافق ؟
٢- القاعدة المرافقة ؟
٣- الازواج المترافقة ؟

**جواب :**

## ثالثاً : المواد الأمفوتيرية :

### وفقاً لمفهوم برونستد – لوري

يتأثر سلوك المادة كحمض أو كقاعدة وفق مفهوم برونستد – لوري تبعاً لطبيعة المواد التي تتفاعل معها وقدرتها على منح البروتون أواستقباله ، فبعض المواد تسلك كحمض فقط ومواد أخرى تسلك كقاعدة فقط . كما أن هنالك مواد يمكن أن تسلك كحمض في تفاعل أو تسلك كقاعدة في تفاعل آخر تبعاً للظروف الموجودة فيها وتسمى ( مواد أمفوتيريه / مترددة) ، من أمثلة المواد الأمفوتيرية جزئ الماء $H_2O$ وكذلك الايونات السالبة التي تحتوي على ذرة هيدروجين يمكن منحها مثل $HCO_3^-$ و $HS^-$ و $HSO_3^-$ .

**سؤال ١١ :** ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة :

١- أي التالية تسلك كحمض برونستد – لوري فقط :-

أ) $Cl^-$ ب) $Zn^{2+}$ ج) $H_2O$ د) $NH_4^+$

٢- أي التالية تسلك كحمض وقاعدة برونستد – لوري (أمفوتيري) :-

أ) $CO_3^{-2}$ ب) $HSO_3^-$ ج) $HF$ د) $NO_3^-$

٣- أي التالية تسلك كقاعدة برونستد – لوري فقط :-

أ) $HCOO^-$ ب) $CH_3COOH$ ج) $HS^-$ د) $N_2H_5^+$

الجواب : ١) ٢) ٣)

### وللمزيد من التوضيح ادرس الجدول التالي (٣) :

| سلوك المادة | الحالة | امثلة |
|---|---|---|
| حموض فقط | جزيئات | $CH_3COOH$ / HBr / HCN/HF/ HCl |
| | أيونات موجبه تحتوي على H يمكن منحها | $NH_4^+$/ $H_3O^+$ |
| قواعد فقط | جزيئات | $RNH_2$ / $N_2H_4$ / $NH_3$ / $NH_2OH$ |
| | أيونات سالبه لا تحتوي على H يمكن منحها | $NO_3^-$/ $HCOO^-$/$F^-$/$OH^-$/$CH_3COO^-$ |
| حمض في تفاعل وقاعدة في تفاعل آخر (أمفوتيري) | جزيئات | $H_2O$ |
| | أيونات سالبه تحتوي على H يمكن منحها | $H_2PO_4^-$ / $HCO_3^-$ / $HS^-$ |

جدول (٣)

**سؤال ١٢ :** ما المقصود بالمواد الأمفوتيرية ؟

**الجواب :**

ملحوظة :
الايونات السالبة المحتوية على هيدروجين لايمكن منحها مثل :أيون الهيدروكسيد $OH^-$ وأيونات الكربوكسيل $RCOO^-$ لا تعتبر مواد امفوتيرية

**سؤال ١٣ :**

أي التالية يسلك كحمض فقط أو قاعدة فقط أو أمفوتيري؟ وفقاً لمفهوم برونستد – لوري

$HSO_3^-$ / $HCO_3^-$ / $S^{2-}$ / $NH_4^+$ / $HCOO^-$ / $H_2O$ / $F^-$ / $H_3O^+$

**الجواب :**

فكر :
هل $CO_2$ و $Cu^{+2}$ تعتبر حموضاً وفقاً لأرهينيوس أو لبرونستد – لوري؟

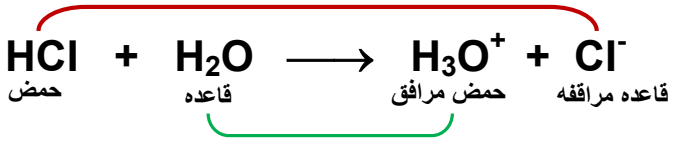
## رابعاً : قوة الحمض والقاعده :

إن قوة الحمض ترتبط بقدرته على التأين ومنح البروتون . أما القاعده فترتبط قوتها بقدرتها على الارتباط بالبروتون.

لذلك يمكن القول :

أ- الحمض القوي يتأين كلياً في المحلول ويتجه التفاعل نحو تكوين المواد الناتجه ، ويعبر عن التفاعل بسهم باتجاه واحد (عدم حدوث تفاعل عكس). كما يلي :

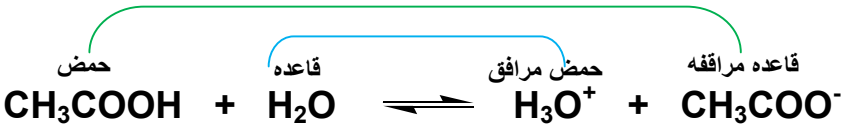
تأين الحمض القوي في الماء




وحيث أن التفاعل غير منعكس فهذا يعني أن الحمض $HCl$ أقوى من الحمض $H_3O^+$ ، وله القدره على منح $H^+$ أكثر من الحمض $H_3O^+$ . كذلك فإن القاعده $H_2O$ أقوى من القاعده $Cl^-$ ولذلك فإن $H_2O$ له قدرة أكبر على استقبال البروتون . أي أن الحمض والقاعدة في جهة المواد المتفاعلة أقوى من الحمض والقاعدة من جهة المواد الناتجة مما يشير الى عدم حدوث تفاعل عكسي . (سهم باتجاه واحد) .

ب- أما في حالة الحمض الضعيف فإنه يتأين جزئياً في المحلول ، لذلك يكون التفاعل منعكساً كما يلي :

تأين الحمض الضعيف في الماء




ولأن درجة التأين صغيره للحمض فإن تركيز الحمض يكون عالياً في المحلول مقارنه بتركيز الحمض $H_3O^+$ وهذا يعني أن الحمض $CH_3COOH$ أقل قدره على منح البروتون من الحمض $H_3O^+$ ، وبذلك يكون الحمض $CH_3COOH$ أضعف من الحمض $H_3O^+$ كما أن القاعده $CH_3COO^-$ أكثر قدره على استقبال البروتون من القاعده $H_2O$ وبذلك فإن $CH_3COO^-$ أقوى كقاعدة من القاعده $H_2O$ وهذا يفسِّر التفاعل العكسي حيث يكون تركيز المواد المتفاعله عاليه مقارنه بتركيز النواتج .

استنتاج

- الحمض القوى تكون قاعدته المرافقة ضعيفه نسبياً وليس لها القدرة على الارتباط بالبروتون.
- الحمض الضعيف تكون قاعدته المرافقه قويه نسبيًا وله القدرة على الارتباط بالبروتون.
- كلما زادت قوة الحمض قلت قوة قاعدته المرافقه الناتجه عنه.
- التفاعل يتجه نحو تكوين المواد الأضعف ، أي أن موضع الاتزان يزاح نحو المواد الأضعف في التفاعل .

انتبـــه : موضع الاتزان (⇆)

**سؤال ١٤ :**

١) أي الحموض التالية هي الاقوى؟

أ. $HNO_2$ ب. $HClO_4$ ج. $HCN$ د. $HF$

٢) أي القواعد التاليه هي الأقوى؟

أ. $Cl^-$ ب. $NO_3^-$ ج. $F^-$ د. $ClO_4^-$

**سؤال ١٥ :** إذا علمت أن $HCl$ أقوى كحمض من $NH_4^+$ . أيهما أقوى كقاعدة $Cl^-$ أم $NH_3$ ؟

**جواب :** $NH_3$

**سؤال ١٦ :**

أ) ادرس التفاعل الآتي ثم أجب ما يليه :

$$HA + H_2O \rightarrow H_3^+O + A^-$$

١- حدّد الازواج المترافقة .
٢- هل التفاعل منعكس أم غير منعكس ؟
٣- هل الحمض HA قوي أم ضعيف ؟
٤- هل التوصيل الكهربائي لمحلول الحمض HA ثقوي أم ضعيف ؟
٥- اكتب صيغ المواد الموجودة في المحلول ؟

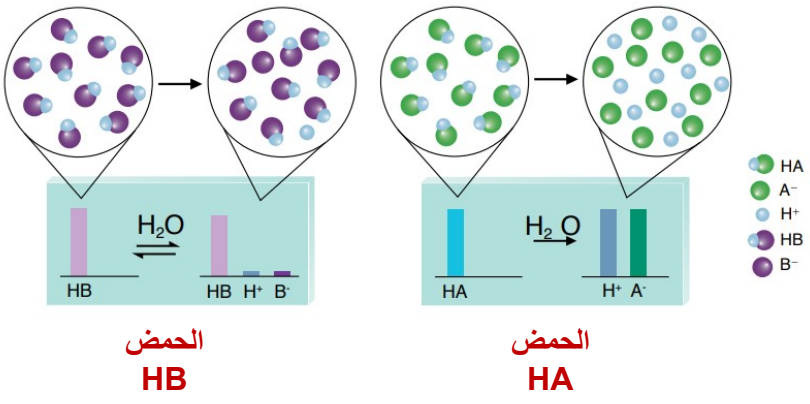
**جواب :**

ب) ادرس التفاعل الآتي ثم أجب ما يليه ؟

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

١- حدّد الازواج المترافقة .
٢- هل التفاعل منعكس أم غير منعكس ؟
٣- هل الحمض HB قوي أم ضعيف ؟
٤- الحمض HB يتأين جزئياً في الماء . فسر ذلك
٥- هل التوصيل الكهربائي لمحلول الحمض HB قوي أم ضعيف ؟
٦- هل تركيز المواد المتفاعلة أكبر أم أقل من تركيز الأيونات ؟

ج) ادرس الشكل المجاور والذي يوضح حمضين HA و HB . حدّد صيغة الحمض القوي وصيغة الحمض الضعيف .




**جواب :** HA هو الحمض القوي

**سؤال ١٧ :**

إذا علمت أن الحمض HF أقوى من الحمض $H_2S$ ، أجب ما يلي :

١) اكتب صيغة القاعده المرافقه الأقوى .

٢) حدد الجهه التي يزاح نحوها الاتزان في التفاعل الأتي : $HF + HS^- \rightleftharpoons H_2S + F^-$

**الجواب : ١) $HS^-$**

٢) $\underset{\text{حمض}}{HF} + HS^- \rightleftharpoons H_2S + \underset{\text{قاعده مرافق}}{F^-}$

$\underset{\text{قاعده}}{HS^-}$ $\underset{\text{حمض مرافق}}{H_2S}$

( دائماً التفاعل يتجه نحو تكوين المواد الأضعف أو موضع الاتزان يُزاح جهة المواد الأضعف في التفاعل )

∴ HF حمض أقوى من الحمض $H_2S$

$HS^-$ قاعده أقوى من القاعده $F^-$

فإن الاتزان يزاح جهة النواتج ( نحو اليمين ) نحو المواد الاضعف في التفاعل .

**سؤال ١٨ :**

مستعيناً بالجدول المجاور (٤) :

١) ما صيغة الحمض الاقوى ؟

٢) ما صيغة القاعده الاقوى ؟

٣) ما صيغة القاعده الاضعف ؟

٤) اكتب معادلتين توضح فيها سلوك الايون $HCO_3^-$ مع كل من $OH^-$ و $HNO_3$ .

٥) أكمل معادلة التفاعل الأتي :

$HSO_3^- + HBrO \rightleftharpoons \ldots\ldots + \ldots\ldots$

٦) حدد الجهة التي يزاح نحوها الاتزان في التفاعل الآتي :

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

| الحِمض | القاعدة |
|---|---|
| $HClO_4$ | $ClO_4^-$ |
| $H_2SO_4$ | $HSO_4^-$ |
| HI | $I^-$ |
| HBr | $Br^-$ |
| HCl | $Cl^-$ |
| $HNO_3$ | $NO_3^-$ |
| $H_3O^+$ | $H_2O$ |
| $H_2SO_3$ | $HSO_3^-$ |
| $H_3PO_4$ | $H_2PO_4^-$ |
| $HNO_2$ | $NO_2^-$ |
| HF | $F^-$ |
| $CH_3COOH$ | $CH_3COO^-$ |
| $H_2CO_3$ | $HCO_3^-$ |
| $H_2S$ | $HS^-$ |
| HClO | $ClO^-$ |
| HBrO | $BrO^-$ |
| $NH_4^+$ | $NH_3$ |
| HCN | $CN^-$ |
| $H_2O$ | $OH^-$ |

تزايد قوة الحمض ↑ ↓ تزايد قوة القاعدة

جدول (٤)

**الجواب :**

١) $HClO_4$ ٢) $^-OH$ ٣) $ClO^-_4$

٤) $HCO^-_3 + {}^-OH \rightleftharpoons H_2O + CO_3^{2-}$

$HCO_3^- + HNO_3 \longrightarrow H_2CO_3 + NO_3^-$

٥) $H_2SO_3 + BrO^-$

٦) يزاح نحو اليسار (نحو المتفاعلات ) نحو المواد الأضعف في التفاعل.

**سؤال ١٩ :**

أ) فسّر بمعادلات كيميائية وفقاً لمفهوم برونستد – لوري :

١- السلوك الحمضي لحمض الايثانويك $CH_3COOH$ .

٢- السلوك القاعدي لـ $N_2H_4$ .

ب) وضح السلوك الحامضي لحمض HBr وفقاً لـ :

١- مفهوم أرهينيوس

٢- مفهوم برونستد – لوري

ملحوظة :
التفسير فقط بالمعادلات

الجواب : أ) ١- $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons H_3^+O + CH_3COO^-$

٢- $N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + {}^-OH$

ب) ١- $HBr \xrightarrow{H_2O} H^+ + Br^-$

٢- $HBr + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Br^-$

**سؤال ٢٠ :**

وضح السلوك الامفوتيري لتفاعل $HS^-$ مع كل من HCl و $NO_2^-$ .

الجواب : $HS^- + HCl \longrightarrow H_2S + Cl^-$

$HS^- + NO_2^- \rightleftharpoons HNO_2 + S^{-2}$

**سؤال ٢١ :**

١) احد الايونات الآتية لا يعد أمفوتيرياً :

أ) $H_2PO_4^-$ ب) $HS^-$ ج) $HCO_3^-$ د) $HCOO^-$

٢) اكتب معادلة التفاعل للحمض $HNO_2$ مع القاعدة المرافقة للحمض $H_2CO_3$

جواب : ١) $HCOO^-$

٢) $HNO_2 + HCO^-_3 \rightleftharpoons H_2CO_3 + NO_2^-$

**سؤال ٢٢ :**

تمثل المعادلات الآتية تفاعلات لمحاليل الحموض ( HF ، HCN ، $H_2SO_3$ ) المتساوية التركيز ، والتي كان موضع الأتزان مزاحاً فيها جهة المواد الناتجة لجميع التفاعلات . ادرس التفاعلات ثم أجب عن الأسئلة التي تليها :

$$H_2SO_3 + CN^- \rightleftharpoons HSO_3^- + HCN$$

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

$$HF + CN^- \rightleftharpoons F^- + HCN$$

١- اكتب صيغة القاعدة المرافقة الاقوى بينهما .

٢- أي محاليل الأحماض الأكثر توصيلاً للتيار الكهربائي ؟

٣- أي المحاليل HF أم HCN يكون فيها تركيز $H_3^+O$ الأعلى قيمة ؟

٤- أي المحاليل يكون تركيز الايونات الناتجة عند تأينها في الماء عند نفس الظروف أعلى ما يمكن ؟

الجواب : نفهم من المعادلات أن ترتيب الحموض حسب قوتها : $H_2SO_3 > HF > HCN$

١- $CN^-$

٢- $H_2SO_3$

٣- HF

٤- $H_2SO_3$

**سؤال ٢٣ :**

ما القصور في مفهوم برونستد – لوري للحموض والقواعد ؟

الجواب : ١- هناك تفاعلات حموض وقواعد لا يرافقها انتقال للبروتون .

٢- لم يبيّن كيف يمكن للقاعدة أن تستقبل بروتون $H^+$ .

## ج- مفهوم لويس :

مما سبق يتضح أن مفهوم برونستد – لوري للحموض والقواعد أكثر شمولاً من تعريف أرهينيوس . وأن مفهوم برونستد – لوري يكون صحيحاً فقط طالما يحدث منح بروتون واستقبال بروتون ولكن هنالك تفاعلات حموض وقواعد لا يرافقها انتقال للبروتون كما أن مفهوم برونستد – لوري لم يبين كيف يمكن للقاعدة أن تستقبل بروتون ( $H^+$ ) ، لذلك جاء مفهوم لويس ليكون أكثر شمولاً .

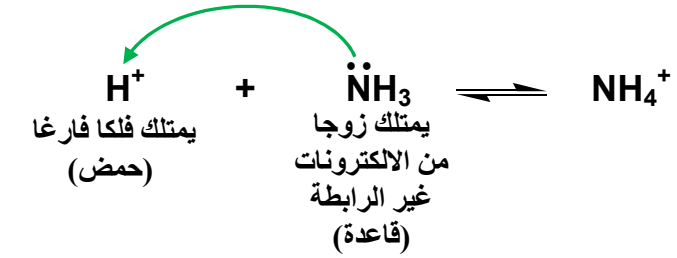
## تعريف الحمض والقاعدة :

**الحمض :** مادة قادرة على إستقبال زوج (أو أكثر) من الألكترونات غير الرابطة من مادة أخرى لإحتوائها على أفلاك فارغة .

**القاعدة :** مادة قادرة على منح زوج ( أو أكثر ) من الإلكترونات غير الرابطة لمادة أخرى.

## اهمية مفهوم لويس :

١) حيث أن مفهوم لويس أكثر شمولاً من مفهوم برونستد – لوري فقد أمكن استخدام مفهوم لويس في تفسير تفاعلات ينطبق عليها مفهوم برونستد – لوري وتفسير تكوين الرابطة في تفاعل الحمض HCl مع القاعدة $NH_3$ . فمثلاً إن أيون $H^+$ الناتج عن تأين الحمض HCl يمتلك فلكاً فارغاً بينما تمتلك ذرة النيتروجين في جزئ $NH_3$ زوجاً غير رابط من الالكترونات ، وعند انتقال $H^+$ الى $NH_3$ يرتبط به برابطة تناسقية فيتكون $NH_4^+$ ، كما يلي :

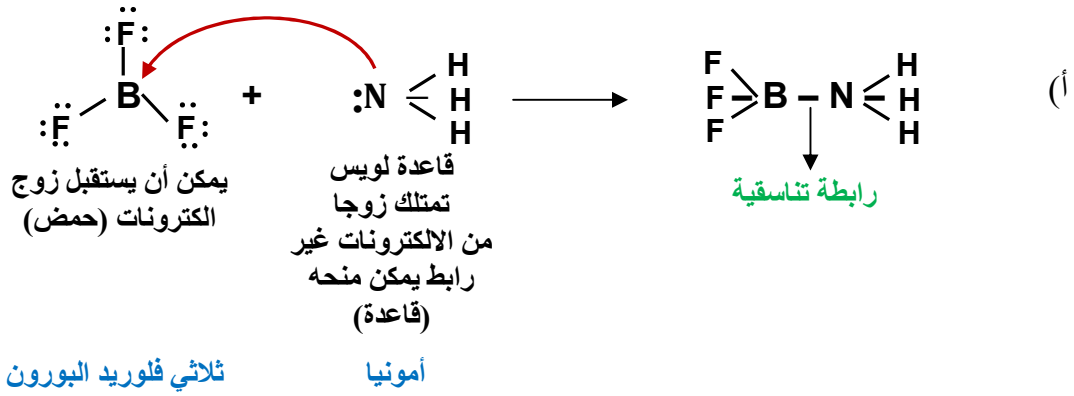



**ملحوظـــة :**
القاعدة ترتبط بـ $H^+$ برابطة تناسقية وهذا يفسر ما عجز عنه برونستد – لوري .

** جميع حموض برونستد – لوري هي حموض لويس فهي عندما تتأين ينتج $H^+$ والذي يمتلك فلكا فارغاً يمكنه أن يستقبل زوجاً من الالكترونات غير الرابطة من مادة أخرى .

٢) استخدم مفهوم لويس في تفسير تفاعلات لا ينطبق عليها مفهوم برونستد – لوري . أي تفاعلات لا يحصل فيها انتقال للبروتون كما في التفاعل الآتي :

أ)

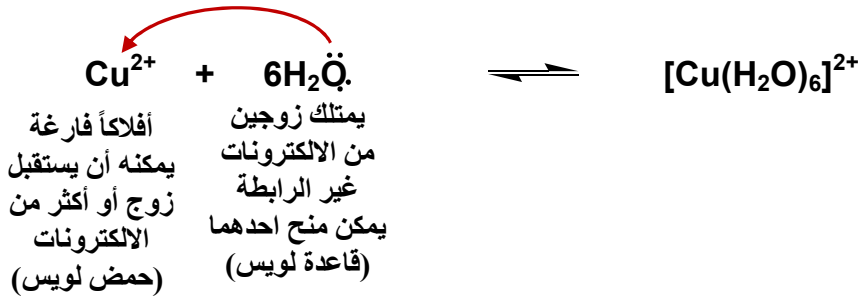


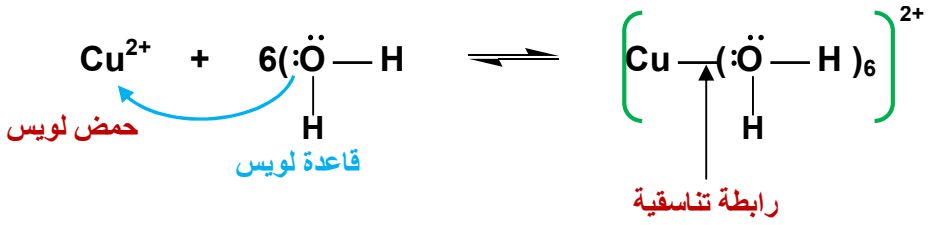

**لاحظ أن التفاعل لا يتفق مع مفهوم برونستد – لوري . وأن الحمض $BF_3$ ينطبق عليه مفهوم حمض لويس فقط .**

ب) ومن أمثلة ذلك أيضاً تفاعلات لا يحدث فيها انتقال للبروتون مثل تفاعل $CO_2$ مع الماء كما في التفاعل الآتي :

فمثل هذه الاكاسيد الحامضية ينطبق عليها مفهوم حمض لويس فقط .

٣) تمكن لويس من تفسير الايونات المعقدة وهي التي تنتج من تفاعل أيونات بعض الفلزات مع جزيئات مثل $H_2O$ أو $NH_3$ أو مع أيونات آخرى مثل $CN^-$ وغيرها ، مثل تفاعل أيون $Cu^{+2}$ مع الماء لتكوين $[Cu(H_2O)_6]^{+2}$ كما في المعادلة :

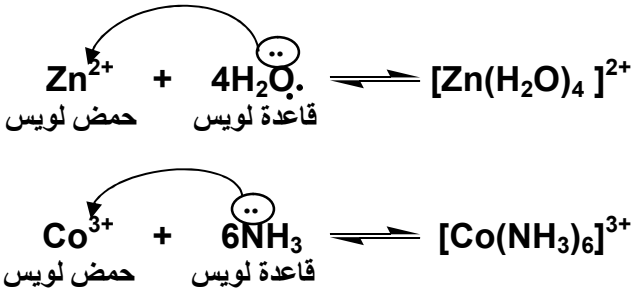



**هل يمكنك تحديد عدد الروابط التناسقية في الأيون المعقد ؟**

**الايونات البسيطة الموجبة الشحنة ينطبق عليها مفهوم حمض لويس فقط . (أيونات بعض الفلزات)**

ولفهم ما سبق لندرس التفاعلات الآتية :




**ملحوظـــة :**

١) لاحظ أن هذا التفاعل لم يحدث فيه منح أو استقبال برتون $H^+$ بمعنى أن تعريف برونستد لوري لا ينطبق هنا .

٢) الروابط المتكونة هي روابط تناسقية .

٣) الايونات الفلزية (الموجبة الشحنة) حموض لويس فقط . ويمكنها استقبال ازواج من الالكترونات

**سؤال ٢٤ :** حدّد حمض وقاعدة لويس في التفاعلات الآتية :

$$B(OH)_3 + H_2O \rightleftharpoons B(OH)^-_4 + H^+$$
$$Ag^+ + 2NH_3 \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2^+$$
$$Ni^{+2} + 6NH_3 \rightleftharpoons Ni(H_2O)_6^{2+}$$

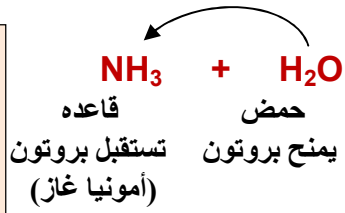
**سؤال ٢٥ :** عَيّن حمض وقاعدة لويس في التفاعلات الآتية :

$$Ag^+ + 2NH_3 \rightleftharpoons [Ag(NH_3)_2]^+$$
$$Cd^{2+} + 4I^- \rightleftharpoons [CdI_4]^{2-}$$
$$Co^{+3} + 6NH_3 \rightleftharpoons [Co(NH_3)_6]^{3+}$$
$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$2H_2O + Ag^+ \rightleftharpoons [Ag(H_2O)_2]^+$$
$$HF + CN^- \rightleftharpoons F^- + HCN$$
$$HgI_2 + 2I^- \rightleftharpoons HgI_4^-$$
$$SnCl_4 + 2Cl^- \rightleftharpoons [SnCl_6]^{2-}$$
$$Be(OH)_2 + OH^- \rightleftharpoons Be(OH)_3^-$$
$$BF_3 + F^- \rightleftharpoons BF_4^-$$

**ملحوظه :**
أي التفاعلات توضح مفهوم :
ارهينيوس
برونستد – لوري
لويس

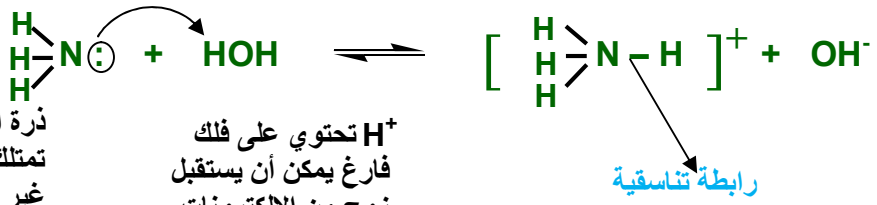
**سؤال ٢٦ :** فسر مستعيناً بمعادلات السلوك القاعدي للأمونيا $NH_3$ وفقاً لمفهوم برونستد – لوري ووفقاً لمفهوم لويس

**جواب :** (اولاً) وفق مفهوم برونستد – لوري برونستد لوري:




**ملحوظه :**
يجوز مفاعلة القاعده $NH_3$ مع اي حمض مثل HCl أو امفوتيري مثل $H_2O$ .

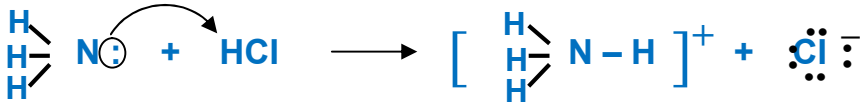
(ثانياً) وفق مفهوم لويس




ذرة النيتروجين المركزيه تمتلك زوجاً من الالكترونات غير الرابطة يمكن منحها (قاعدة لويس)

$H^+$ تحتوي على فلك فارغ يمكن أن يستقبل زوج من الالكترونات برابطة تناسقية($H^+$ في $H_2O$ هو حمض لويس)

طبعاً يمكن توضيح مفهوم لويس ايضاً كما يلي :




قاعدة لويس

$H^+$ يمتلك فلكا فارغاً ويمكن ان يستقبل زوجاً من الالكترونات (رابطة تناسقية) يكون $H^+$ في حمض HCl هو حمض لويس ( $H^+$ ينتج عن تأين الحمض HCl)

**سؤال ٢٧ :**
يسلك الماء $H_2O$ سلوك الحمض في تفاعل وسلوك القاعدة في تفاعل آخر . وضح ذلك وفقاً لمفهومي برونستد – لوري ولويس .

**جواب :**

وفق مفهوم برونستد – لوري

وفقاً لمفهوم لويس

## استنتاج عام :

١- جميع حموض برونستد – لوري هي حموض لويس ايضاً ، حيث أن الحموض ( HBr / HI / HCN وغيرها) يمكنها منح بروتون $H^+$ ، وكذلك هي حموض لويس حيث أنها تتأين وينتج $H^+$ الذي يمتلك فلكاً فارغاً .

٢- هنالك حموض ينطبق عليها مفهوم لويس فقط
- اكاسيد لا فلزية $CO_2$
- مركبات البورون $BF_3$ / $B(OH)_3$ / $BX_3$
- الأيونات الفلزية : $Cu^{+2}$ / $Co^{+3}$ / $Zn^{+2}$ / $Al^{+3}$ (أيونات بسيطة موجبة الشحنة)

٣- قواعد برونستد – لوري هي قواعد لويس ، فهي تحقق مفهوم برونستد – لوري بقدرتها على استقبال $H^+$ وتحقق مفهوم لويس بقدرتها على منح زوج من الالكترونات غير الرابطة .

$:\ddot{O}H^-$ / $\ddot{P}Cl_3$ / $\ddot{N}H_3$ / $F^-$ / $I^-$ / $Br^-$ / $:\ddot{C}l:^-$ / $CN^-$

ادرس الجدول الآتي :

| الحمض | مفهوم ارهينيوس | مفهوم برونستد –لوري | مفهوم لويس |
|---|---|---|---|
| HCN | $HCN \overset{H_2O}{\leftrightarrows} H^+ + CN^-$ | $HCN + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + CN^-$ (HCN: حمض يمنح؛ $H_2O$: قاعدة يستقبل) | $H_2O: + HCN \leftrightarrows H_3O^+ + CN^-$ |
| CH3COOH | $CH_3COOH \overset{H_2O}{\leftrightarrows} H^+ + CH_3COO^-$ | $CH_3COOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + CH_3COO^-$ (حمض يمنح؛ قاعدة يستقبل) | $CH_3COOH + H_2O: \leftrightarrows H_3O^+ + CH_3COO^-$ |
| $HNO_3$ | $HNO_3 \overset{H_2O}{\rightarrow} H^+ + NO_3^-$ | $HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$ (حمض يمنح؛ قاعدة يستقبل) | $H_2O: + HNO_3 \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$ |

**سؤال ٢٨ :**

**وضح السلوك الحامضي لمحلول $CH_3COOH$ وفقاً لـ :**

**أ) مفهوم أرهينيوس .**

**ب) مفهوم برونستد – لوري .**

**ج) مفهوم لويس .**

**جواب : (انظر الجدول في الاعلى )**

**سؤال ٢٩ :**

**حدّد حمض وقاعدة لويس في $[CdI_4]^{2-}$**

**جواب : $Cd^{+2}$ حمض لويس**
**$I^-$ قاعدة لويس**

# أسئلة متابعة (1)

**اختر رمز الاجابة الصحيحة في ما يلي :**

١. الحمض حسب مفهوم لويس يجب أن يحتوي على :
أ) زوج من الكترونات غير رابطة ب) أيون الهيدروكسيد ج) ذرات هيدروجين د) أفلاك فارغة

٢. المادة التي لا يستطيع تعريف ارهينوس تفسير سلوكها هي :
أ) $NaOH$ ب) $HCl$ ج) $NH_3$ د) $HI$

٣. أحد المحاليل الآتية ليس (حمض / قاعدة ) مترافقان :
أ) $H_2SO_4 / HSO_4^-$ ب) $H_2CO_3 / HCO_3^-$ ج) $H_3PO_4 / HPO_4^{2-}$ د) $NH_3 / NH_2^-$

٤. المادة التي تمثل قاعدة لويس من المواد الآتية هي :
أ) $Ag^+$ ب) $NH_4^+$ ج) $Zn^{2+}$ د) $NCl_3$

٥. لا يتواجد البروتون $H^+$ منفرداً في المحلول المائي لإن :
أ) حجمه صغير وكثافته الكهربائية منخفضة ب) حجمه كبير وكثافته الكهربائية عالية
ج) حجمه صغير وكثافته الكهربائية عالية د) حجمه كبير وكثافته الكهربائية منخفضة

٦. عدد الروابط التناسقية في $[Zn(H_2O)_4]^{+2}$
أ) (4) ب) (2) ج) (6) د) (1)

٧. ناتج التفاعل الآتي حسب برونستد / لوري : ..... + ..... $\rightleftharpoons$ $HSO_3^- + CH_3NH_3^+$
أ) $SO_3^{-2} + CH_3NH_4^+$ ب) $H_2SO_3 + CH_3NH_2$
ج) $SO_3^{-2} + CH_3NH_2$ د) $H_3SO_3^+ + CH_3NH_2^-$

٨. عند تأين الحمض القوي في الماء ينتج :
أ) قاعدة مرافقة قوية ب) قاعدة مرافقة ضعيفة ج) حمض مرافق قوي د) ملح متعادل

٩. احد الاتية زوج مترافق ينتج من تفاعل $NH_3$ مع $HCO_3^-$ هو :
أ) $HCO_3^- / H_2CO_3$ ب) $HCO_3^- / NH_3$ ج) $HCO_3^- / CO_3^{2-}$ د) $HCO_3^- / NH_4^+$

١٠. صيغة الحمض الذي $PO_4^{3-}$ هي قاعدته المرافقة :
أ) $H_3PO_4$ ب) $H_2PO_4^-$ ج) $HPO_4^{-2}$ د) $HPO_4^-$

١١. تأين الحمض $HCl$ في الماء تأينا كليا يعود الى أن :
أ) محلول الحمض $HCl$ المصدر الرئيس لأيونات الهيدرونيوم في الماء
ب) تفاعل الحمض مع الماء هو تفاعل منعكس
ج) ينتج أيون ($Cl^-$) وهي قاعدة مرافقة قوية ترتبط مع البروتون في المحلول ، فيكون التفاعل غير منعكس
د) ($Cl^-$) قاعدة مرافقة ضعيفة لا ترتبط مع بالبروتون $H^+$ في المحلول

١٢. المحلول المائي للقاعدة لهيدروكسيل أمين $NH_2OH$ يحتوي على :-
أ) $NH_2OH , OH^- , NH_2^+$ ب) $NH_2OH , OH^- , NH_3OH^+$
ج) $NH_2OH , H_3O^+ , NH_2^-$ د) $NH_2OH , NH_3OH^+ , NH_2^-$

١٣. أي المواد الآتية طعمها مر :
أ) $KOH$ ب) $NH_4Cl$ ج) $KCl$ د) $HNO_3$

١٤. يتواجد حمض الكربونيك في :
أ) المشروبات الغازية ب) المنظفات ج) الخس د) الخل

١٥. الحمض الذي تكون قاعدته المرافقة الأضعف من بين الحموض الآتية المتساوية في التركيز ، هو :
أ) $HClO_4$ ب) $HF$ ج) $HCOOH$ د) $HCN$

# إجابة الاسئلة (١)

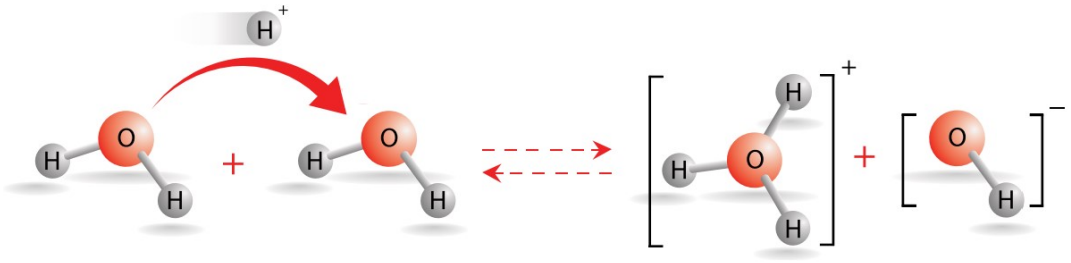
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١) د | ٢) ج | ٣) ج | ٤) د | ٥) ج | ٦) أ | ٧) ب | ٨) ب |
| ٩) ج | ١٠) ج | ١١) د | ١٢) ب | ١٣) أ | ١٤) أ | ١٥) أ | |

# الفصل الثاني : الرقم الهيدروجيني ومحاليل الحموض القوية والقواعد القوية

## أ) التأيّن الذاتي للماء :

نعلم أن الماء النقي غير موصل للتيار الكهربائي .ولكن الدراسات الحديثة اثبتت أن الماء النقي يوصل التيار الكهربائي بصورة ضعيفة جداً وهذا يشير إلى تأين الماء النقي بدرجة ضئيلة. ويمكن تفسير ذلك بأن أحد جزيئات الماء يكون مانحاً للبروتون ( حمض ) والجزيء الثاني يستقبل البروتون ( قاعدة ) كما في التفاعل الآتي :

$$H_2O_{(L)} + H_2O_{(L)} \leftrightarrows H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$




**سؤال ٣٠ : ما المقصود بالتأين الذاتي للماء ؟**

**جواب :** هو تفاعل جزيئات الماء مع بعضها بحيث أن أحد جزيئات الماء يكون مانحاً للبروتون والجزيء الآخر يستقبل بروتون وتكون أيونات $H_3^+O$ و $OH^-$ في حالة إتزان مع جزيئات الماء غير المتأينة .

وحيث يتضح من معادلة التفاعل السابقة أن هنالك حالة إتزان ، إذاً يمكن أن يعبر عن ثابت الإتزان Kc للتفاعل الكيميائي كما يلي :

$$Kc = \frac{[OH^-][H_3^+O]}{[H_2O]^2}$$

وحيث أن كمية الماء التي تأينت صغيرة جداً، لذلك يمكن إعتبار تركيز الماء ثابت تقريباً لذا :

( مقدار ثابت تقريباً $[H_2O]^2$ ، Kc مقدار ثابت)

$$Kc\,[H_2O]^2 = [H_3^+O][OH^-]$$

$$Kw = [H_3^+O][OH^-]$$

(يسمى ثابت تأين الماء ويساوي $1 \times 10^{-14}$ عند $25^\circ C$)

و في الماء النقي يكون $[H_3^+O] = [OH^-]$ لذلك نستطيع أن نقول أن $[OH^-] = [H_3^+O] = 1 \times 10^{-7}\ M$

ولذلك يوصف الماء النقي بأنه محلول متعادل . (هل يمكنك الآن توضيح لماذا يعتبر الماء محلولاً متعادلاً؟

**انتبـــــه :**

- من العلاقة الرياضية $Kw = [H_3^+O][OH^-]$ يمكن معرفة قيمة تركيز أي منها للمحلول بمعرفة تركيز الآخر. حيث أن قيمة Kw معلومة وتساوي $(1 \times 10^{-14})$ .
- قيمة Kw مقدار ثابت عند $25^\circ C$ ؟ (ماذا تستنتج)
- هل Kw له وحدة قياس ؟!

**سؤال ٣١ :** احسب تركيز $H_3^+O$ في محلول يحتوي على أيونات $OH^-$ تركيزها ( $1 \times 10^{-3}$ M )

**الجواب :**

$$K_w = [H_3^+O][OH^-]$$

$$[H_3^+O] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-3}} = 1 \times 10^{-11} \text{ M}$$

**سؤال ٣٢: أكمل الفراغات التالية بما يناسبها :**

١- إذا كان $[H_3^+O] = [OH^-]$ فإن المحلول يعتبر محلولاً .....

٢- إذا كان $[H_3^+O] < [OH^-]$ فإن المحلول يعتبر محلولاً .....

٣- إذا كان $[H_3^+O] = 1 \times 10^{-7}$ M فإن $[OH^-]$ في نفس المحلول تساوي ..... M

٤- إذا كان $[OH^-] = 1 \times 10^{-5}$ M فإن المحلول يعتبر محلولاً .....

٥- إذا كان $[H_3^+O] = 3 \times 10^{-7}$ M فإن المحلول يعتبر محلولاً .....

٦- إذا كان $[H_3^+O] > 1 \times 10^{-7}$ M فإن المحلول يعتبر محلولاً .....

٧- إذا كان $[OH^-] = 5 \times 10^{-4}$ M فإن $[H_3^+O]$ يساوي ..... M

٨- المحلول المتعادل هو المحلول الذي يكون فيه تركيز $[H_3^+O]$ يساوي ..... M

٩- المحلول الحمضي هو المحلول الذي يكون فيه تركيز $[H_3^+O]$ أكبر من ..... M

١٠- المحلول القاعدي هو المحلول الذي يكون فيه تركيز أيونات الهيدرونيوم أقل من ..... M

١١- إذا كان $[H_3^+O] = 1.0$ M ، فإن تركيز $[OH^-]$ يساوي ..... M

١٢- إذا كان $[OH^-] = 1.0$ M ، فإن تركيز $[H_3^+O]$ يساوي ..... M

**جواب :**

١- متعادلاً

٢- حامضي

٣- $10^{-7}$ M

٤- قاعدي

٥- قاعدي

٦- قاعدي

٧- $2 \times 10^{-11}$ M

٨- $10^{-7}$ M

٩- $10^{-7}$ M

١٠- $10^{-7}$ M

١١- $10^{-4}$

١٢- $10^{-4}$ M

جدول (٥) تصنيف المحاليل تبعاً لتركيز أيونات $H_3O^+$ و $OH^-$ .

| المحلول | $[H_3O^+]$ | $[OH^-]$ |
|---|---|---|
| المتعادل | $1\times10^{-7}$ | $1\times10^{-7}$ |
| الحِمضي | أكبر من $1\times10^{-7}$ | أقلُّ من $1\times10^{-7}$ |
| القاعدي | أقلُّ من $1\times10^{-7}$ | أكبر من $1\times10^{-7}$ |

## ب – الرقم الهيدروجيني pH والرقم الهيدرو كسيلي pOH :

اقترح العالم سورنسن الرقم الهيدروجيني pH و الرقم الهيدروكسيلي pOH لتفادي الصعوبة في التعبير عن تراكيز $H_3O^+$ و $OH^-$ بأرقام صغيره . حيث يكون pH هو مقياس كمي لحموضه المحلول و pOH مقياس كميّ لقياس قاعديه المحلول .

| pH | pOH |
|---|---|
| التعريف : هو اللوغارتيم السالب لتركيز $H_3O^+$ في المحلول للأساس 10. | التعريف : هو اللوغارتيم السالب لتركيز $HO^-$ في المحلول للأساس 10. |
| يعبر عنه رياضياً : $pH = -Log [H_3O^+]$ $[H_3O^+] = 10^{-PH}$ | يعبر عنه رياضياً : $pOH = -Log [HO^-]$ $[HO^-] = 10^{-POH}$ |

**سؤال ٣٣ :**

**١) احسب تركيز $[H_3O^+]$ في محلول يحتوي على أيونات $OH^-$ تركيزها ( $1\times10^{-3}$ M) ثم احسب فيه pH .**

**٢) احسب تركيز $[H_3O^+]$ في محلول يحتوي على أيونات $OH^-$ تركيزها (1M) ثم احسب فيه كل من pH , pOH**

**٣) احسب تركيز $[OH^-]$ في محلول يحتوي على أيونات $H_3O^+$ (1M) ثم احسب فيه كل من pH , pOH .**

**الجواب :**

**سؤال ٣٤ : احسب تركيز $H_3O^+$ لمحلول حمض pH = 4 .**

**الجواب :**

**سؤال ٣٥: احسب تركيز $H_3O^+$ لمحلول pH = 2.2 (علما بأن log 6.3 = 0.8 )**

**الجواب :**

**سؤال ٣٦ : احسب تركيز كل من $H_3O^+$ و $OH^-$ في محلول pH = 12.3 (علما بأن log 5 = 0.7 )**

**الجواب :**

**سؤال ٣٧ : اعتماداً على الجدول المجاور اجب عما يليه :**

| محلول حمض | المعلومات |
|---|---|
| HA | pH = 2 |
| HB | pH = 6 |

**١) اي المحلولين يكون تركيز $H_3O^+$ أكبر؟**
**٢) اي المحلولين يكون تركيز $HO^-$ أكبر؟**
**٣) أي محلولين أكثر حامضية HA أم HB ؟**

**الجواب :**

**سؤال ٣٨ : احسب $H_3O^+$ لعينه من عصير البندوره رقمها الهيدروجيني يساوي 4.3 علما بأن (log 4 = 0.6)**

**الجواب :**

## العلاقة بين pH و pOH :

$$Kw = [H_3O^+]\ [OH^-] = 1\times10^{-14}$$

بأخذ اللوغاريتم للطرفين نجد أن :

$$\text{Log}\ [H_3O^+] + \text{Log}\ [OH^-] = -14$$

وبضرب المعادله باشاره (-) نحصل على :

$$\underbrace{-\text{Log}\ [H_3O^+]}_{\downarrow} + \underbrace{(-\text{Log}\ [OH^-])}_{\downarrow} = 14$$

$$pH + pOH = 14$$

وبالتالي يمكن معرفة قيمة أي منها للمحلول بمعرفه الأخر .

سؤال ٣٩ : احسب قيمة pH لمحلول فيه (pOH = 3)

جواب :

$$pH + pOH = 14$$
$$pH = 14 - pOH$$
$$pH = 14 - 3 = 11$$

سؤال ٤٠ : ماذا يحدث لقيمة pH عند ازدياد قيمة pOH في المحلول (تزداد – تقل – ثابته) . ماذا تستنتج ؟

جواب :

مثال :

| $[H_3O^+]$ | $[OH^-]$ | نوع المحلول | pH | pOH |
|---|---|---|---|---|
| $10^{-2}$ | $10^{-12}$ | حامضي | 2 | 12 |
| $10^{-5}$ | $10^{-9}$ | حامضي | 5 | 9 |
| $10^{-7}$ | $10^{-7}$ | متعادل | 7 | 7 |
| $10^{-8}$ | $10^{-6}$ | قاعدي | 8 | 6 |
| $10^{-11}$ | $10^{-3}$ | قاعدي | 11 | 3 |

(تقل ↓ / يزداد ↓)

**تذكر :**

١- كلما قل $[H_3O^+]$ يزداد $[OH^-]$ ⟵ علاقة عكسيه

٢- كلما قل $[H_3O^+]$ تزداد pH ⟵ علاقة عكسيه

٣- كلما زاد $[HO^-]$ تزداد pH ⟵ علاقة طرديه

٤- كلما زاد $[HO^-]$ تقل pOH ⟵ علاقة عكسيه

٥- كلما قل $[HO^-]$ تقل pH ⟵ علاقة طردية

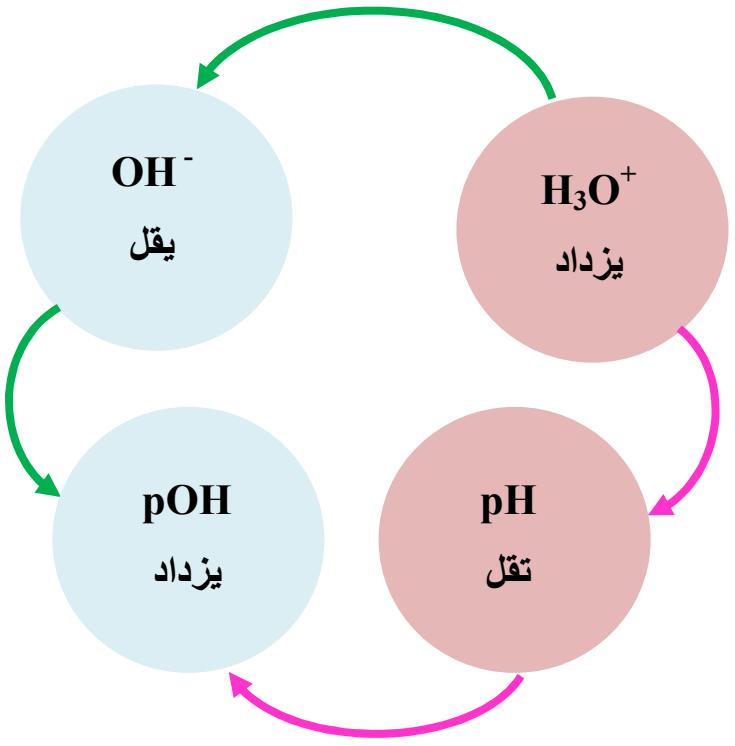
٦- كلما زادت pH تقل pOH ⟵ علاقة عكسيه

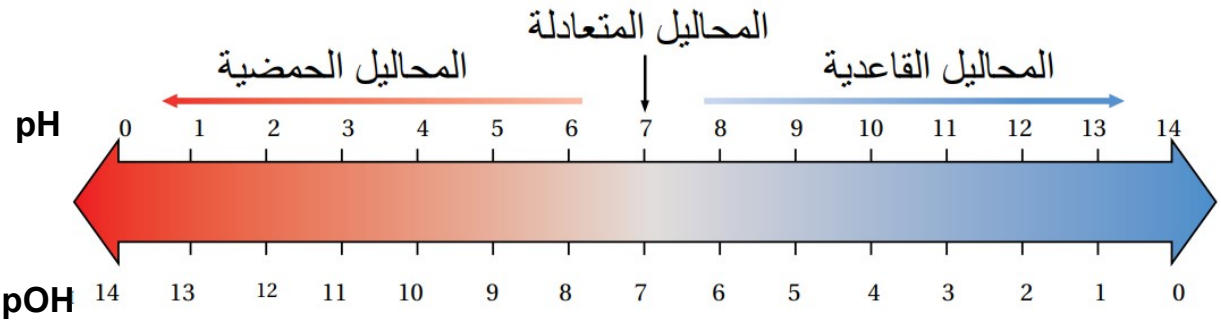
٧- $Kw = [H_3O^+]\,[OH^-]$

٨- $pH = -\log [H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}$

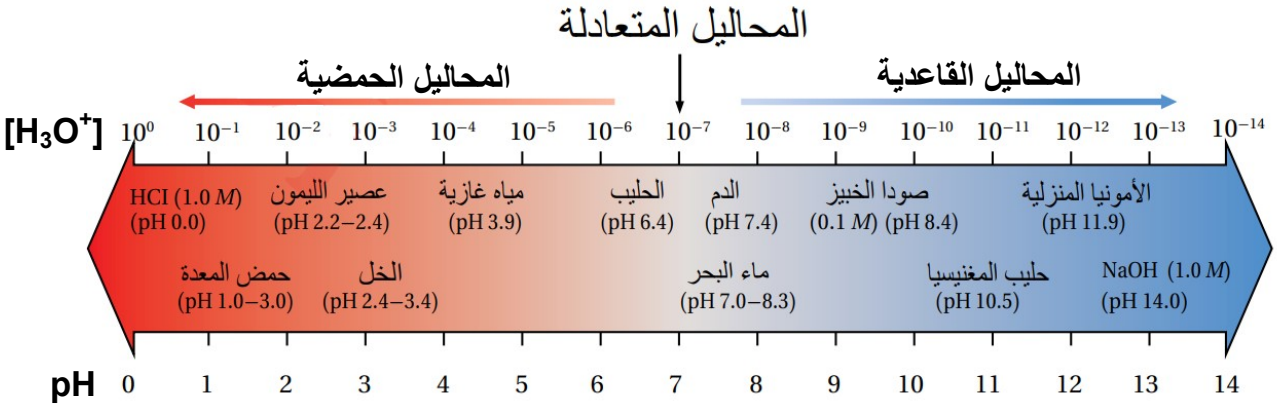
٩- $pOH = -\log [OH^-] \Rightarrow [HO^-] = 10^{-pOH}$

١٠- $pH + pOH = 14$






**الشكل (٦)** العلاقة بين الرَّقْم الهيدروجيني والرَّقْم الهيدروكسيلي.




**الشكل (٧)** العلاقة بين تركيز أيونات الهيدرونيوم في بعض المحاليل وَرَقْمها الهيدروجيني.

## جـ - حسابات متعلقه بمحاليل الحموض القويه و القواعد القويه

### ١- الحموض القوية .

ان الحموض القويه تتأين كليا في الماء. وتعتبر محاليلها موصلات قويه للتيار الكهربائي وخاصه أحادية البروتون (انظر الجدول (٨) ) والذي يوضح أشهر الحموض القوية .

جدول (٨) أشهر الحموض القوية

| اسم الحِمض | صيغته الكيميائيّة |
|---|---|
| البيركلوريك | $HClO_4$ |
| الهيدرويوديك | HI |
| الهيدروبروميك | HBr |
| الهيدروكلوريك | HCl |
| النيتريك | $HNO_3$ |

ولتوضيح ما سبق ندرس ما يلي :

فمثلا عن اذابه الحمض HCl (0.1 mol) في لتر من الماء فإنه يتأين كليا ويؤدي لتكوين محلول حمض يكون فيه تركيز $H_3O^+$ أكبر من تركيز $OH^-$ . ولتوضيح ذلك لندرس التفاعل :

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

ولما كان الماء يحوي على أيونات $H_3O^+$ و $OH^-$ في حاله اتزان مع جزيئات الماء غير متأينه كما يتضح من معادلة التأين الذاتي للماء :

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

فإن موضع الاتزان في الماء يزاح نحو اليسار وذلك وفقاً لمبدأ لوتشاتلييه ، وبذلك يقل تركيزه $OH^-$ ويبقى ثابت تأين الماء kw ثابتاً. ونظراً لأن تركيز $H_3O^+$ الناتجة من التأين الذاتي للماء يكون صغيراً جداً مقارنة بتركيزها الناتج من تأين الحمض القوي فيجرى إهماله . ويُعد الحمض المصدر الرئيس لهذه الأيونات ويكون تركيزها في المحلول مساوياً لتركيز الحمض ، أي أن :

$$[H_3O^+] = [\text{الحمض}]$$

$$\therefore [H_3O^+] = [HCl] = 1 \times 10^{-1} M$$

استنتاج

١) اضافة حمض قوي الى الماء تؤدي لزيادة تركيز $H_3O^+$ ونقص تركيز $OH^-$ ويكون المحلول الناتج حامضياً .

٢) في الحمض القوي (احادي البروتون) $[H_3O^+]$ = [ الحمض ] .

٣) إن الحمض هو المصدر الرئيس لـ $H_3O^+$ في المحلول ، لآن ما ينتج عن التأين الذاتي للماء يكون صغيراً جداً مقارنة بتركيزها الناتج عن تأين الحمض القوي فيجري اهماله .

سؤال ٤١ : احسب تركيز $OH^-$ في محلول يحتوي على $1 \times 10^{-3}M$ من حمض HBr .

الجواب : $HBr + H_2O \longrightarrow H_3^+O + Br^-$

$[H_3^+O] = [HBr] = 10^{-3}\ M$

$K_W = [H_3^+O][OH^-] = 10^{-14}$

$$[OH^-] = \frac{K_W}{[H_3^+O]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11}\ M$$

سؤال ٤٢ : احسب تركيز $H_3O$ وتركيز $OH^-$ في محلول حمض بإذابه (0.03 mol) من حمض $HClO_4$ في 400 ml من الماء .

الجواب : $HClO_4 + H_2O \longrightarrow H_3^+O + ClO_4^-$

$$[HClO_4] = M = \frac{n}{V} = \frac{0.03}{0.04} = 5 \times 10^{-2}\ M$$

$$[H_3^+O] = [HClO_4] = 5 \times 10^{-2}\ M$$

$$[OH^-] = \frac{K_W}{[H_3^+O]} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-2}} = 0.2 \times 10^{-12}\ M$$

سؤال ٤٣: أحسب قيمة PH لمحلول الحمض HCl تركيزه $(1 \times 10^{-4}\ M)$ .

جواب : $HCl + H_2O \longrightarrow H_3^+O + Cl^-$

$[H_3^+O] = [HCl] = 1 \times 10^{-4}\ M$

$pH = -\log 1 \times 10^{-4} = 4$

**سؤال ٤٤: أحسب قيمة PH لمحلول الحمض $HNO_3$ تركيزه ( $2 \times 10^{-3}$ M). علماً بأن ( log 2 = 0.3)**

**جواب : بما أن** $[H_3O^+] = [HNO_3] = 2 \times 10^{-3}$ M

$$PH = -\log 2 \times 10^{-3}$$

$$= -[\log 2 + \log 10^{-3}]$$

$$= -[0.3 - 3] = 2.7$$

**سؤال ٤٥: محلول حامضي (pH = 4.8 ) أحسب $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$ ، علماً بأن لـو ( log 1.8 = 0.2 )**

**جواب:**

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

$$[H_3O^+] = 10^{-4.8}$$

$$= (10^{-4.8} \times 10^{+5}) \times 10^{-5}$$

$$= 10^{0.2} \times 10^{-5}$$

$$= 1.8 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$\therefore$ log 1.8 = 0.2

$10^{0.2} = 1.8$

**سؤال ٤٦ :** أذيب (1.0 mol) من حمض HBr في (500 ml) من الماء .احسب pH (علماً بان log = 0.3)

**جواب :**

$$HBr + H_2O \longrightarrow H_3^+O + Br^-$$

$$[HBr] = \frac{n}{V} = \frac{1.0}{0.5} = 0.2\ M$$

$$[H_3O^+] = [HBr] = 0.2\ M$$

$$pH = -\log 0.2 = -\log\ 2 \times 10^{-1}$$

$$= -[\log 2 + \log^{-1}]$$

$$= -[0.3 - 1] = 0.7$$

**سؤال ٤٧ :** إذا كانت قيمة pH لمحلول HCl تساوي (2) أحسب :

أ – $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$

ب – [HCl]

ج – كتلة الحمض HCl المذابة في المحلول . علماً بأن حجم المحلول (1 L) . ($M_{r\ HCl} = 36.5\ g/mol$)

**جواب :** أ-

$$pH = 2 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2}\ M$$

$$\therefore [OH^-] = 10^{-12}\ M$$

ب -

$$[H_3O^+] = [HCl]$$
$$[HCl] = 10^{-2}\ M$$

ج-

$$M = \frac{n}{V}$$
$$n = M \times v$$
$$n = 10^{-2} \times 1 = 10^{-2}\ mol$$

$$n = \frac{m}{M_r}$$

$$m = n \times Mr = 10^{-2} \times 36.5$$
$$= 0.365\ g$$

## ٢- القواعد القوية

ان القواعد القويه تتأين كلياً في الماء ، وتعتبر محاليلها موصلات قويه للتيار الكهربائي انظر الجدول (٩)

| اسم القاعدة | الصيغة الكيميائيّة |
|---|---|
| هيدروكسيد البوتاسيوم | KOH |
| هيدروكسيد الليثيوم | LiOH |
| هيدروكسيد الصوديوم | NaOH |

**جدول (٩)**
**أشهر القواعد القوية**

فمثلاً عن اذابة 0.1 mol من القاعده NaOH في لتر الماء يتأين كلياً وبذلك يزداد تركيز $OH^-$ كما في المعادله :

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

ولما كان الماء يحتوي على ايونات $H_3^+O$ و $OH^-$ في حالة الاتزان مع جزيئات الماء،كما يتضح من معادله التأين الذاتي للماء

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + {}^-OH$$

فإن موضع الاتزان في الماء يزاح نحو اليسار وذلك وفقاً لمبدأ لوتشاتلييه ، وبذلك يقل تركيزه $H_3O^+$ ويبقى Kw ثابتاً.
ونظراً لأن تركيز $OH^-$ الناتجة من التأين الذاتي للماء يكون صغيراً جداً بمقارنه بتركيزها الناتج من تأين القاعده القوية فيجرى إهماله . ويعد القاعدة المصدر الرئيس لهذه الأيونات ويكون تركيزها في المحلول مساوياً لتركيز القاعده ، أي أن :

$$[OH^-] = [\text{القاعده}]$$

$$[OH^-] = [NaOH] = 1 \times 10^{-1} M$$

**استنتاج :**

١) عند اضافة قاعدة قويه الى الماء تؤدي لزيادة تركيز $OH^-$ ونقص تركيز $H_3O^+$ ويكون المحلول الناتج قاعدياً .
٢) في القاعدة القوية (احادي الهيدروكسيد) $[OH^-] = [$ القاعدة $]$
٣) القاعدة هو المصدر الرئيس لـ $OH^-$ . (لأن ما ينتج عن التأين الذاتي للماء يكون صغيراً جداً مقارنة بتركيزها الناتج عن تأين القاعدة القوية فيجري إهماله .

**سؤال ٤٨ :** أحسب قيمة pH لمحلول حضر باذابه ( $1 \times 10^{-3}$ mol ) من NaOH في ( 500 ml ) من الماء .
( اهمل التغير في الحجم) علماً بأن $\log 5 = 0.7$

**جواب :**

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

$$[NaOH] = M = \frac{n}{V} = \frac{1 \times 10^{-3}}{0.5} = 2 \times 10^{-3} \ M$$

$$\therefore \quad [OH^-] = [NaOH] = 2 \times 10^{-3} \ M$$

$$[H_3^+O] = \frac{Kw}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-2} \ M$$

$$pH = -\log 5 \times 10^{-2}$$
$$= 11.3$$

**سؤال ٤٩ :** أذيب (14 g) من KOH في الماء. وأكمل حجم المحلول إلى (1 L) (علماً بأن $Mr_{KOH} = 56\ g/mol$ ، $(\log 4 = 0.6)$)

١- أحسب [KOH]

٢- PH للمحلول

**جواب:** ١)

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

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{14}{56} = 0.25\ mol$$

$$[KOH] = M = \frac{n}{V} = \frac{0.25}{1} = M = 0.25\ M$$

٢) $[{}^-OH] = [KOH] = 0.25\ M$

$$[H_3{}^+O] = \frac{Kw}{[{}^-OH]} = \frac{10^{-14}}{25 \times 10^{-2}} = 4 \times 10^{-14}\ M$$

$$\therefore\ pH = -\log 4 \times 10^{-14} = -[\log 4 + \log 10^{-14}]$$

$$= -[0.6 - 14] = 13.4$$

**سؤال ٥٠ :** محلول NaOH , pH =12 ، احسب $[H_3{}^+O]$ , $[OH^-]$

**جواب:**

**سؤال ٥١ :** محلول KOH , pOH = 2 ، احسب $[H_3{}^+O]$ , $[OH^-]$

**جواب:**

**سؤال ٥٢ :** احسب pOH , pH لمحلول LiOH (0,004 M) علماً بأن (Log 2.5 = 0.4)

**جواب:**

**سؤال ٥٣ :** ماذا يحدث لقيمة pH (تزداد – تقل – ثابته)

١- عند اضافة حمض قوي الى قاعدة قوية .

٢- عند اضافة قاعدة قوية الى حمض قوي .

**جواب:**

## د- المعايره :

أن التفاعل بين محلول حمض ومحلول قاعده يعرف بتفاعلات التعادل . حيث تتعادل أيونات $H_3O^+$ وأيونات $OH^-$ في المحلول وينتج عن ذلك الماء ، كما في المعادله :

$$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$$

حيث يستفاد من تفاعل التعادل في عملية تسمى المعايره . وتعتبر المعايرة من أهم طرق التحليل الكيميائيه. وتستخدم في تعيين تركيز مجهول من حمض أو قاعده .

تعريف المعايره : هي الاضافة التدريجية لمحلول قاعده معلومة التركيز الى محلول حمض مجهول التركيز ، او محلول حمض معلوم التركيز الى محلول قاعدة مجهول التركيز بوجود كاشف مناسب .

### معايرة حمض قوي وقاعده قويه :

**الخطوات :**

١- تحضير محلول قياسي وهو حجم معيّن من محلول معلوم التركيز من حمض أو قاعده .

٢- يضاف المحلول القياسي لتحديد تركيز مجهول من الحمض أو العكس .فمثلاً يضاف محلول قاعده معلوم التركيز تدريجياً (نقطه بعد نقطه) الى محلول حمض مجهول التركيز ، أو يضاف محلول حمض معلوم التركيز تدريجياً (نقطه بعد نقطه) الى محلول قاعده مجهول التركيز .

٣- تستمر الإضافة حتى نصل الى نقطه التكافؤ عندها يكون :

عدد مولات $H_3O^+$ = عدد مولات $OH^-$

$n(H_3O^+) = n(OH^-)$

ملحوظـــــه :
ما قيمة تركيز $[H_3^+O]$ ، $[OH^-]$ عند نقطة التعادل ؟

٤- وعند معايرة حمض قوي مع قاعده قويه تكون :

نقطه التكافو = نقطة التعادل (pH = 7)

٥- تنتهي عملية المعايره عن الوصول الى نقطة النهايه . ويتم تحديدها باستخدام كاشف مناسب يتغير لونه عند وصول المعايره الى نقطة التكافؤ . وتسمى النقطة التي تضاف الى المحلول ويتغير عندها لون الكاشف بنقطة النهايه .

٦- الكاشف المناسب عند معايره حمض قوي وقاعدة قويه هو كاشف الفينولفثالين – وسنتعرف لاحقاً كيف نختار الكاشف المناسب .

**سؤال ٥٤ : ما المقصود بكل مما يلي :**

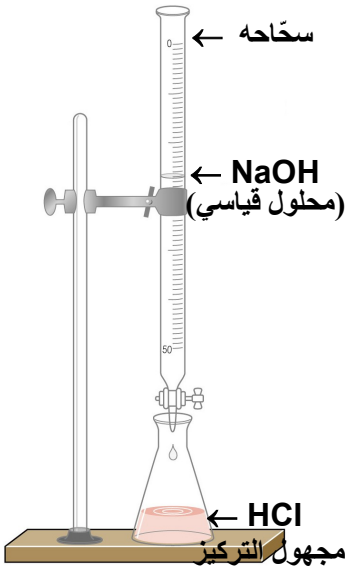
١) تفاعل التعادل .
٢) المعايره .
٣) المحلول القياسي.
٤) نقطة التكافؤ .
٥) نقطة التعادل .
٦) نقطة النهاية .

**جواب :**

## لتوضيح ما سبق :

لنفترض أن لدينا حمض HCl مجهول التركيز ونرغب في حساب تركيزه . كيف يمكن أن تقوم بذلك ؟

نقوم بتحضير محلول قياسي من قاعدة NaOH تركيزه معلوم يوضع في سحّاحه . يوضع حمض HCl مجهول التركيز ومعلوم الحجم في كأس مع الكاشف المناسب هو الفينول فثالين
انظر الشكل (10)




عملية المعايرة

شكل (10)

والآن أجب ما يلي :

١- هل المحلول في الكأس هو الحمض HCl ام القاعده NaOH ؟
٢- هل المحلول القياسي هو محلول HCl أم محلول NaOH ؟
٣- هل قيمة pH للمحلول في الكأس أكبر أم أقل من (7) ؟
٤- عند اضافة القاعدة تدريجياً من السحاحة الى الكأس ماذا يحدث لقيمة pH (تزداد – تقل – ثابتة ) ؟
٥- كيف تستدل على نقط التكافؤ ؟
٦- هل نقطة التكافؤ هنا هي نقطة التعادل ؟
٧- كم تتوقع أن تكون قيمة pH عند نقطة التكافؤ؟
٨- كيف نستدل على انتهاء عملية المعايره ؟
٩- عند الاستمرار بإضافة NaOH هل تتوقع زيادة في قيمة pH عن (7) ؟

**الإجابة :**

**استنتاج :**

١- في تفاعلات التعادل بين محلول حمض ومحلول قاعدة ، تتعادل أيونات $H_3^+O$ و $OH^-$ في المحلول وينتج الماء .

٢- عند نقطة التكافؤ يكون :
عدد مولات $H_3^+O$ = عدد مولات $OH^-$
$n_{OH^-} = n_{H_3^+O}$

٣- عند نقطة التعادل يكون :
عدد مولات الحمض = عدد مولات القاعدة
$n_{\text{حمض}} = n_{\text{قاعدة}}$

٤- عند معايره حمض قوي وقاعدة قوية فإن نقطة التكافؤ هي نقطة التعادل ويتكون الملح وتكون pH للمحلول تساوي 7 .

**سؤال ٥٥ :** احسب تركيز الحمض HCl اذا تعادل (250 mL) منه مع (200 mL) من القاعده NaOH تركيزها (0.02 M) وفق المعادلة التالية :

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

**جواب:** عند نقطة التعادل يكون عدد مولات الحمض مكافئا لعدد مولات القاعدة

$$n_{HCl} = n_{NaOH}$$
$$M \times V = M \times V$$
$$M \times (0.2) = (0.02) \times (0.2)$$
$$M_{HCl} = 16 \times 10^{-3} \ M$$

**سؤال ٥٦ :** احسب حجم $HNO_3$ (0.4 M) اذا تعادل تماماً مع (20 ml) من محلول LiOH (0.2 M) .

وفق المعادلة :

$$LiOH + HNO_3 \longrightarrow LiNO_3 + H_2O$$

**جواب:**

**سؤال ٥٧ :** اذا لزم (100 mL) من القاعدة NaOH للتعادل تماماً مع (50 mL) من الحمض $HNO_3$ (0.02 M).
احسب قيمة pH لمحلول القاعدة NaOH .

**جواب:**

**سؤال ٥٨ :** احسب قيمة pH للمحلول الناتج من مزج (50 mL) من الحمض HBr (0.05 M) مع (100 mL) من القاعدة LiOH (0.035 M)

**جواب:**

**سؤال ٥٩ :** احسب كتلة NaOH اللازم اضافتها إلى (100 ML) من محلول $HNO_3$ (0.01 M) ليصبح pH للمحلول = 7 (علماً بأن كم $_{NaOH}$ = 40 g / moL ، إهمل الزيادة في الحجم )

**جواب :**

**سؤال ٦٠ :** إذا كان لديك (25 ml) من HCl (0.1 ML). احسب قيمة pH لكل من :

١- لمحلول HCl .

٢- بعد إضافة (10 ml) من NaOH (0.1 M).

٣- بعد إضافة (24.5 ml) من NaOH (0.1 M) .

٤- بعد إضافة (25 ml) من NaOH (0.1 M) .

٥- بعد إضافة (25.5 ml) من NaOH (0.1 M) .

**الجواب :**

١) $[H_3^+O] = [HCl]$

$= 0.1 \ m$

$\therefore pH = -\log 10^{-1} = 1$

٢) نقوم بحساب عدد مولات الحمض وعدد مولات القاعدة ثم نقارن ؟

$n_{HCl} = [HCl] \times V$

$= 0.1 \times 0.025$

$= 2.5 \times 10^{-3} \ mol$

$n_{NaOH} = [NaOH] \times V$

$= 0.1 \times 0.010$

$= 1 \times 10^{-3} \ mol$

من الواضح أن عدد مولات الحمض أكبر من عدد مولات القاعدة ولذلك سيكون هنالك فائض من الحمض ويمكن حسابه كما يلي :

$n_{HCl\ (فائض)} = 2.5 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-3} = 1.5 \times 10^{-3} \ mol$

$[HCl] = \frac{n \text{ الفائض}}{V \text{ كلي}} = \frac{1.5 \times 10^{-3}}{35 \times 10^{-3}} = 0.25 \ M$

$[H_3^+O] = [HCl] = 25 \times 10^{-2} \ M$

$pH = -\log 25 \times 10^{-2} \approx 1.4$

نلحظ أنه نتيجة إضافة قاعدة زادت قيمة pH

٣) نقوم بحساب عدد مولات الحمض وعدد مولات القاعدة ثم نقارن :

$n_{HCl} = [HCl] \times V = 0.1 \times 0.025 = 2.5 \times 10^{-3} \ mol$

$n_{NaOH} = [NaOH] \times V = 0.1 \times 0.0245 = 2.45 \times 10^{-3} \ mol$

نلحظ أن عدد مولات الحمض أكبر من عدد مولات القاعدة .

$n_{HCl\ (فائض)} = 2.5 \times 10^{-3} - 2.45 \times 10^{-3} = 0.05 \times 10^{-3} \ mol$

$[HCl] = \frac{n \text{ الفائض}}{V \text{ كلي}} = \frac{0.05 \times 10^{-3}}{49.5 \times 10^{-3}} = 1 \times 10^{-3} \ M$

$[H_3^+O] = [HCl] = 1 \times 10^{-3} \ M$

$pH = 3$

٤) نحسب عدد مولات الحمض وعدد مولات القاعدة ثم نقارن ؟

$n_{HCl} = [HCl] \times V = 0.1 \times 0.25 = 2.5 \times 10^{-3}$ mol

$n_{NaOH} = [NaOH] \times V = 0.1 \times 0.25 = 2.5 \times 10^{-3}$ mol

∴ نلحظ أن عدد مولات الحمض تساوي عدد مولات القاعدة وقد وصلنا إلى نقطة التكافؤ وهي نفسها نقطة التعادل حيث تكون قيمة pH = 7

٥) نحسب عدد مولات الحمض وعدد مولات القاعدة ثم نقارن ؟

$n_{HCl} = [HCl] \times V = 0.1 \times 0.025 = 2.5 \times 10^{-3}$ mol

$n_{NaOH} = [NaOH] \times V = 0.1 \times 0.255 = 2.55 \times 10^{-3}$ mol

∴ نلحظ أن لدينا فائض من القاعدة NaOH والذي يمكن حسابه كما يلي

$n_{NaOH\ (فائض)} = n_{NaOH} - n_{HCl}$

$= 2.55 \times 10^{-3} - 2.5 \times 10^{-3} = 0.05 \times 10^{-3}$ mol

$[NaOH] = \frac{n_{الفائض}}{V_{كلي}} = \frac{0.05 \times 10^{-3}}{50.5 \times 10^{-3}} = 10^{-3}$ M

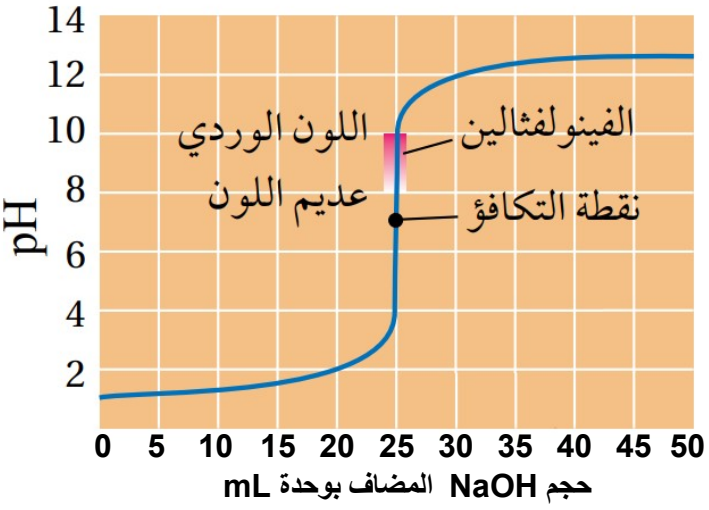
$[NaOH] = [^{-}OH] = 10^{-3}$ M $\Rightarrow$ $[H_3^{+}O] = 10^{-11}$ M

∴ pH = 11

ومن السؤال السابق يمكن أن نضع الجدول التالي :

| حجم NaOH المضاف (ml) | 0 | 10 | 24.5 | 24.99 | 25 | 25.01 | 25.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قيمة pH للمحلول | 1 | 1.4 | 3 | 4.7 | 7 | 9.3 | 11 |

وبناء على ذلك فإنه يمكن رسم العلاقة بين قيمة pH وحجم القاعدة NaOH المضافة اثناء المعايرة. فنحصل على ما يعرف بمنحنى المعايرة . انظر الشكل (11).




الشكل (11)

## استنتاج :

١- أثناء عملية المعايرة تتغير قيمة pH ببطء الى أن أصبح حجم القاعدة المضافة (25 ml). وعندها حصل تغير مفاجئ وكبير في قيمة pH . (نقطة التكافؤ هي أيضاً نقطة التعادل )

٢- عند اختيار دليل ما ، فإننا نرغب في أن يكون تغير اللون قريباً جداً من نقطة التكافؤ .

٣- يمكن أن نستخدم أي كاشف يكون مدى تغير لونه يقع ما بين (11 – 3) كما في السؤال السابق .

**سؤال ٦١ :** إذا كان لديك (50 ml) من محلول HCl (0.1 M). احسب قيمة pH للمحلول الناتج من إضافة (50 ml) من المحاليل الآتية :-

أ) محلول LiOH (0.09 M)

ب) محلول LiOH (0.1 M)

**الجواب :** أ)

$$n_{HCl} = [HCl] \times V = 0.1 \times 0.050 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{LiOH} = [LiOH] \times V = 0.09 \times 0.050 = 4.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{HCl\ (فائض)} = 5 \times 10^{-3} - 4.5 \times 10^{-3} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[HCl] = \frac{n \text{ الفائض}}{V \text{ كلي}} = \frac{0.5 \times 10^{-3}}{0.1} = 5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[H_3^+O] = [HCl] = 5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\therefore pH = -\log 5 \times 10^{-3} = 2.3$$

ب)

$$n_{HCl} = [HCl] \times V = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{LiOH} = [LiOH] \times V = 0.1 \times 0.050 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

∴ نلحظ أن عدد مولات الحمض = عدد مولات القاعدة وهي نقطة تكافؤ كما انها نقطة تعادل pH = 7

**سؤال ٦٢ :** احسب تركيز $[H_3^+O]$ و $[OH^-]$ في محلول تم تحضيره بمزج (50 ml) من محلول حمض HI (0.2 M) و (40 ml) من محلول NaOH (0.2 M)

**الجواب :**

**سؤال ٦٣ :** احسب قيمة PH للمحلول الناتج عن مزج (25 ml) من محلول $HNO_3$ (0.1 M) مع (7.5 ml) من محلول KOH (0.2 M)

**الجواب :**

# أسئلة متابعة (2)

١) أذيب (5.6 g) من KOH في محلول حمض $HNO_3$ (0.2 M) . فإذا علمت أن حجم المحلول (100 ml)
أجب ما يلي : ( $Mr_{KOH}$ = 56 g/mol )
أ) احسب قيمة pH للمحلول الناتج .
ب) ما الحجم الواجب إضافته من حمض $HNO_3$ (0.1 M) أو من القاعدة KOH (0.1 M) للوصول الى نقطة التعادل .

٢) عينة غير نقية من NaOH كتلتها (4 g)،أضيفت الى (200 ml) من محلول HCl (0.26 M) فوجد أن(25 ml) من المحلول تعادلت مع (20 ml) من $HNO_3$ (0.2 M). احسب كتلة الشوائب. ( $Mr_{NaOH}$ = 40 g/mol )

٣) أضيفت كتلة من NaOH الى (200 ml) من HCl (0.1 M) فأصبحت (pH = 2) احسب كتلة NaOH علماً بأن ( $Mr_{NaOH}$ = 40 g/mol )

٤) أضيفت كتلة من NaOH الى (200 ml) من $HNO_3$ (0.1 M) فأصبحت (pH = 12) احسب كتلة NaOH علماً بأن ( $Mr_{NaOH}$ = 40 g/mol )

٥) عند إضافة (50 ml) من NaOH (0.2 M) الى (200 ml) من HCl مجهول التركيز وجد أن المحلول ما زال حمضياً . إذ أن (10 ml) من هذا المحلول تتعادل تماماً مع (8 ml) من محلول KOH تركيزه (0.5 M). احسب تركيز الحمض .

# إجابات أسئلة المتابعة (2)

# الكواشف :

**تعرف الكواشف على أنها حموض أو قواعد عضوية ضعيفة يختلف لونها في الحالة الجزيئية عنه في الحالة الآيونية في مدى معين من الرقم الهيدروجيني . ولتوضيح ذلك :**

**أ) دراسة كاشف حامضي ضعيف نرمز له بالرمز HIn :**
**إن الحمض الضعيف يتأين جزئياً في الماء كما يلي :**

$$HIn + H_2O \rightleftharpoons In^- + H_3^+O$$

| HIn | | $H_2O$ | | $In^-$ | | $H_3^+O$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| حمض ضعيف<br>لون(1)<br>الحالة الجزيئية | | | | قاعدة مرافقة<br>لون(2)<br>الحالة الآيونية | | |

**وعند إضافة الكاشف الى محلول حامضي حيث يكون تركيز $H_3^+O$ عالياً ، فإن الإتزان سيختل في معادلة التأين للكاشف ووفقاً لمبدأ لوتشاتيلييه فإن الاتزان سيندفع بالاتجاه العكسي (سينزاح نحو اليسار) فيزداد تركيز HIn ويقل تركيز $In^-$ وبالتالي يسود في المحلول اللون (1) وعند إضافة الكاشف الى محلول قاعدي حيث يكون تركيز $OH^-$ عالياً ، فإن الإتزان سيختل وفقاً لمبدأ لوتشاتيلييه فإن الاتزان سيندفع بالاتجاه الأمامي (سينزاح نحو اليمين) فيسود اللون (2) في المحلول .**

**ملحوظـــة:**

**١) تعلم أن تعبير ثابت التأين للكاشف والذي يرمز له KIn يساوي :**

$$KIn = \frac{[In^-][H_3^+O]}{[HIn]}$$

$$[H_3^+O] = KIn \frac{[HIn]}{[In^-]} \quad \therefore$$

**وبالتالي فإن النسبة $\frac{[HIn]}{[In^-]}$ تعتمد على تركيز $[H_3^+O]$ وهذا يعني أنها تعتمد على قيمة PH**

**٢) يتغير لون الكاشف في مدى معين من الرقم الهيدروجيني يعتمد على النسبة بين تركيز ما يتأين الى نسبته الاصلية .**

**تعتمد دقة المعايرة على اختيار الكاشف المناسب ولتوضيح ذلك :**

**الجدول التالي (12) يبين أهم الكواشف ومدى الرقم الهيدروجيني الذي يحدث فيه تغير لون الكاشف في الوسطين الحمضي والقاعدي . والجدير بالذكر أن دقة المعايرة تعتمد على اختيار الكاشف المناسب بحيث يكون اختيار الكاشف حيث يكون التغير اللوني اقرب ما يكون لنقطة التكافؤ .**

| اسم الكاشف | مدى الرقم الهيدروجيني لتغير اللون | تغير اللون |
|---|---|---|
| البروموفينول الأزرق | 3 – 4.6 | اصفر الى ازرق |
| الميثيل البرتقالي | 3.1 – 4.4 | احمر الى اصفر |
| الميثيل الأحمر | 4.2 – 6.3 | احمر الى اصفر |
| فينولفثالين | 8.3 – 10 | عديم اللون الى وردي |
| الإليزارين الاصفر | 10 – 12 | عديم اللون الى أصفر |

**سؤال ٦٤ : بالرجوع للجدول السابق :**

**١) ما لون كاشف الفينولفثالين في كل من المحلولين الآتيين : KOH ، $CH_3COOH$ ؟**

**٢) ما اللون الذي يعطيه محلول HCl (M $10^{-3} \times 1$) مع كل من : الميثيل البرتقالي ، الإليزارين الاصفر ؟**

**سؤال ٦٥ : إذا كانت قيمة pH تتغير بشكل مفاجئ أثناء المعايرة في الفترة الواقعة بين (9.1 – 4.2)فأي الكواشف التالية تصلح لعملية المعايرة علماً بأن مدى تغير هذه الكواشف هو :**

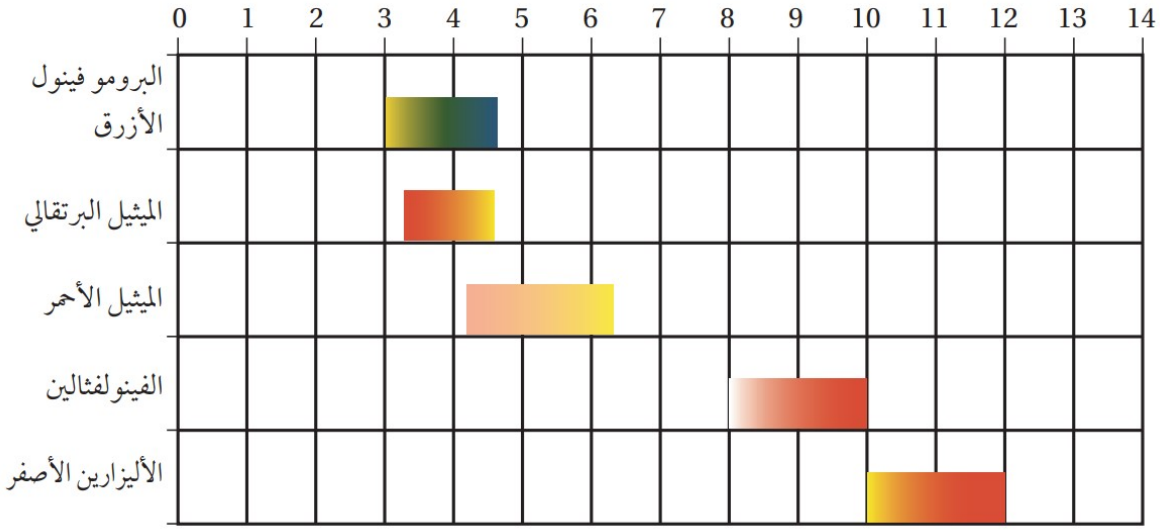
**أ) (7 – 5) ب) (7.6 –6) ج) (4.6 – 3)**

**د) (10 – 8.2) هـ) (6 – 4.8)**

**جواب : جميع الكواشف التي مدى تغيرها أكبر من 4.2 وأقل من 9.1 يمكن أن تعتبر كواشف مناسبة لعملية المعايرة وهذا يتوافق مع ( أ ، ب ، هـ) أما الكواشف (ج ، د) فمدى تغيرها لا يتوافق مع الفترة (9.1 – 4.2) .**

## أهمية الكواشف :

١) لمعرفة إذا كان المحلول حمضياً أم قاعدياً .
٢) لتحديد نقطة التكافؤ اثناء عملية المعايرة حيث تعتمد دقة المعايره على اختيار الكاشف المناسب بحيث يكون تغير لون الكاشف قريب من نقطة التكافؤ .




الشكل (13)

**سؤال ٦٦ :** بالرجوع للجدول (13) ، حدد لون الكاشف المناسب ؟
١) الميثيل الاحمر في محلول قاعدي .
٢) الأليزارين الأصفر في محلول حمض حمضي .

**الجواب :**

**سؤال ٦٧ :** أ) ما الكواشف التي يمكن استخدامها عند معايرة حمض قوي وقاعدة قوية . فسِّر إجابتك .

**الجواب :**

ب) يستخدم الفينولفثالين للاستدلال على نقطة التكافؤ عند معايرة حمض قوي مع قاعدة قوية . (فسّر)

**الجواب :** لأن مدى الفينولفثالين يتفق مع المدى الذي يحدث عنده التغير المفاجئ في قيمة pH للمحلول عند نقطة التكافؤ (نقطة التعادل)

# أسئلـــة متابعة (3)

ضع دائرة حول رمز الأجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

١- القاعدة المرافقة للحمض $NH_4^+$ هي :

أ- $NH_2^-$ ب- $NH_5^+$ ج- $N_2$ د- $NH_3$

٢- المادة التي لها القدرة على استقبال بروتون من مادة أخرى هي :

أ- حمض لويس ب- قاعدة لويس ج- حمض برونستد- لوري د- قاعدة برونستد- لوري

٣- القاعدة المرافقة للحمض $HC_2H_3O_2$ هي :

أ- $C_2H_2O^{+2}$ ب- $C_2H_2O_2^{+2}$ ج- $C_2H_3O_2^-$ د- $C_2O_2$

٤- المادة التي تمثل حمض لويس فقط فيما يأتي هي :

أ- $F^-$ ب- $NH_3$ ج- $Cu^{2+}$ د- $OCl_2$

٥- في التفاعل : $HI + H_2O \rightarrow H_3^+O + I^-$ يعتبر أيون الهيدرونيوم :

أ- قاعدة مرافقة للماء ب- حمض مرافق لـ HI ج- حمض مرافق للماء د- قاعدة مرافقة لـ HI

٦- أحد الأنواع التالية يسلك كحمض لويس فقط هو :

أ- $H_2O$ ب- $^-OH$ ج- $Zn^{+2}$ د- HCl

٧- أحد الأنواع التالية يسلك كحمض أو كقاعدة وفق مفهوم برونستد – لوري (أمفوتيري) :

أ- $NH_4^+$ ب- $CO_3^{-2}$ ج- $HSO_3^-$ د- $HCOO^-$

٨- أحد الأنواع التالية يسلك كحمض لويس فقط هو :

أ- $H_2O$ ب- $Ag^+$ ج- $NH_3$ د- $HCO_3^-$

٩- تقاس قوة القاعدة وفق مفهوم برونستد – لوري بقدرتها على :

أ- استقبال زوجاً أو أكثر من الإلكترونات ب- منح البروتونات بسهولة

ج- منح وزجاً أو أكثر من الإلكترونات د- استقبال البروتونات بسهولة

١٠- يمثل $F^-$ في التفاعل الأتي : $BF_3 + F^- \rightarrow BF_4^-$

أ- قاعدة لويس ب- حمض لويس ج- قاعدة برونستد – لوري د- حمض برونستد – لوري

١١- أي التالية يعد حمض لويس فقط :

أ- $NH_3$ ب- HCl ج- $Cl^-$ د- $Fe^{+3}$

١٢- القاعدة الأقوى فيما يأتي هي :

أ- $Cl^-$ ب- $NO_3^-$ ج- $ClO_4^-$ د- $F^-$

١٣- تكون قيمة pH لمحلول LiOH (1.0 M ) تساوي :

أ- 0.0 ب- 1 ج- 13 د- 14

١٤- تكون قيمة pH لمحلول HBr (1.0 M) تساوي :

أ- 0.0 ب- 1 ج-13 د- 14

١٥- إذا كانت pH لمحلول NaOH تساوي 14 فأن :

أ- $[H_3^+O] = M\ 10^{-1}$ ب- $[H_3^+O] = M\ 10^{-14}$

ج- $[^-OH] = M\ 10^{-1}$ د- $[^-OH] = M\ 10^{-14}$

١٦- إذا كان لديك محلول الحمض $HNO_3$ (1.0 M) فإن :

أ- pH =14 ب- $[H_3^+O] = 10^{-1}\ M$ ج- pH =1 د- pH = 0.0

١٧- عند إضافة الماء إلى محلول $HClO_4$ فإن قيمة pH :

أ- تزداد ب- تقل ج- تبقى ثابتة د- تزداد ثم تنخفض

١٨- عند إضافة الماء إلى محلول KOH ( pH = 12 ) فإن قيمة pH تصبح :

أ- 13 ب- 14 ج- 12 د- 10

١٩- في محلول الحمض HI (1.0 M) يكون :

أ- $[I^-] < [H_3^+O]$ ب- $[I^-] > [H_3^+O]$

ج- pH = 1 د- pH = 0.0

٢٠- الحمض المرافق لـ $H_2PO_4^-$ هو :

أ- $PO_4^{-3}$ ب- $HPO_4^{-2}$ ج- $H_3PO_4$ د- $H_3O^+$

| إجابة اسئلة تدريب (٣) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الرقم | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ |
| جواب | د | د | جـ | جـ | جـ | جـ | جـ | ب | د |
| الرقم | ١٠ | ١١ | ١٢ | ١٣ | ١٤ | ١٥ | ١٦ | ١٧ | ١٨ |
| جواب | أ | د | د | د | أ | ب | د | أ | د |
| الرقم | ١٩ | ٢٠ | | | | | | | |
| جواب | د | جـ | | | | | | | |

# أسئلـــة متابعة (4)

**السؤال الأول :**

فسر السلوك القاعدي و الحمضي في التفاعلين الآتيين

$$N_2H_4 + H_2O \leftrightarrows N_2H_5^+ + {}^-OH$$
$$CH_3NH_2 + HCl \rightarrow CH_3NH_3^+ + Cl^-$$

وفقاً لمفهوم :

١- برونستد – لوري

٢- لويس

**السؤال الثاني :**

أ- فسّر التغير في قيمة pH عند إضافة الماء إلى :

١- محلول HCl

٢- محلول NaOH

ب- فسر يحدث لقيمة pH ( تزداد ، تقل ، ثابته ) عند :

١- إضافة HCl الى الماء

٢- إضافة NaOH إلى الماء

**السؤال الثالث :**

فسر ما يلي تفسيراً علمياً دقيقاً :

أ- الحمض HBr يتأين كلياً في الماء .

ب- تركيز HI في محلوله يكون مساوياً لتركيز الايونات الناتجة عن تأينه .

**السؤال الرابع :**

**أُصَنِّفُ** المحاليلَ المبيَّنة في الجدول إلى محاليلَ حِمضيةٍ أو قاعديّة أو متعادلة:

| الصفة المميزة للمحلول | PH = 3 | $[H_3O^+] = 10^{-9}$ M | POH = 4 | $[OH^-] = 10^{-11}$ M | PH = 9 |
|---|---|---|---|---|---|
| تصنيف المحلول | | | | | |

# إجابة اسئلة تدريب (4)

**١ / ٥٥**

أ) $N_2H_4 + H_2O \leftrightarrows N_2H_5^+ + {}^-OH$ — برونستد – لوري

قاعدة / مستقبل

ب) $N_2H_4 + H_2O \leftrightarrows N_2H_5^+ + {}^-OH$ — لويس

---

**٢ / ٥٥**

أ)

١- محلول HCl (تخفيف) ← إضافة الماء ← [HCl] يقل ← $[H_3^+O]$ يقل ← pH تزداد

٢- محلول NaOH (تخفيف) ← إضافة الماء ← [NaOH] يقل ← $[^-OH]$ يقل ← pH تقل

ب) ١- pH تقل

٢- pH تزداد

---

**٣ / ٥٥**

$HBr + H_2O \longrightarrow H_3^+O + Br^-$

أ - لان الحمض HBr أقوي من الحمض $H_3^+O$ وله القدرة على منح $H^+$ أكثر من $H_3^+O$ . كذلك فإن القاعدة $H_2O$ أقوى من القاعدة $Br^-$ ولذلك فإن $H_2O$ له القدرة على استقبال البروتون . أي أن الحمض والقاعدة من جهة المواد المتفاعلة أقوى من الحمض والقاعدة جهة المواد الناتجة مما يشير الى عدم حدوث تفاعل عكسي .

ب- لأن الحمض HI حمض قوي يتأين كلياً لذلك $[HI] = [H_3^+O] = [I^-]$

---

**٤ / ٥٥**

# أسئلـــة متابعة (5)

١. ما تركيز الايون $H_3O^+$ في محلول NaOH الذي تركيزه ( $2 \times 10^{-4}$ M ) ؟
أ) $5 \times 10^{-4}$ ب) $2 \times 10^{-4}$ ج) $5 \times 10^{-11}$ د) $2 \times 10^{-2}$

٢. أُذيب (0.1 M) مول من HCl في الماء لتكوين محلول حجمه ( 500 ml ) ، فإن تركيز $OH^-$ بوحدة ( M ) في المحلول ؟
أ) $2 \times 10^{-1}$ ب) $1 \times 10^{-1}$ ج) $1 \times 10^{-13}$ د) $5 \times 10^{-14}$

٣. المحلول الأكثر حمضية من المحاليل التالية هو :
أ) محلول $[H^+]$ فيه $10^{-3}$ M
ب) محلول $[OH^-]$ فيه $10^{-2}$ M
ج) محلول pH له تساوي 10
د) محلول pH له تساوي 4

٤. أي الآتية يعمل على زيادة قيمة Kw : -
أ) إضافة حمض قوي الى الماء
ب) إضافة قاعدة ضعيفة الى الماء
ج) زيادة درجة الحرارة الى $100^o$
د) إضافة ملح الى الماء

٥. أي الاحماض الآتية ( متساوية في التركيز ) له أقل pH : -
أ) HCN ب) $HNO_2$ ج) HI د) $H_2SO_3$

٦. إذا علمت أن pH لمحلول $HNO_3$ = 1 ، فإن كتلة $HNO_3$ المذابة في ( 100 ml ) من المحلول تساوي :
( Mr لـِ O = 16 ، N = 14 ، H = 1 ) :
أ) 6.3 g ب) 63 g ج) 3.15 g د) 0.63 g

٧. اذا علمت أن عصير البندورة له pH = 3 و للحليب = 8 فكم مرة $[H_3O^+]$ اكبر في عصير البندورة عن الحليب :-
أ) $10^{-5}$ مرة ب) (100000) مرة ج) (5) مرات د) (500) مرة

٨. محلول (A) pH له = 3 ، محلول (B) pH له = 6 ، فإن :
أ) محلول (A) أكثر حمضية من محلول (B) بمقدار مرتي
ب) محلول (A) أكثر حمضية من محلول (B) = 1000 مرة
ج) محلول (B) أكثر حمضية من محلول (A) بمقدار مرتين
د) محلول (B) أكثر حمضية من محلول (A) = 1000 مرة

٩. المحلول الذي تأثيره حمضي من بين المحليل الآتية متساوية التركيز ، يكون فيه :
أ) $[H_3O^+] = 2 \times 10^{-2}$ M
ب) $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-10}$ M
ج) $[OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ M
د) $[OH^-] = 1 \times 10^{-2}$ M

١٠. في الجدول المجاور عددا من الحموض القوية وتركيز كل منها :
الترتيب الصحيح لقيم pH لمحاليل الحموض من الأعلى إلى الأقل ، هو :

| الحمض | التركيز مول/لتر |
|---|---|
| HCl | 0.15 |
| HBr | 0.10 |
| $HNO_3$ | 0.12 |
| $HClO_4$ | 0.20 |

أ) $HBr < HNO_3 < HCl < HClO_4$
ب) $HNO_3 < HBr < HCl < HClO_4$
ج) $HClO_4 < HCl < HNO_3 < HBr$
د) $HNO_3 < HBr < HClO_4 < HCl$

١١. اذا علمت ان تركيز $H_3O^+$ يساوي $1 \times 10^{-3}$ M في محلول الحمض HA وقيمة pH لمحلول الحمض HB= 2.7
فإن العبارة الصحيحة من بين العبارات الاتية هي :
أ) تركيز أيونات $OH^-$في محلول HB اكبر من تركيزها في محلول
ب) تركيز أيونات $A^-$في محلول HA اقل من تركيز ايونات $B^-$ في محلول HB
ج) قيمة pH لمحلول HB< قيمة pH لمحلول HA
د) تركيز ايونات $H_3O^+$ في محلول HA< تركيز ايونات $H_3O^+$ في محلول HB

| إجابة أسئلة متابعة (5) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الرقم | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ | ١٠ | ١١ |
| جواب | ج | د | أ | جـ | ج | د | ب | ب | أ | جـ | ب |

# الفصل الثالث : الحموض الضعيفة والقواعد الضعيفة

## أ) الاتزان في محاليل الحموض الضعيفه :

تعلم أن الحموض الضعيفه تتأين جزئياً في الماء وتعتبر موصلات ضعيفه للتيار الكهربائي ، وبناء على ذلك سندرس الحمض الضعيف الذي رمزه الإفتراضي HA والذي يتأين جزئياً كما في المعادلة التاليه :

$$\underset{\text{حمض}}{HA} + \underset{\text{قاعده}}{H_2O} \underset{\text{عكسي}}{\overset{\text{أمامي}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{قاعده مرافق}}{H_3O^+} + \underset{\text{حمض مرافق}}{A^-}$$

يمكن ملاحظـــة ما يلي :

١- التفاعل منعكس (⇌) ، وعند الاتزان : أ) تكون سرعة التفاعل الامامي = سرعة التفاعل العكسي .

ب) تثبت التراكيز

٢- يتأين الحمض الضعيف في الماء وينتج $H_3O^+$ وأيون أخر سالب (القاعدة المرافقة) .

٣- جزيئات الحمض الضعيف HA غير المتأينه في الماء تكون في حالة اتزان مع الايونات الناتجه $H_3O^+$ , $A^-$ ويكون موضع الإتزان مزاحاً جهة المواد المتفاعلة .(وتفسير ذلك أن القاعدة المرافقه $A^-$ أقوى من القاعدة $H_2O$ ولهذا يمكنها من الارتباط بالبروتون وإعادة تكوين الحمض HA بصوره مستمره مما يجعل تركيز الحمض HA يكون عالياً مقارنه بتركيز الايونات الناتجه من تأينه $H_3O^+$ , $A^-$ :

لذلك ⇐

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

- يُعبرّ عن ثابت تأين الحمض Ka على النحو التالي :

$$Ka = \frac{[H_3O^+]\ [A^-]}{[HA]} = \frac{[H_3O^+]\ [\text{القاعده المرافقة}]}{[\text{الحمض}]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[\text{الحمض}]}$$

- لكل حمض ضعيف ثابت تأين خاص به عند ($25^o$) .

- يُعبّر ثابت التأين ka عن قوة الحمض وقدرته على التأين فكلما زادت قوة الحمض زاد تركيز $H_3O^+$ فيزداد بذلك تميه ka

**سؤال ٦٨ :** رتّب الحموض الأتية (تراكيز متساوية) تصاعدياً حسب ازدياد قوتها :

$HNO_2$ $Ka = 5.1 \times 10^{-4}$

$H_2SO_3$ $Ka = 1.7 \times 10^{-2}$

$H_3PO_4$ $Ka = 7.1 \times 10^{-3}$

**جواب:**

$H_2SO_3 > H_3PO_4 > HNO_2$

**سؤال ٦٩ :** إذا علمت أن Ka لحمض $HF = 6.8 \times 10^{-4}$ ، Ka لحمض $HClO = 3.0 \times 10^{-8}$

(تراكيز المحاليل متساوية ) أجب :

١- أي الحمضين أقوى ؟

١- أي محاليل الحمضين يكون $[H_3^+O]$ أكبر ؟

٢- أي المحاليل يكون $[OH^-]$ فيه أكبر ؟

٣- أي محاليل الحمضين تكون pH أكبر ؟

٤- أيهما أقوى كقاعدة $F^-$ أم $ClO^-$ ؟

٥- أي الحمضين أكثر حموضة ؟

**جواب :**

**سؤال ٧٠ :** لديك التفاعلين الأتيين :

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

$$HY + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Y^-$$

إذا علمت أن pH للحمضين متساويه ، وأن $X^-$ اقوى كقاعده مرافقه من $Y^-$ .هل تراكيز المحلولين متساويه أم لا؟ فسّر اجابتك

**جواب :** $X^-$ أقوى كقاعدة من $Y^-$

∴ الحمض HX أضعف من HY

قيمة Ka للحمض HX أقل من قيمة Ka للحمض HY

( تركيز HX < تركيز HY ) تراكيز الحمضين غير متساوية

والجدول التالي ( *14* ) يوضح ثوابت التأين *Ka* بعض الحموض

| اسم الحمض | صيغة الحمض | *Ka* | |
|---|---|---|---|
| حمض الكبريت(IV) | $H_2SO_3$ | $1.7 \times 10^{-2}$ | حمض ثنائي البروتون |
| حمض الهيدروفلوريك | HF | $6.8 \times 10^{-4}$ | |
| حمض النتروجين(III) | $HNO_2$ | $4.5 \times 10^{-4}$ | |
| حمض الميثانويك | HCOOH | $1.8 \times 10^{-4}$ | |
| حمض البنزويك | $C_6H_5COOH$ | $6.3 \times 10^{-5}$ | |
| حمض الإيثانويك | $CH_3COOH$ | $1.8 \times 10^{-5}$ | |
| حمض الكربونيك | $H_2CO_3$ | $4.3 \times 10^{-7}$ | حمض ثنائي البروتون |
| حمض أحادي الهيبوكلوريت | HClO | $3.0 \times 10^{-8}$ | |
| حمض الهيدروسيانيك | HCN | $4.9 \times 10^{-10}$ | |

ملحوظـــــة : معادلة تأين الحمض $H_2CO_3$ في الماء : $H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3^+O + HCO_3^-$

## حساب pH لمحلول حمض ضعيف باستخدام Ka

**سؤال ٧١:** إذا كان لديك محلول حمض الأسيتيك $CH_3COOH$ (0.1 M). أجب ما يلي

١-أحسب $[H_3^+O]$ في المحلول علماً بأن $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$

٢-أحسب pH للمحلول .

**جواب : أولاً :** نكتب معادلة تأين الحمض الضعيف *$CH_3COOH$* في الماء كما يلي :

| | $CH_3COOH$ | + $H_2O$ | ⇆ | $CH_3COO^-$ | + $H_3^+O$ |
|---|---|---|---|---|---|
| تراكيز (بدايه) | 0.1 | | | .: | .: |
| التغير | -X | | | +X | +X |
| عند الاتزان | ( 0.1- X ) | | | +X | +X |

**ثانياً :** بالتعويض في تعبير Ka :

$$Ka = \frac{[CH_3COO^-][H_3^+O]}{[CH_3COOH]}$$

تذكر : $[CH_3COO^-] = [H_3^+O]$

$$= 1.8 \times 10^{-5} \quad \frac{[H_3^+O]^2}{(0.1 - X)}$$

لان *Ka* للحمض صغيرة تهمل لصغرها

$$[H_3^+O]^2 = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$[H_3^+O] = 1.3 \times 10^{-3} \ M$$

$$pH = -\log [H_3^+O]$$
$$= -\log 1.3 \times 10^{-3} = 2.88$$

**ملحوظـــة :**
عند الاتزان :
١- سرعة التفاعل الأمامي تساوي سرعة التفاعل العكسي

٢- تثبت التراكيز للمواد (غير متساوية)

ملحوظة مهمه : قيمة pH لمحلول $CH_3COOH$ (0.1 M) لا تساوي 1 بل أكبر من ذلك .

سؤال ٧٢: أحسب قيمة PH لمحلول حمض الميثانويك $HCOOH$ ( $0.2$ M) علماً بان $Ka = 1.8 \times 10^{-4}$ ( علماً بان $\log 6 = 0.78$ )

جواب :

$$Ka = \frac{[H_3^+O]^2}{[HCOOH]}$$

$$1.8 \times 10^{-4} = \frac{[H_3^+O]^2}{0.2}$$

$$[H_3^+O] = 6 \times 10^{-3} \quad M$$

$$PH = - \log 6 \times 10^{-3}$$
$$= -[\log 6 + \log 10^{-3}]$$
$$= -[0.78 - 3] = 2.22$$

سؤال ٧٣: إذا كانت قيمة pH = 3 لمحلول الحمض $HNO_2$ أحسب Ka للحمض علماً بان تركيز الحمض ( $1 \times 10^{-2}$ M)

جواب :

$$Ka = \frac{[H_3^+O]^2}{[HNO_2]}$$

$$= \frac{(10^{-3})^2}{1 \times 10^{-2}}$$

$$Ka = 10^{-4}$$

$pH = 3 \quad \therefore \quad [H_3^+O] = 10^{-3}$ M

سؤال ٧٤ : الأسبرين حمض عضوي ضعيف صيغته $HC_9H_7O_4$ ويتأين وفق المعادلة التالية :

$$HC_9H_7O_4 + H_2O \leftrightarrows C_9H_7O_4^- + H_3O^+$$

فأذا أذيب قرصان من الأسبرين كتلة كل منهما (0.325 g) وكان حجم المحلول الناتج ( 200 ml)

فما قيمة PH للمحلول ؟ ( $Mr = 180$ g/mol , $Ka = 3.27 \times 10^{-4}$

جواب :

$$Ka = \frac{[C_9H_7O_4^-][H_3^+O]}{[HC_9H_7O_4]}$$

$$3.27 \times 10^{-4} = \frac{[H_3^+O]^2}{\left(\frac{2 \times 0.325}{180 \times 0.2}\right)}$$

$$[H_3^+O]^2 = 3.27 \times 10^{-4} \times 18 \times 10^{-3}$$
$$= 58.86 \times 10^{-7}$$

$$[H_3^+O] = 24.2 \times 10^{-4} \quad M$$

$$pH = - \log 24.2 \times 10^{-4}$$

[ حمض الاسبرين ] $= \frac{m}{V \times Mr}$

$$= \left(\frac{2 \times 0.325}{180 \times 0.2}\right)$$

$$= 18 \times 10^{-4} \quad M$$

**سؤال ٧٥:** احسب كتلة حمض الميثانول HCOON اللازمه لتحضير محلول منه حجمه (1L) ، ورقمه الهيدروجيني (2.7)
علماً بأن : $Ka = 2 \times 10^{-4}$ / $Mr = 49\ g \setminus mol$ / $Log\ 2 = 0.3$

**جواب:**

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

$PH = 2.7$
$[H_3O] = 10^{-2.7}\ M$
$= 2 \times 10^{-3}\ M$

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

$$ka = \frac{[H_3O^+]^2}{[HCOOH]}$$

$$\therefore [HCOOH] = \frac{[H_3O^+]^2}{ka} = \frac{(2\times10^{-3})^2}{2\times10^{-4}} = \frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-4}} = 2 \times 10^{-4}\ M.$$

$$\therefore M = \frac{n}{v} \Rightarrow n = M \times v = 2 \times 10^{-2} \times 1 = 2 \times 10^{-2}\ mol$$

$$\therefore n = \frac{m}{Mr} \Rightarrow m = n \times Mr = 2 \times 10^{-2} \times 49 = 98 \times 10^{-2}\ g$$

**سؤال ٧٦ :** يبين الجدول المجاور قيم ثابت تأين عدد من الحموض الضعيفة
أدرس هذه القيم ثم اجب عن الاسئلة الآتية :

| الحِمض | $K_a$ |
|---|---|
| $C_6H_5COOH$ | $6.3 \times 10^{-5}$ |
| $HNO_2$ | $4.5 \times 10^{-4}$ |
| $CH_3COOH$ | $1.7 \times 10^{-5}$ |
| HCN | $4.9 \times 10^{-10}$ |

أ) أكتب صيغة القاعدة المرافقة التي لها أعلى قيمة pH .

ب) حدد أي محلول له أقل رقم هيدروجيني $HNO_2$ أم HCN .

ج) الحمض الذي يكون تركيز $H_3O^+$ فيه أقل ما يمكن .

د) الحمض الذي يحتوي محلوله علة أقل تركيز من أيونات $OH^-$ .

هـ) احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول HCN ، الذي تركيزه 0.1 M .

و) احسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول $CH_3COOH$ حضر بإذابة 12 g منه في 400 mL من الماء
علماً أن ( $Mr\ CH_3COOH = 60\ g \setminus mol$ )

## الاتزان في محاليل القواعد الضعيفه :

تعلم أن القاعدة الضعيفه تتأين جزئياً في الماء، وتعتبر موصلات ضعيفه للتيار الكهربائي ، وبناء على ما سبق لندرس القاعده الضعيف التي رمزها الإفتراضي B والذي يتأين جزئياً كما في المعادله التاليه :

$$\underset{\text{قاعدة}}{B} + \underset{\text{حمض}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{حمض مرافق}}{BH^+} + \underset{\text{قاعده مرافقه}}{OH^-}$$

**يمكن ملاحظة ما يلي :**

- التفاعل منعكس (⇌) .
- تتأين القاعده الضعيفه في الماء وينتج $OH^-$ وأيون أخر موجب .
- جزيئات القاعده غير المتأيينه B تكون في حالة اتزان مع الايونات الناتج $OH^-$ و $BH^+$ . ويكون موضع الاتزان مزاحاً جهة المواد المتفاعلة . وتفسير ذلك أن الحمض المرافق $BH^+$ أقوى من الحمض $H_2O$ ويمكنه منح البروتون للقاعده المرافقه $OH^-$ ويعيد تكوين القاعده B في التفاعل وباستمرار . مما يجعل تركيز القاعدة B يكون عالياً مقارنه بتركيز الايونات الناتجه من تأينه $OH^-$ و $BH^+$ .

لذلك ⇐

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

- يعبر عن ثابت تأين القاعده على النحو التالي :

$$Kb = \frac{[OH^-]\,[BH^+]}{[HA]} = \frac{[OH^-]\ [\text{الحمض المرافق}]}{[\text{القاعده}]} = \frac{[OH^-]^2}{[\text{القاعدة}]}$$

- لكل قاعده ضعيفه ثابت تأين خاص به عند $25\ ^oC$
- يعبر ثابت التأين Kb عن قوه القاعدة وقدرته على التأين فكلما زادت قوة القاعده زاد تركيز $OH^-$ فيزداد بذلك Kb

**سؤال ٧٧:** إذا علمت أن Kb للقاعدة $NH_3 = 1.8 \times 10^{-6}$ و لـ $N_2H_4$ $Kb = 1 \times 10^{-6}$ إجب ما يلي :

١- أيهما أقوى كقاعدة ؟ ٢- أي المحلولين تكون *pH* له أكبر ؟ ( نفس التركيز )

٣- ما صيغة الحمض المرافق لكل منهما ؟ ٤- أيهما أقوى كحمض : $NH_4^+$ أم $N_2H_5^+$ ؟

**جواب :** ١-

٢-

٣-

٤-

والجدول التالي (15) يوضح ثابت التأين لعدد من القواعد الضعيفة عند 25 °C

| اسم القاعدة | صيغة القاعدة | ثابت تأيُّن القاعدة $K_b$ |
|---|---|---|
| إيثيل أمين | $C_2H_5NH_2$ | $4.7 \times 10^{-4}$ |
| ميثيل أمين | $CH_3NH_2$ | $4.4 \times 10^{-4}$ |
| أمونيا | $NH_3$ | $1.8 \times 10^{-5}$ |
| هيدرازين | $N_2H_4$ | $1.7 \times 10^{-6}$ |
| بيريدين | $C_5H_5N$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| أنيلين | $C_6H_5NH_2$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |

**سؤال ٧٨:** أكتب معادلة التأين للقواعد الضعيفة الآتية في الماء ؟

أ- $N_2H_4$ ب- $NH_2OH$

**جواب :**

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

$$NH_2OH + H_2O \leftrightarrows NH_3^+OH + OH^-$$

ملحوظـــة :
الذي يستقبل $H^+$ هو N

ملحوظـــة :
$NH_2OH$ قاعدة ضعيفة تحتوي على OH لكنها غير قابلة للتأين

## حساب قيمة pH لمحلول قاعدة ضعيفة يمكن بإستخدام Kb :

سؤال٧٩ : البيريدين $C_5H_5N$ قاعدة ضعيفة أكتشفت في قطران الفحم ، فاذا علمت أن $Kb = 1.6 \times 10^{-9}$
أحسب pH للمحلول علماً بأن تركيز البيريدين (0.01 M) (علماً بأن log 25 = 1.4 )

جواب : أولاً : نكتب معادلة تأين القاعدة الضعيفة في الماء .

$$C_5H_5N + H_2O \leftrightarrows C_5H_5NH^+ + {}^-OH$$

| | $C_5H_5N$ | $C_5H_5NH^+$ | $^-OH$ |
|---|---|---|---|
| بداية التفاعل | 0.01 | ∴ | ∴ |
| مقدار التغير | -X | +X | +X |
| عند الإتزان | (0.01 – X) | +X | +X |

ثانياً : بالتعويض في تعبير Kb :

$$Kb = \frac{[C_5H_5NH^+][^-OH]}{[C_5H_5N]}$$

$$[^-OH] = [C_5H_5NH^+]$$

$$\therefore Kb = \frac{[OH]^2}{[C_5H_5NH^+]}$$

$$1.6 \times 10^{-9} = \frac{[OH]^2}{(0.01 - X)}$$ تهمل لصغرها

$$[^-OH] = 4 \times 10^{-6} \ M$$

$$[H_3^+O] = \frac{Kw}{[OH^-]} = 0.25 \times 10^{-8} \ M$$

$$\therefore pH = 8.6$$

سؤال ٨٠ : إذا كانت قيمة *PH* لمحلول القاعدة الضعيفة *A* (*0.3 M*) تساوي (*10*)
١- اكتب معادلة تأين القاعدة *A* في الماء .
٢- احسب تركيز $[OH^-]$ في المحلول .
٣- احسب *Kb* للقاعدة .

جواب : ١) $A + H_2O \leftrightarrows AH^+ + OH^-$

٢) $\therefore pH = 10$

$$\therefore [H_3^+O] = 10^{-10} \ M$$
$$\therefore [^-OH] = 10^{-4} \ M$$

$$Kb = \frac{[^-OH]^2}{[A]} = \frac{(10^{-4})(10^{-4})}{0.3}$$

$$Kb = 0.33 \times 10^{-7}$$

**سؤال ٨١:** إذا كانت قيمة ***pH*** لمحلول $NH_3$ تساوي (9) . وقيمة Kb للقاعدة $NH_3$ = $2 \times 10^{-5}$ أحسب تركيز $NH_3$ في المحلول .

**جواب :**

$\therefore$ pH = 9 $\Rightarrow$ $[H_3^+O] = 10^{-9}$ M

$[^-OH] = 10^{-5}$ M

$$Kb = \frac{[^-OH]^2}{[NH_3]}$$

$$[NH_3] = \frac{[^-OH]^2}{Kb} = \frac{10^{-5} \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-5}}$$

$$= 0.5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

**سؤال ٨٢:** أحسب كتلة $NH_3$ اللازم إذابتها في الماء لتحضير محلول حجمه (800 ml ) ورقمه الهيدروجيني (10)
( علماً بان Kb للتفاعل $NH_3$ = $2 \times 10^{-5}$ ، Mr = 17 g/mol )

**جواب :**

$\therefore$ pH = 10

$[H_3^+O] = 10^{-10}$ M $\therefore [^-OH] = 10^{-4}$ M

$$Kb = \frac{[^-OH]^2}{[NH_3]}$$

$$[NH_3] = \frac{10^{-8}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[NH_3] = \frac{m}{Mr \times V}$$

$$\therefore m = M \times Mr \times V$$
$$= 5 \times 10^{-4} \times 17 \times 0.8$$
$$= 68 \times 10^{-4} \text{ g}$$

**سؤال ٨٣ :** لديك القاعده الضعيفه $C_4H_9NH_2$ (0.4 M) وقيمة pH = 12

١) اكتب معادلة تأين القاعده في الماء
٢) احسب فيه kb للقاعده

**جواب :**

**سؤال٨٤ :** يبين الجدول قيم $K_b$ لعدد من القواعد الضعيفة .أدرسها ، ثم أُجب عن الأسئلة الآتية:

| القاعدة | $K_b$ |
|---|---|
| $CH_3NH_2$ | $4.4 \times 10^{-4}$ |
| $NH_3$ | $1.8 \times 10^{-5}$ |
| $N_2H_4$ | $1.7 \times 10^{-6}$ |
| $C_5H_5N$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |

أ .أكتب صيغة الحمض المرافق الذي له أقل pH .

ب .حدد أي القواعد يحتوي محلولها على أقل تركيز من $H_3O^+$.

ج .أي القواعد أكثر تأينا في الماء.

د. أُكمل المعادلة الآتية، ثم أُعين الزوجين المترافقين :

$NH_{3(aq)} + C_6H_5NH_3^+{}_{(aq)} \rightleftharpoons$ .....+.....

**هـ . كتلة القاعدة $N_2H_4$ اللازم إضافتها إلى 400 mL من الماء لتحضير محلول منها رقمه الهيدروجيني يساوي 9.4 علماً أن الكتلة المولية للقاعدة $N_2H_4$ تساوي 32 g\mol ، وأن Log 3.9 = 0.6 .**

**جواب :**

**سؤال ٨٥ :**

١- **إذا كان لديك الحمض HX (0.1 M) وكانت (pH = 2) فإن HX هو :**

أ- $HNO_2$ ب- HF ج- $H_2SO_4$ د- HBr

٢- **إذا كان لديك الحمض HCOOH ( $10^{-3}$ M ) فان قيمة pH تساوي**

أ- 1 ب- 2 ج- 3 د- 5

٣- **إذا كانت قيمة pH = 3 لمحلول من الحمض الضعيف HA ( 0.1 M ) فان قيمة Ka للحمض تساوي:**

أ- $10^{-5}$ ب- $10^{-6}$ ج- $10^{-7}$ د- $10^{-8}$

# أسئلة متابعة ( 6 )

**السؤال الأول :**

أعتماداً على الجدول المجاور والذي يبين قيم ثابت التأين Kb لعدد من القواعد الضعيفة، أجب عما يلي :

| القاعدة | *Kb* |
|---|---|
| $NH_2OH$ | $1 \times 10^{-8}$ |
| $CH_3NH_2$ | $4 \times 10^{-4}$ |
| $C_6H_5NH_2$ | $4 \times 10^{-10}$ |
| $N_2H_4$ | $1 \times 10^{-6}$ |

١- أكتب صيغة الحمض المرافق الأقوى .

٢- أكتب معادلة تفاعل $NH_2OH$ مع الماء .

٣- حدد الزوجين المرافقين من الحمض والقاعدةفي التفاعل السابق

أيهما أكبر قيمة pH ؟محلول $CH_3NH_2$ أم المحلول $C_6H_5NH_2$ ؟ (التركيز نفسه)

٤- احسب قيمة pH للمحلول $N_2H_4$ ( 0.01 M).

**السؤال الثاني :**

لديك أربعة محاليل مائية لبعض الحموض الضعيفة بتراكيز متساوية(0.1 M) لكل منها بالأعتماد على المعلومات الواردة عن كل حمض في الجدول المجاور أجب عما يأتي:

| الحمض | المعلومات |
|---|---|
| HA | $[A^-] = 7 \times 10^{-6}$ mol |
| HB | pH = 4 |
| HC | $Ka = 4.5 \times 10^{-4}$ |
| HD | $Ka = 6.4 \times 10^{-5}$ |

١-احسب قيمة Ka لكل من HA ، HB.

٢- أي القاعدتين أقوى: $C^-$ أم $D^-$ .

٣- أكتب معادلة تفاعل الحمض HC مع القاعدة $NH_3$ وفق تعريف برونستد- لوري وحدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة في معادلة التفاعل .

٤- ماذا يحدث لقيمةpH للحمض HB .إذا خففنا التركيز الى ( 0.05 M) ( تقل، تبقى ثابته ، تزداد )

**السؤال الثالث :** كم غراماً من الهيدرازين $N_2H_4$ يلزم لتحضير محلول حجمه (0.2 L) ورقمه الهيدروجيني (10.8)

(علماً بأن $Kb = 1.3 \times 10^{-6}$ $Mr\ N_2H_4 = 32$ g/mol وان log 1.6 = 0.2)

**السؤال الرابع :**

رتب المحاليل التالية (متساوية التراكيز ) تصاعدياً وفق قيمة pH .

$(H_2O)$ / $(NH_3)$ / $(CH_3COOH)$ / (HCl) / (NaOH)

**السؤال الخامس :**

فسر ما يلي تفسيراً علمياً دقيقاً :

أ- الحمض الضعيف $CH_3COOH$ يتأين جزئياً في الماء .

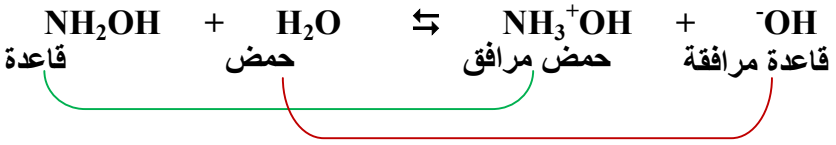
ب- تركيز الحمض HI من محلوله أكبر من تركيز الايونات الناتجة من تأينه .

# إجابة أسئلة المتابعة ( 6 )

**١**

١- $C_6H_5NH_3^+$

٢-




٣- $CH_3NH_2$

٤-

$$Kb = \frac{[OH^-]^2}{[N_2H_4]}$$

$$[OH^-]^2 = [N_2H_4] \times Kb$$
$$= 0.01 \times 1 \times 10^{-6} = 10^{-8}$$
$$[OH^-] = 10^{-4} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 10$$

**٢**

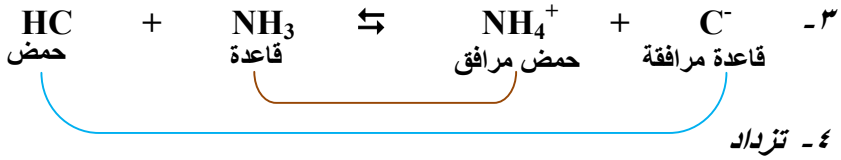
١-

$$Ka_{HA} = \frac{[H_3^+O]^2}{[HA]} = 49 \times 10^{-11}$$

$$Kb_{HB} = \frac{[H_3^+O]}{[HB]} = 10^{-7}$$

٢- $D^-$

٣-




٤- *تزداد*

---

**٣**

$$PH = 10.8 \Rightarrow [H_3O^+] = 1.6 \times 10^{-11} \text{ M}$$

$$\therefore [OH^-] \cong 6 \times 10^{-4} \text{ M}$$

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

$$Kb = \frac{[OH^-]^2}{[N_2H_4]} \Rightarrow 1.3 \times 10^{-6} = \frac{(6 \times 10^{-4})^2}{[N_2H_4]}$$

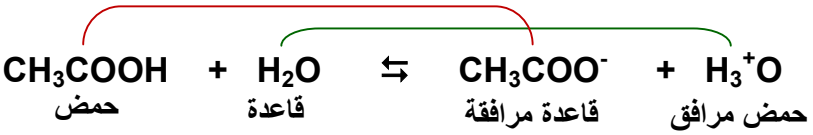
$$\therefore [N_2H_4] = 0.28 \text{ M}$$

$$m = M \times V \times Mr$$
$$= 0.28 \times 0.2 \times 32 \cong 1.8 \text{ g}$$

٤

٥

أ - الحمض الضعيف $CH_3COOH$ يتأين جزئياً كما في المعادلة :




لأن الحمض $CH_3COOH$ أضعف من الحمض $H_3^+O$ ، كما أن القاعدة $CH_3COO^-$ أكثر قدرة على استقبال البروتون من القاعدة $H_2O$ ، ولذلك $CH_3COO^-$ أقوى كقاعدة من $H_2O$ وهذا يفسر التفاعل العكسي .

ب- لان الحمض HF حمض ضعيف يتأين جزئياً .

# الفصل الرابع : الأملاح و المحاليل المُنظّمه

## أولاً : الأملاح :

إضافة إلى الحموض والقواعد عُرف نوع أخر من المواد الكيميائية يسمى الأملاح وهي مركبات آيونية تنتج من تفاعل (تعادل) محلول حمض مع محلول قاعدة . وعند إذابتها في الماء فإنها تتفكك منتجه أيونات موجبه وأيونات سالبه .

وتتفاوت الاملاح في قدرتها على التفكك . ولكننا سندرس الاملاح على فرض انها تتفكك كلياً في الماء .

سؤال٨٦ : أ) ما المقصود بالأملاح ؟
ب) ماذا يطلق على تفاعل الحمض مع القاعدة ؟
ج) محاليل الاملاح كهرليه (فسّر ذلك)

جواب : أ)

ب)

ج)

### أهمية الأملاح :

١ـ من المكونات الاساسيه لجسم الانسان ويحصل عليها عن طريق الغذاء والماء .

٢ـ تنظيم الكثير من العمليات الحيويه التي تحدث في جسم الانسان :
- املاح الكالسيوم : يدخل في تركيب العظام والاسنان .
- املاح الصوديوم : تساعد على حفظ التوازن المائي داخل الخليه وخارجها وتعمل على تنظيم ضغط الدم .
- املاح البوتاسيوم : تعمل على ضبط وظائف العضلات وتوسيع الأوعيه الدمويه لتسهيل انتقال الدم .

٣ـ تدخل في صناعة الكثير من الأدويه و مستحضرات التجميل

## الخصائص الحمضية والقاعدية للأملاح :

وجد أن هنالك املاح لها خصائص حمضيه وأخرى له خصائص قاعدية وأن هنالك نوع أخر من الأملاح له طبيعة متعادله . فكيف يمكن تفسير هذا السلوك ؟ بدايه لابد من معرفة أن هذه الخصائص وهذا السلوك يعتمد على نوع الحمض و القاعدة المشتق منها الملح . أي أن طبيعة الملح وسلوكه يختلف تبعاً لمصدر أيوناته من الحمض والقاعدة.

| مصدر أيونات الملح منَ الحِمض والقاعدة | | تأثير محلول الملح |
|---|---|---|
| حِمض قوي | قاعدة قويّة | متعادل |
| حِمض قوي | قاعدة ضعيفة | حِمضي |
| حِمض ضعيف | قاعدة قويّة | قاعدي |

**سؤال٨٧:** هل محاليل الأملاح الأتية تأثيرها حامضي أم قاعدي أم متعادل ؟

١- $NaBr$ ← (ملح ينتج من تفاعل قاعدة قوية $NaOH$ مع حمض قوي $HBr$ ← ملح متعادل

٢- $KI$

٣- $NH_4Br$

٤- $NaCN$

٥- $LiNO_3$

٦- $NaF$

٧- $C_2H_5NH_3Cl$

٨- $C_6H_5COONa$

٩- $KHS$

١٠- $NaOCl$

١١- $LiHCO_3$

فكّر :
ما الحمض والقاعدة
اللذان ينتج من تفاعلهما
$LiHCO_3$

**سؤال ٨٨ :** أختر رمز الأجابة الصحيحة :

١- أي من محاليل الأملاح الأتية له أقل رقم هيدروجيني ( pH ) :

أ) $NaNO_3$ ب) $KCN$ ج) $KNO_2$ د) $NH_4Cl$

٢- أحد المحاليل الأتية المتساوية في التركيز له أقل قيمة ***PH*** :

أ) $KCl$ ب) $NaCN$ ج) $NaNO_3$ د) $NH_4NO_3$

٣- أحد محاليل الأملاح الأتية له تأثير قاعدي :

أ) $KNO_3$ ب) $KCl$ ج) $CH_3COONa$ د) $KBr$

٤- إذا كانت محاليل الأملاح : $NH_4NO_3$ ، $NaF$ ، $NaNO_3$ (متساوية في التركيز ) فإن ترتيبها حسب تناقص قيم ***pH*** لمحاليلها هو :

أ) $NH_4NO_3 < NaNO_3 < NaF$ ب) $NH_4NO_3 < NaF < NaNO_3$

ج) $NaNO_3 < NaF < NH_4NO_3$ د) $NaF < NaNO_3 < NH_4NO_3$

**سؤال٨٩: أكمل نواتج تفكك الاملاح التالية في الماء :**

**جواب :**

1) $NaCl \xrightarrow{H_2O}$ ..... + .....
2) $NH_4Cl \xrightarrow{H_2O}$ ..... + .....
3) $Al(NO_3)_3 \xrightarrow{H_2O}$ ..... + .....
4) $CH_3COONa \xrightarrow{H_2O}$ ..... + .....
5) $N_2H_5I \xrightarrow{H_2O}$ ..... + .....
6) $KHS \xrightarrow{H_2O}$ ..... + .....

**سؤال٩٠: أكمل الجدول التالي بما يناسبه علمياً :**

| الرقم | الملح | الأيون الموجب | مصدر الايون الموجب | الأيون السالب | مصدر الايون السالب |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $NH_4Cl$ | $NH_4^+$ | ..... | ..... | ..... |
| 2 | KBr | ..... | ..... | $Br^-$ | ..... |
| 3 | NaCN | ..... | ..... | $CN^-$ | ..... |
| 4 | $CH_3COONa$ | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 5 | $NH_4NO_3$ | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 6 | NaCl | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 7 | ..... | $K^+$ | ..... | $NO_2^-$ | ..... |
| 8 | $Na_2S$ | $Na^+$ | ..... | ..... | ..... |
| 9 | K F | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 10 | $N_2H_5Br$ | $N_2H_5^+$ | ..... | ..... | ..... |
| 11 | $HCOONH_4$ | ..... | ..... | ..... | ..... |

**سؤال٩١: أكمل الفرغات التالية بما يناسبها علمياً . (تزداد – تقل – ثابتة)**

١- عند إضافة ملح متعادل الى الماء فإن قيمة pH .....

٢- عند إضافة ملح حامض الى الماء فإن قيمة pH .....

٣- عند إضافة ملح قاعدي الى الماء فإن قيمة pH .....

**والأن كيف يمكن تفسير السلوك الحامضي والقاعدي والمتعادل لأملاح مختلفة ؟**

**للإجابة على ذلك فلا بد من دراسة التميّه :**

**التميّه : تفاعل آيونات الملح مع الماء وانتاج أيونات $H_3^+O$ أو $OH^-$ أو كليهما .**

**والأن سندرس السؤال التالي :**

**سؤال ٩٢ : فسر أثر إضافة بلورات الاملاح التالية في قيمة pH ( تزداد - تقل - تبقى ثابتة ) عند إضافة الى الماء :**

**١- $NaCl$ ٢- $NH_4Cl$**

**٣- $KF$ ٤- $NH_4CN$**

**جواب : ١- الملح $NaCl$ :**

**عند أضافة الملح الى الماء فإنه يتفكك كما يلي :**

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

**ملحوظة : الماء متعادل**
**pH = 7**

**$Na^+$ مصدرها القاعدة القوية $NaOH$ لذلك فهي لا تتفاعل مع الماء (لا تتميه) وتبقى في المحلول على شكل أيونات $Na^+$ فلا تؤثر في تركيز أيونات $H_3^+O$ .**

**$Cl^-$ هي قاعدة مرافقة ضعيفة للحمض القوي $HCl$ فلا تتفاعل مع الماء (لا تتميه) أي لا ترتبط بالبروتون في المحلول فلا تؤثر في تركيز أيونات $H_3^+O$ .**

**لذلك يبقى الرقم الهيدروجيني كما هو 7 ( $NaCl$ ملح متعادل)**

**٢- الملح $NH_4Cl$ : فإن الملح في الماء يتفكك كما يلي :**

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

**$Cl^-$ تعد قاعدة مرافقة ضعيفة للحمض القوي $HCl$ ، فلا تتفاعل مع الماء (لا تتميه) أي انها لا ترتبط مع البروتون في المحلول. ولا تؤثر في تركيز أيونات $H_3^+O$ .**

**$NH_4^+$ تعد حمض مرافق قوي نسبياً للقاعدة الضعيفة $NH_3$ ، فعليه فانها تتميه . أي تتفاعل مع الماء وتمنحه بروتون $H^+$ فتتكون أيونات $H_3^+O$ في المحلول ويزداد تركيزها فيه فتقل فيه pH (تأثير الملح حامضي) والمعادلة التالية توضح ذلك**

$$NH_4^+ + H_2O \leftrightarrows NH_3 + H_3^+O$$

**٣- الملح $KF$ والذي يتفكك في الماء كما يلي :**

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

**$K^+$ مصدرها القاعدة القوية $KOH$ وهي لا تتفاعل مع الماء (لا تتميه) وتبقى في المحلول على شكل أيونات فلا تؤثر في تركيز $H_3^+O$ أو $OH^-$ .**

**$F^-$ فهي تعد قاعدة مرافقة قوية نسبياً للحمض الضعيف $HF$ فهي تتفاعل مع الماء وتسحب منه $H^+$ ويتكون نتيجة ذلك حمض $HF$ وأيون $OH^-$ فيزداد تركيز $OH^-$ في المحلول ويصبح الرقم الهيدروجيني أكبر من 7 (لهم تأثير قاعدي) والمعادلة التالية توضح ذلك :**

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

٤- الملح $NH_4CN$ : والذي يتفكك في الماء كما يلي :

$$NH_4CN \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + CN^-$$

| | |
|---|---|
| قاعدة مرافقة | حمض مرافق |
| قوي نسبياً | قوي نسبياً |
| للحمض الضعيف | القاعدة $NH_3$ |
| $HCN$ يمكنه | فهو يمكنه منح |
| استقبال بروتون | بروتون |

يتفاعل كلا الأيونين $NH_4^+$ و $CN^-$ مع الماء ( يحدث تميّه)

$$NH_4^+ + H_2O \leftrightarrows NH_3 + H_3^+O$$
$$CN^- + H_2O \leftrightarrows HCN + {}^-OH$$

ولمعرفة إذا كان المحلول حامض أو قاعدي أو متعادل فيجب معرفة :

قيم Ka ، Kb لكل من $NH_4^+$ ، $CN^-$ على الترتيب فإذا كانت :

| | |
|---|---|
| $Ka > Kb$ | يكون التأثير حامضي |
| $Ka < Kb$ | يكون التأثير قاعدي |
| $Ka = Kb$ | يكون التأثير متعادل . |

**سؤال٩٣ :** مستعيناً بالمعادلات فسَّر السلوك الحامضي أو القاعدي أو المتعادل لمحاليل الأملاح التالية :

١- $NH_4Br$ ٢- $N_2H_5I$
٣- $NaBr$ ٤- $KF$

جواب :

**سؤال٩٤ :** الفرق بين الذوبان والتميّه ؟ :

جواب : **الذوبان** : هو عملية إنتشار الآيونات الموجبة والسالبة الناتجة من تفكك الملح في الماء دون أن تتفاعل معها .

**التميّه** : تفاعل أيونات الملح مع الماء وإنتاج $H_3^+O$ أو $OH^-$ أو كليهما .

**سؤال٩٥:** أي الأملاح الأتية يحدث لها ذوبان وأيها يحدث لها تميّه ؟

أ- KI

ب- $CH_3NH_3Br$

ج- NaBr

د - $KNO_3$

هـ - $CH_3COONa$

و – $C_6H_5NH_3Cl$

جواب :

استنتاج :

**آيونات لا تتميه**

آيونات موجبة $K^+$ ، $Na^+$ ، $Li^+$ (مصدرها قواعد قوية فهي لا تتفاعل مع الماء وتبقى في المحلول على شكل أيونات فلا تؤثر في تركيز ايونات $H_3^+O$ ) (لا تتميه)

آيونات سالبة $Br^-$ ، $I^-$ ، $Cl^-$ ، $NO_3^-$ ، $ClO_4^-$ ( قواعد مرافقة ضعيفة لحموض قوية لا ترتبط بالبروتون في المحلول ولا تؤثر في تركيز أيونات $H_3^+O$ ) (لا تتميه)

انتبـــــه

| حمض | | قاعدة | | ملح | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| قوي | ضعيف | قوي | ضعيف | حامضي | متعادل | قاعدي |

# تدريب

**اجب عما يلي :**

**أ) لديك الملح NaCl :**

١ـ ما طبيعة الملح ( حامضي / قاعدي / متعادل ) ؟
٢ـ اكتب صيغة كل من الحمض والقاعدة اللذين كونا هذا الملح ؟
٣ـ اكتب معادلة التأين في الماء للحمض الذي كون الملح . (وفقاً لبرونستد – لوري)

**الإجابة :** ١ـ متعادل
٢ـ صيغة الحمض HCl وصيغة القاعدة NaOH .
٣- $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

**ب) لديك الملح KX والذي قيمة pH لمحلوله تساوي 7 .**

١ـ اكتب معادلة التأين في الماء للحمض الذي كوّن الملح وفقاً لبرونستد – لوري
٢ـ إذا علمت أن الحمض الذي كوّن الملح تركيز( $10^{-2}$ M) . فهل تتوقع أن يكون تركيز $H^+_3O$ في محلول الحمض يساوي ($10^{-2}$ M) ايضاً ؟ فسر إجابتك .

**الإجابة :** ١ـ صيغة الحمض HX

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

٢ـ حيث ان الحمض قوي ويتأين تأين تام يكون $10^{-2}\ M = [HX] = [H_3O^+]$

**ج) لديك الملح الحامضي BHCl :**

١ـ اكتب معادلة تفكك الملح في الماء
٢ـ ما صيغة الحمض والقاعدة اللذين كونا الملح .
٣ـ اكتب معادلة التأين في الماء للقاعدة التي كونت الملح .

**الإجابة :** ١- $BHCl \xrightarrow{H_2O} BH^+ + Cl^-$
٢ـ صيغةالحمض *HCl* وصيغة القاعدة *B*
٣- $B + H_2O \leftrightarrows BH^+ + OH^-$

**د) لديك الملح KZ ، pH = 10**

١ـ ما صيغة الحمض والقاعدة اللذين كونا هذا الملح .
٢ـ اكتب معادلة تأين الحمض في الماء .
٣ـ اكتب معادلة تفكك الملح في الماء .

**الاجابة :** ١ـ الحمض HZ ( ضعيف ) ، القاعدة KOH

٢- $HZ + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + Z^-$

٣- $KZ \xrightarrow{H_2O} K^+ + Z^-$

## الأملاح القاعدية

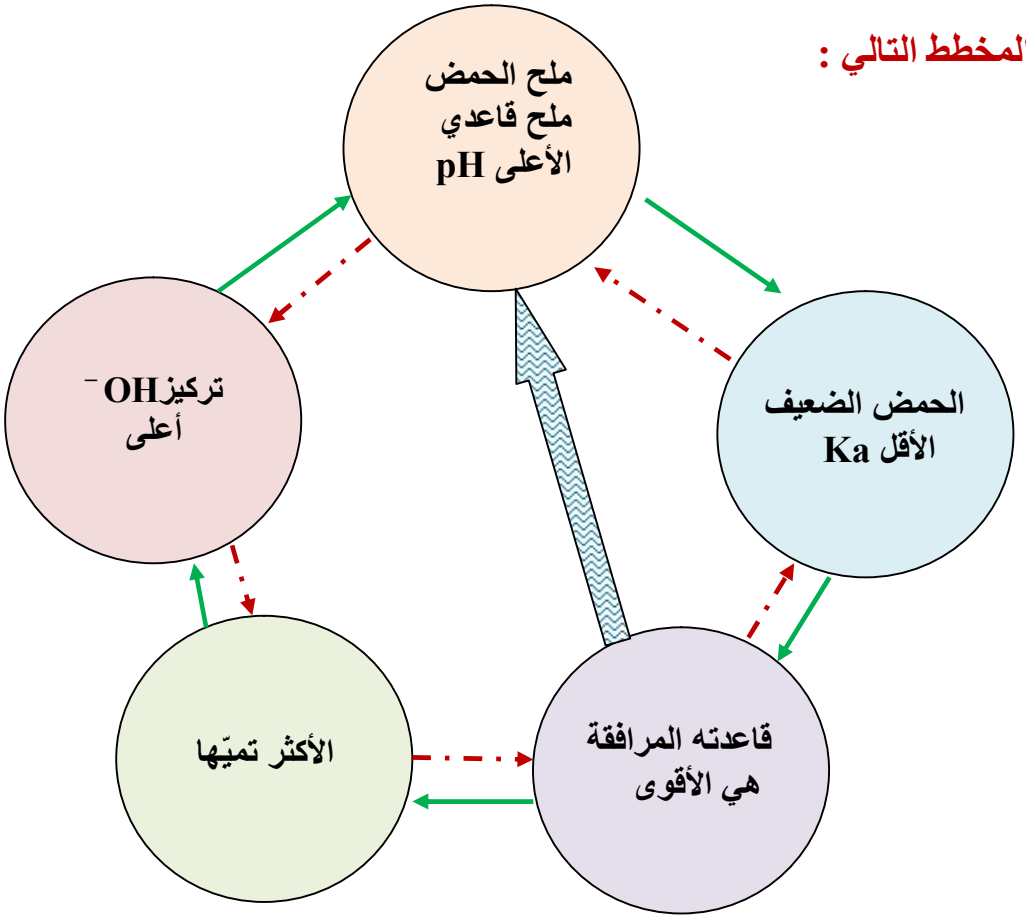
أ) الملح القاعدي نتج من تفاعل حمض ضعيف وقاعدة قوية .

ب) الملح القاعدي يتمّيه فيه الأيون السالب وينتج $OH^-$ لذلك pH تزداد .

ج) عند مقارنة أملاح قاعدية مع بعضها :

الملح القاعدي الذي له أعلى pH ⟵ يتميه أكثر ⟵ تركيز $OH^-$ أكبر

ادرس المخطط التالي :




$$\frac{1}{pH_{\text{ملح}}} \propto Ka$$

سؤال ٩٦: محاليل الاملاح الآتية : ( NaA ، NaB ، NaX ، NaY ) المتساوية التركيز تترتب وفقاً لقيم pH كالاتي :
NaA < NaY ، NaB ، NaX فإن الحمض الاعلى تأيناً في الماء :

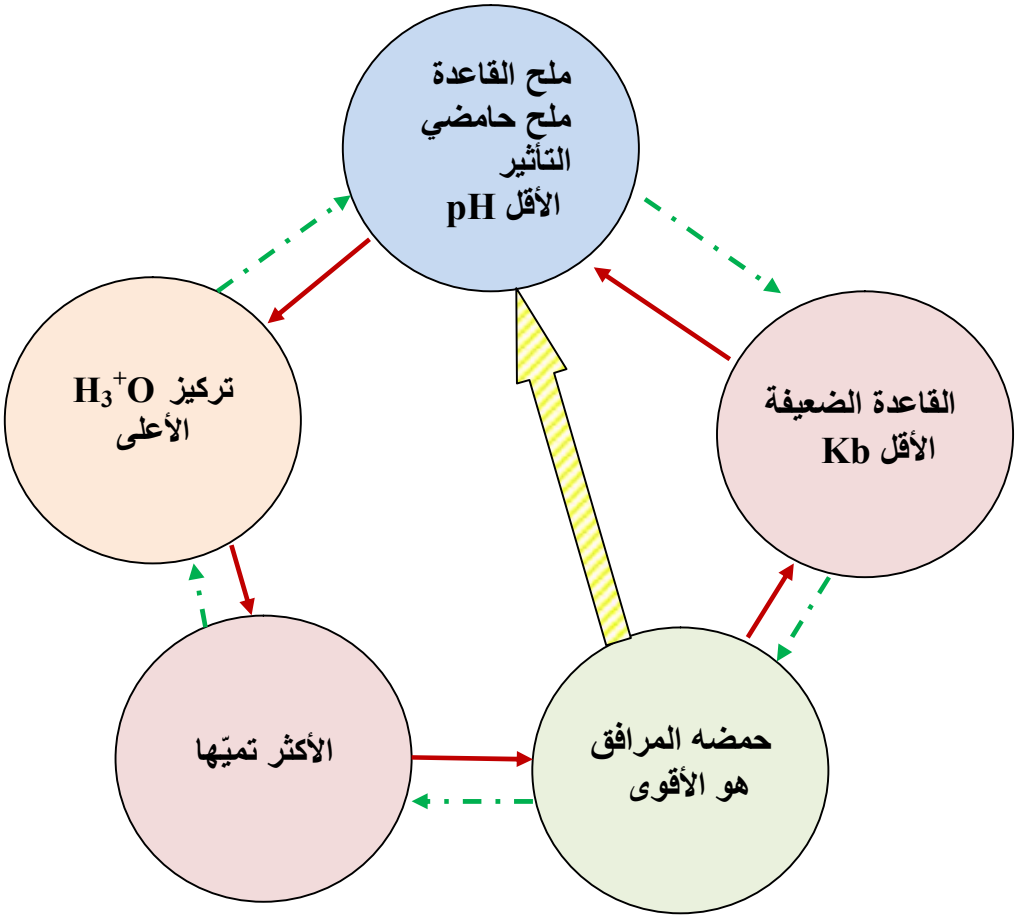
أ) HA ب) HB ج) HX د) HY

## الأملاح الحامضية

أ) الملح الحامضي نتج من تفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة .

ب) الملح الحامضي يتميه فيه الايون الموجب وينتج $H_3^+O$ لذلك pH تقل .

ج) عند مقارنة أملاح حامضية مع بعضها :




$pH_{ملح} \propto Kb$

سؤال ٩٧: لديك محلولين ملحيين AHCl ، BHCl والمتساويان في التركيز . فإذا علمت ان pH لمحلول الملح AHCl أكبر منها لمحلول BHCl ، أي القاعدتين تكون Kb لها أكبر : A أم B ؟

سؤال ٩٨] ادرس الجدول المجاور ثم أجب عما يلي :

| الملح | pH |
|---|---|
| KX | 7 |
| KY | 9 |
| KZ | 11 |

أ) أي الملحين يتميه بصورة أكبر KY أم KZ ؟

الجواب : (KZ)
(لانها أملاح قاعدية فإن الملح الذي يتميه بصورة أكبر
⇐ يكون تركيزه $OH^-$ فيه أكبر ⇐ pH اعلى)

ب) ايهما أقوى كحمض HY أم HZ ؟

الجواب : [HY]
في الاملاح القاعدية $Ka \propto \frac{1}{\text{pH ملح}}$

ج) إذا علمت أن تركيز الحمض HX ($10^{-1}$ M) فهل تركيز $H_3O^+$ يساوي $10^{-1}$ M ؟

سؤال ٩٩] ادرس الجدول المجاور ثم أجب عن الاسئلة التالية :

| حمض | Ka |
|---|---|
| HY | $10^{-4}$ |
| HZ | $10^{-9}$ |

أ) أي الاملاح يتميه بصورة أكبر NaY أم NaZ ؟

ب) أي الملحين الاعلى pH NaY أم NaZ ؟
الجواب :

استنتاج

في الاملاح القاعدية الملح الذي يتميه بصورة أكبر ⇐ $OH^-$ أكبر ⇐ *pH* أكبر
يكون الحمض الضعيف الذي كون الملح هو الاضعف (الاصغر *Ka*)

سؤال ١٠٠] ادرس الجدول المجاور ثم أجب عن الاسئلة التالية :

| الملح | pH |
|---|---|
| BHCl | 4 |
| DHCl | 6 |

أ) أي الملحين يتميه بصورة أكبر ؟
الجواب : BHCl
هذه املاح حامضية والذي يتميه بصورة أكبر
← $H_3O^+$ أكبر ← pH الأقل

ب) ايهما أقوى كقاعدة B أم D ؟
الجواب : D
pH ملح $\propto$ Kb

استنتاج

في الاملاح الحامضية الملح الذي يتميه بصورة أكبر ⇐ $H_3O^+$ أكبر ⇐ *pH* أقل
تكون القاعدة الضعيفة التي كونت الملح هي الاضعف (الاصغر *Kb*)

## ثانياً : تأثير الأيون المشترك :

درست أنه في محلول الحمض الضعيف $CH_3COOH$ تكون الأيونات الناتجة في حالة إتزان مع جزيئات الحمض غير المتأينة كما في المعادلة الأتية :

$$CH_3COOH + H_2O \leftrightarrows CH_3COO^- + H_3^+O$$

والآن ماذا يحدث عند إضافة بلورات الملح $CH_3COONa$ إلى المحلول السابق ؟
بالطبع سوف يتفكك الملح في الماء كما يلي :

$$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

لكن ماذا يعني ذلك ؟
إن دراسة الشكل المجاور توضح ما يلي :

$$CH_3COOH + H_2O \leftrightarrows CH_3COO^- + H_3O^+$$
$$CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + Na$$

١- من المعادلتين يتضح أن هنالك مصدرين لأيونات $CH_3COO^-$ في المحلول أحدهما الحمض والآخر هو الملح ولذلك يطلق على الأيون $CH_3COO^-$ أيون مشترك .

٢- نتيجة إضافة الملح $CH_3COONa$ حصل زيادة في تركيز أيونات $CH_3COO^-$ في وعاء التفاعل . ووفقاً لمبدأ لوتشاتيلييه سوف يختل الإتزان . ولذلك سينزاح الإتزان نحو اليسار للتقليل من أثر هذه الزيادة . مما يقلل من تأين الحمض الضعيف كما يقلل من تركيز $H_3^+O$ ويزيد من pH . ان هذا التغير في تراكيز المواد في محلول يسمى تأثير الأيون المشترك .

**استنتاج :** يعتبر الملح هو المصدر الاساسي للآيون المشترك ويمكن تفسير ذلك كما يلي :

أ- الملح يتفكك كلياً ، أما الحمض الضعيف فيتأين جزئياً .
ب- إن زيادة تركيز الأيون المشترك $CH_3COO^-$ نتيجة إضافة الملح فأنه يقلل من تأين الحمض $CH_3COOH$ (وفقاً لمبدأ لوتشاتيلييه) ذلك يعتبر الملح هو المصدر الرئيسي لأيونات $CH_3COO^-$.
(أي أن نسبه قليلة من جزيئات الحمض تتأين لذلك يمكن اهمالها )

**سؤال١٠١ :** وضح مستعيناً بالمعادلات أثر إضافة الملح KCN إلى محلول الحمض HCN على قيمة pH للمحلول .

**جواب :**

$$HCN + H_2O \leftrightarrows H_3^+O + CN^- \quad \text{(معادلة تأين الحمض)}$$

$$KCN \xrightarrow{H_2O} K^+ + CN^- \quad \text{(معادلة تفكك الملح)}$$

$CN^-$ أيون مشترك .
عند إضافة الملح يزداد تركيز الأيون المشترك $CN^-$ لذلك يختل الأتزان ووفقاً لمبدأ لوتشاتيلييه ينزاح الأتزان نحو اليسار جهة المواد المتفاعلة مما يقلل من تأين الحمض الضعيف ويقل من تركيز $H_3^+O$ ويزيد من pH .

**استنتاج** (إذا كان لدينا حمض ضعيف وأضيف اليه القاعدة المرافقة (ملح الحمض) فإن قيمة pH تزداد )

**سؤال ١٠٢ :** وضح مستعيناً بالمعادلات أثر إضافة الملح $NH_4Cl$ إلى محلول القاعدة $NH_3$ على قيمة pH للمحلول .

**جواب :**

$$NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + {}^-OH \quad \text{(معادلة تأين القاعدة)}$$

$$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^- \quad \text{(معادلة تفكك الملح)}$$

$NH_4^+$ أيون مشترك

عند أضافة الملح يزداد تركيز الأيون المشترك $NH_4^+$ لذلك يختل الإتزان ووفقاً لمبدأ لوتشاتيلييه ينزاح نحو اليسار لذلك يقل تركيز $^-OH$ (يقلل من تأين القاعدة $NH_3$ ) لذلك تقل قيمة pH .

**استنتاج** (إذا كان لدينا قاعدة ضعيفة وأضيف اليها الحمض المرافق (ملح القاعدة) فإن قيمة pH تقل )

## والآن لندرس تأثير الأيون المشترك حسابياً :

**سؤال١٠٣ :** أحسب قيمة pH لكل من :

أ- محلول حمض HF (0.1 M) علماً بأن $Ka = 7.2 \times 10^{-14}$

ب- محلول مكون من حمض HF (0.1 M) وملح NaF (0.2 M) (علماً بأن $\log 0.848 = 0.07$ )

**جواب :**

أ- $HF + H_2O \leftrightarrows H_3^+O + F^-$

تذكر $[H_3^+O] = [F^-]$

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[F^-]}{[HF]}$$

$$7.2 \times 10^{-4} = \frac{[H_3^+O]^2}{0.1}$$

$$[H_3^+O] = 0.848 \times 10^{-2}\ M \Rightarrow pH = 2.07$$

ب- نكتب المعادلتين

$HF + H_2O \leftrightarrows H_3^+O + F^-$

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

تذكر أن $[F^-] = [NaF]$ ملح

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[F^-]}{[HF]}$$

$$7.2 \times 10^{-4} = \frac{[H_3^+O]\,(0.2)}{(0.1)}$$

$$[H_3^+O] = 3.6 \times 10^{-4}\ M \Rightarrow pH = 3.44$$

نلحظ انه عند إضافة الملح الى محلول الحمض الضعيف فإن قيمة pH تزداد .

**سؤال ١٠٤ :** محلول مكون من الحمض HCN (0.1 M) والملح KCN (0.02 M)

أجب ما يلي : ١- أكتب صيغة الأيون المشترك .

٢- أحسب pH للمحلول علماً بأن $Ka_{HCN} = 4.9 \times 10^{-10}$

**جواب :**

سؤال ١٠٥ : ما قيمة pH لمحلول HCOOH ( 0.2 M ) عند إضافة ( 1.5 mol ) من الملح HCOOK إلى لتر من محلول الحمض . ( $Ka = 1.8 \times 10^{-4}$ )

جواب :

$$HCOOH + H_2O \leftrightarrows H_3^+O + HCOO^-$$

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

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[HCOO^-]_{\text{ملح}}}{[HCOOH]}$$

$$1.8 \times 10^{-4} = \frac{[H_3^+O]\,(1.5)}{(0.2)}$$

$$[H_3^+O] = 0.24 \times 10^{-4} \ M$$

$$pH = 4.62$$

سؤال ١٠٦ : محلول يتكون من القاعدة $NH_3$ ( 0.2 M ) والملح $NH_4Cl$ ( 0.3 M )
أجب ما يلي : ( $Kb_{NH_3} = 1.8 \times 10^{-5}$ )

١- أكتب صيغة الأيون المشترك

٢- أحسب قيمة pH للمحلول

جواب :

سؤال١٠٧: أحسب مقدار التغير في قيمة pH لمحلول مكون من $N_2H_4$ ( 0.1 M ) عند أضافة (0.4 mol) من ملح $N_2H_5Cl$ إلى لتر من محلول القاعدة . ( $Kb = 10^{-7}$ )

جواب : محلول $N_2H_4$

$$N_2H_4 + H_2O \leftrightarrows N_2H_5^+ + {}^-OH$$

$$Kb = \frac{[{}^-OH]^2}{[N_2H_4]}$$

$$10^{-7} = \frac{[{}^-OH]^2}{10^{-1}}$$

$$[{}^-OH] = 10^{-4} \ M$$

$$[H_3^+O] = 10^{-10} \ M$$

$$pH_1 = 10$$

محلول : $N_2H_4$ / $N_2H_5Cl$

$$N_2H_4 + H_2O \leftrightarrows N_2H_5^+ + {}^-OH$$

$$N_2H_5Cl \xrightarrow{H_2O} N_2H_5^+ + Cl^-$$

$$Kb = \frac{[{}^-OH]\,[N_2H_5^+]_{\text{ملح}}}{[N_2H_4]}$$

$$10^{-7} = \frac{[{}^-OH]\,(0.4)}{10^{-1}}$$

$$[{}^-OH] = 0.25 \times 10^{-7} \ M$$

$$[H_3^+O] = 4 \times 10^{-7} \ M$$

$$pH_2 = 6.4$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 6.4 - 10 = -3.6$$

حدث نقص في قيمة pH بمقدار 3.6 نتيجة إضافة الملح

# اسئلة متابعة (7)

١) عند اذابة (g) 0.09 من HCL فَي الماء النقَي تغيرت pH بمقدار (5) ، اذا علمت ان Mr لـ HCL ≅ 36.0 g/mol ، فإن حجم المحلول بوحدة ( L) تساوي-:
أ) 0.25 ب) 02.5 ج) 0.025 د) 25

٢) عند اذابة ( 0.1 M ) من KOH فَي لتر من الماء النقَي فإن مقدار التغَير فَي قَيمة pH تساوي-:
أ) 0 ب) 13 ج) 6 د) 1

٣) محلول لقاعدة ضعَفة *B* تركَزها ( 0.01 M) فإن قَمة pH المتوقعة لهذه القاعدة هيَ :
أ) 12 ب) 10 ج) 2 د) 13

٤) اذا علمت ان قَيمة Kb للقاعدة B = $4 \times 10^{-4}$ و Kb للقاعدة C = $8 \times 10^{-5}$ ، فإن العبارة الصحيحة :
أ) $[H_3O^+]$ في القاعدة C أقل من $[H_3O^+]$ في القاعدة B .
ب) ملح القاعدة B اقل تمَيه من ملح القاعدة C .
ج) درجة الحموضة للقاعدة C اقل من درجة الحموضة للقاعدة B .
د) $[OH^-]$ في القاعدة B > من $[OH^-]$ في القاعدة C .

٥) اذا علمت ان قَيمة *Ka* للحمض HX = $24 \times 10^{-5}$ ، *Ka* للحمض HB = $2 \times 10^{-4}$
أ) قَيمة درجة الحموضة لـ HB اقل من قَيمة درجة الحموضة لـ HX .
ب) $[OH^-]$ في الحمض HB أقل من $[OH^-]$ في الحمض HX .
ج) $[H_3O^+]$ في الحمض HB أكبر من $[H_3O^+]$ في الحمض HX .
د) الملح NaX له اقل قدرة على التمَية فَي الماء من الملح NaB .

٦) محلول حمض افتراضَي ضعَيف HC قَيمة PH له تساوي 3.3 ومحلول حمض افتراضَي ضعَيف HD قَيمة PH له تساوي 4.3 اذا علمت ان لهما نفس التركَز فإن :- (log 5 = 0.7)
أ) القاعدة المرافقة $C^-$ أقوى من القاعدة المرافقة $D^-$ .
ب) $[H_3O^+]$ في الحمض HC أقل من $[H_3O^+]$ في الحمض HD .
ج) $[D^-]$ في الحمض HD أقل من $[C^-]$ في الحمض HC .
د) الملح KD أقل قدرة على التمَيه فَي الماء من الملح *KC* .

٧) عند إضافة بلورات صلبة من الملح *LiB* الى محلول الحمض الضعَف *HB* يؤدي الى :- (اهمل التغَر فَ الحجم )
أ) زَيادة قَيمة *Ka* ب) يقَل تأين *HB* ج) يقل تأين $B^-$ د) زيادة $[H_3O^+]$

٨) صَيغة الأيون المشترك الناتج من إضافة بلورات صلبة من الملح $CH_3NH_3NO_3$ الى محلول القاعدة الضعَيفة $CH_3NH_2$ هو :-
أ) $CH_3NH_3^-$ ب) $CH_3NH_2^+$ ج) $CH_3NH_3^+$ د) $CH_3NH_2^-$

٩) إذا علمت أن $[H_3O^+]$ في الملح LiC يساوي $2 \times 10^{-10}$ M
بينما $[H_3O^+]$ في الملح LiD يساوي $0.1 \times 10^{-9}$ M فإن :-
أ) Ka للحمض HC اقل من Ka للحمضHD .
ب) تمَيه الأيَون $D^-$ أقل من تمَيه $C^-$
ج) درجة الحموضة للحمض HC أكبر من درجة الحموضة للحمض HD
د) الحمض HC اقوى من الحمض HD

١٠) المحلول الذي له أقل pH من بين المحاليل المتساوية في التركيز هو :
أ) KOH ب) $NH_3 / NH_4CL$ ج) $NaNO_2 / HNO_2$ د) $HNO_3$

الإجابة النموذجية

| ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ | ١٠ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أ | ج | ب | ج | د | ج | ب | ج | د | د |

# أسئلة متابعة ( 8 )

**السؤال الأول : ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل عباره من العبارات التالية :**

١- عند إضافة بلورات الملح $NH_4Cl$ إلى محلول القاعدة $NH_3$ فإن :

أ- pH للمحلول تزداد　　ب- pH للمحلول تبقى ثابته.

ج- pH للمحلول تقل　　د- Kb للقاعدة تتغير

٢- عند إضافة الأيون $CN^-$ إلى محلول الحمض HCN فإن قيمة pH للمحلول :

أ- تزداد　　ب- تقل

ج- تبقى ثابته　　د- ليس أياً مما سبق

٣- أحد الأملاح التالية لا تؤثر في قيمة ***PH*** عند إضافتها للماء :

أ- $NH_4Br$　　ب- NaCN

ج- $CH_3COONa$　　د- $KClO_4$

٤- أحد محاليل الأملاح التالية ( تراكيز متساوية ) تكون قيمة pH له الأكبر :

أ- $NH_4NO_3$　　ب- KClO　　ج- $N_2H_5Cl$　　د- $KNO_3$

٥- عند إضافة الملح $KNO_3$ لمحلول الحمض $HNO_3$ فان قيمة pH للمحلول :

أ- تزداد　　ب- ثابتة　　ج- تقل　　د- ليس أياً مما سبق

٦- عند إضافة بلورات الملح NaF الى محلول حمض HF (*5* = pH) فإن pH تصبح

أ- 3　　ب- 4　　ج- 5　　د- 6

٧- اذا علمت ان محلول حمض HCN (pH = 4.3) اضيف اليه الملح KCN فتغيرت pH بمقدار يساوي (*1*) فإن قيمة pH هي :

أ- 3.4　　ب- 4.3　　ج- 5.30　　د- 4.0

٨- عند إضافة الملح $CH_3COOK$ الى محلول الحمض $CH_3COOH$ فإن :

أ- pH تبقى ثابته　　ب- Ka تزداد　　ج- Ka ثابته　　د- Ka تقل

**السؤال الثاني :**

**أي المحاليل من الأزواج التالية له أكبر pH :**

أ- $(NH_3)$ ، $(NH_3 / NH_4Cl)$

ب- $(CH_3COOH)$ ، $(CH_3COOH / CH_3COOK)$

ج- $(NH_4Cl)$ ، $(HCl)$

د- $(NaOH)$ ، $(NH_3)$

هـ- $(KCN)$ ، $(KOH)$

و- $(NaHCO_3)$ ، $(NaNO_3)$

**السؤال الثالث :**

أ- إذا رغبت بتحضير محلول (pH = 8.6) مكون من الحمض والملح بالتركيز نفسه فأي من الحموض الأتية ستختار ؟ ( وضح إجابتك )

الحمض : HA ⇐ Ka = $2.7 \times 10^{-3}$

HB ⇐ Ka = $4.4 \times 10^{-6}$

HC ⇐ Ka = $2.6 \times 10^{-9}$

ب- إذا رغبت بتحضير محلول (pH = 9) مكون من القاعدة والملح بالتركيز نفسه فإي من القواعد الآتية ستختار ؟ ( وضح أجابتك )

القاعدة : X ← Kb = $10^{-5}$

Y ← Kb = $10^{-7}$

Z ← Kb = $10^{-9}$

**السؤال الرابع :**

محلول يتكون من HCOOH ( 0.4 M ) والملح HCOONa (0.1 M)

أجب ما يلي : ( $Ka = 1.7 \times 10^{-4}$ )

أ- قيمة pH للمحلول

ب- قيمة pH للمحلول إذا خفف عشرة مرات ( ماذا تستنتج )

**السؤال الخامس :**

كم غراماً من ملح NaCN يجب إضافتها إلى (900 ml ) من محلول الحمض HCN ( 1 M ) لينتج محلولاً قيمة pH له تساوي 6 ؟

( $Ka = 4.9 \times 10^{-9}$ ، $Mr_{NaCN}$ = 49 g/mol )

**السؤال السادس :**

كم غراماً من $NH_4Cl$ يجب إضافتها إلى ( 500 ml) من محلول $NH_3$ (0.1 M ) لينتج محلولاً ( pH = 9 ) ؟

( $Kb = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $Mr_{NH_4Cl}$ = 53.5 g/mol )

**السؤال السابع :**

أضيف (0.02 mol) من ملح $NH_4Cl$ إلى ( 500 ml ) من محلول $NH_3$ ( 0.1 M)

أحسب قيمة pH للمحلول علماً بأن قيمة pH لمحلول $NH_3$ قبل إضافة الملح إليه تساوي (11).

**السؤال الثامن : ( للإطلاع )**

محلول يتكون من HF ( 0.02 mol ) والملح $CaF_2$ ( 0.5 M) أحسب pH للمحلول .

( $Ka = 10^{-7}$ )

**السؤال التاسع :**

وضح أثر إضافة الماء على قيمة pH ( تزداد – تقل – ثابته ) في المحاليل التالية :

أ- HCl ب- KOH ج- ( HCN / KCN )

**السؤال العاشر :**

**بين أثر الإضافة على قيمة pH في الحالات التالية ( تقل – تزداد – تبقى ثابته ) ( أهمل التغير في الحجم)**

أ- إضافة بلورات الملح NaCN إلى محلول الحمض HCN.

ب- إضافة مول من الملح $NaNO_3$ إلى محلول الحمض $HNO_3$ .

ج- إضافة محلول الملح $NaNO_3$ إلى محلول الحمض $HNO_3$ .

د- إضافة مول من الملح NaCl إلى محلول القاعدة NaOH .

**السؤال الحادي عشر :**

**إذا كان لديك الصيغ التالية : $B(OH)_3$ / $CO_2$ / HCl / $HCOO^-$ / NaCN / $Ni^{+2}$ / $HCO_3^-$**

**اجب ما يلي :**

أ- اكتب صيغة مادة تسلك سلوكاً حمضياً حسب مفهوم لويس فقط .

ب- اكتب صيغة مادة يمكن أن تسلك سلوكاً حمضياً وقاعدياً حسب مفهوم برونستد – لوري .

ج- ما صيغة الملح الذي عجز ارهينيوس عن تفسير سلوكه القاعدي في الماء .

د- اكتب صيغة الايون الذي يتميه في الملح NaCN .

هـ- اكتب صيغة المادة التي لا تعتبر حمضاً عند كل من ارهينيوس وبرونستد – لوري .

و- اكتب صيغة المادة التي تعتبر حمضاً عند ارهينيوس وبرونستد – لوري و لويس .

**السؤال الثاني عشر :**

أ) إذا كان لديك الحمضين ( HF ، HCN ) تراكيز متساوية ( $Ka_{HF} = 10^{-5}$ ، $Ka_{HCN} = 10^{-10}$ )

اجب : ١) ايهما اقوى كقاعدة مرافقة $F^-$ ام $CN^-$ ؟

٢) اي الملحين اعلى pH : KF ام KCN ؟

٣) اي الملحين : KF و KCN يتميّه بصورة أكبر .

ب) إذا كان لديك القاعدتين ( $NH_3$ ، $N_2H_4$ ) تراكيز متساوية ( $Kb_{NH_3} = 10^{-5}$ ، $Kb_{N_2H_4} = 10^{-6}$ )

١) أيهما اقوى كحمض مرافق $NH_4^+$ ام $N_2H_5^+$ ؟

٢) أي الملحين اعلى pH $NH_4Cl$ ام $N_2H_5Cl$ ؟

٣) أي الملحين $NH_4Cl$ ام $N_2H_5Cl$ يتميه بصورة أكبر ؟

٤) اكتب معادلة تفاعل الملح $NH_4Cl$ مع القاعدة $N_2H_4$ وحّدد الازواج المترافقة .

**السؤال الثالث عشر :**

أدرس الجدول المجاور والذي يوضح محاليل حموض ضعيفة متساوية التراكيز .

أجب ما يلي :

| الحمض | Ka |
|---|---|
| HA | $10^{-6}$ |
| HB | $10^{-4}$ |
| HC | $10^{-7}$ |
| HD | $10^{-5}$ |

١- أكتب معادلة تفاعل الحمض HA مع القاعدة NaOH .

٢- رتب محاليل أملاح الصوديوم التالية : NaB ، NaC ، NaD حسب قيمة pH . تصاعدياً

٣- ايهما يتميَّه بصوره أكبر NaC أم NaB ؟

٤- اكتب معادلة تفاعل الملح NaB مع الحمض HC ثم حّدد الازواج المترافقة .

## إجابات الأسئلة الإضافية ( 8 )

**س٤**

$$HCOOH + H_2O \leftrightarrows HCOO^- + H_3^+O$$
$$HCOONa \xrightarrow{H_2O} HCOO^- + Na^+$$

أ- $$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[HCOO^-]_{ملح}}{[HCOOH]}$$

$$1.7 \times 10^{-4} = \frac{[H_3^+O]\,(0.1)}{(0.4)}$$

$$[H_3^+O] = 6.8\ M \Rightarrow pH = 3.2$$

ب- عند التخفيف عشر مرات فإن النسبة بين $\frac{[\text{الملح}]}{[\text{الحمض}]}$ تبقى ثابته

لذلك تبقى pH ثابته ولتوضيح ذلك

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[HCOO^-]_{ملح}}{[HCOOH]}$$

$$[H_3^+O] = Ka \frac{[HCOOH]}{[HCOO^-]}$$

↓ ثابت — ↓ تبقى النسبة ثابته بعد التخفيف

لذلك يبقى $[H_3^+O]$ ثابت ∴ pH ثابته

استنتاج : عند إضافة الماء الى محلول يتكون من :

أ- حمض ضعيف وقاعدته المرافقة (ملحه)

ب- قاعدة ضعيفة وحمض المرافق (ملحه)

فان قيمة pH تبقى ثابته

**انتبـــه :**
ملح الحمض تأثيره قاعدي
ملح القاعدة تأثيره حامضي

---

**س٥**

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[CN^-]_{ملح}}{[HCN]}$$

$$4.9 \times 10^{-10} = \frac{10^{-6}\,[CN^-]}{1}$$

$$[CN^-] = [\,NaCN\,] = 4.9 \times 10^{-4}\ M$$

$$m = V \times Mr \times [CN^-]$$
$$= 0.9 \times 49 \times 4.9 \times 10^{-4}$$
$$= 2 \times 6 \times 10^{-4}\ gm$$

$$HCN + H_2O \leftrightarrows H_3^+O + CN^-$$
$$NaCN \xrightarrow{H_2O} Na^+ + CN^-$$

$$pH = 6$$

$$[H_3^+O\,] = 10^{-6}\ M$$

س٦

$$NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + {}^-OH$$
$$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$$

$$pH = 9$$
$$[H_3^+O] = 10^{-9} \ M$$
$$[{}^-OH] = 10^{-9} \ M$$

$$Ka = \frac{[{}^-OH]\,[NH_4^+]_{ملح}}{[NH_3]}$$

$$[NH_4^+]_{ملح} = 0.18 \ M$$

$$M = [NH_4^+] \times Mr \times V$$
$$= 0.18 \times 53.5 \times 0.5$$
$$= 4.8 \ g$$

---

س٧

$$pH = 11 \rightarrow [H_3^+O] = 10^{-11} \ M \Rightarrow [{}^-OH] = 10^{-3} \ M$$

$$Kb = \frac{[{}^-OH]^2}{[NH_3]} = \frac{(10^{-3})^2}{25 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^{-5}$$

$$NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + {}^-OH$$
$$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$$

$$Kb = \frac{[{}^-OH]\,[NH_4^+]_{ملح}}{[NH_3]}$$

$$4 \times 10^{-5} = \frac{[{}^-OH]\ 2 \times 10^{-2}}{25 \times 10^{-3}}$$

$$[OH^-] = 25 \times 10^{-6} \ M \Rightarrow [H_3^+O] = 4 \times 10^{-10} \ M$$
$$pH_2 = 9.4$$

---

س٨

$$HF + H_2O \leftrightarrows H_3^+O + F^-$$
$$CaF_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2F^-$$

للإطلاع

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[F^-]_{ملح}}{[HF]}$$

$$10^{-7} = \frac{[H_3^+O](2 \times 0.5)}{0.1}$$

$$\therefore [H_3^+O] = 10^{-8} \ M \rightarrow pH = 8$$

---

س٩

أ- pH تزداد　　ب- pH تقل　　ج- pH ثابتة

**س١٠**

أ- pH تزداد
ب- pH ثابته
ج- pH تزداد
د- ثابته

---

**س١١**

أ- $Ni^{+2}$
ب- $HCO_3^-$
ج- NaCN
د- $CN^-$
هـ- $Ni^{+2}$ و - HCl

---

**س١٢**

أ- ١) $CN^-$ ٢) KCN ٣) KCN

ب- ١) $N_2H_5^+$
٢) $NH_4Cl$
٣) $N_2H_5Cl$

٤) $NH_3 + CH_3NH_3Cl \leftrightarrows NH_4Cl + CH_3NH_2$

أو

$NH_3 + CH_3NH_3^+ \leftrightarrows NH_4^+ + CH_3NH_2$

قاعدة — حمض — حمض مرافق — قاعدة مرافقة

زوج مترافق — زوج مترافق

فكرّ : الى أي جهة يزاح الاتزان ؟!

---

**س١٤**

١) $NaOH + HA \rightarrow NaA + H_2O$

٢) جميع الاملاح قاعدية ملح $PH \propto Ka$
$NaB < NaD < NaC$

٣) NaC

٤) $NaB + HC \leftrightarrows NaC + HB$

$B^- + HC \leftrightarrows HB + C^-$

قاعدة — حمض — حمض — قاعدة مرافقة

زوج مترافق — زوج مترافق

فكرّ : هل يمكن تحّديد الى أي جهة يزاح الاتزان ؟!

## أسئلــة متابعة (9)

١) محلول مكون من الحمض HZ تركيزه (0.4 M) ، وملح KZ تركيزه (0.5 M)
فإذا علمت أن $K_a$ للحمض = $2 \times 10^{-5}$ احسب : تركيز $H_3O^+$ للمحلول .

**الإجابة :**

$$HZ + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Z^-$$
$$KZ \xrightarrow{H_2O} K^+ + Z^-$$

$$Ka = \frac{[H_3O^+]\,[Z^-]_{\text{ملح}}}{[HZ]}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{[H_3O^+]\ 5 \times 10^{-1}}{4 \times 10^{-1}} \rightarrow [H_3O^+] = 1.6 \times 10^{-5}\ M$$

---

٢) كم غراماً من $NH_4Br$ يجب إضافتها الى (1 L) من الامونيا $NH_3$ تركيزها (0.2 M)، حتى يتغير الرقم الهيدروجيني بمقدار 1.3 ، علماً ان Mr للملح $NH_4Br$ = 53 g/mol
Kb = $2 \times 10^{-5}$ ، Log 5 = 0.7

$pH_1$ = ??

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + {}^-OH$$
$$NH_4Br \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Br^-$$

$$Kb = \frac{[{}^-OH]^2}{[NH_3]}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{[{}^-OH]^2}{2 \times 10^{-1}} \Rightarrow [{}^-OH] = 2 \times 10^{-3}\ M$$

$$[H_3O^+] = 5 \times 10^{-2}\ M \Rightarrow pH_1 = -\log\ 5 \times 10^{-5} = 11.3$$

$pH_1$ تساوي (11.3) تغيرت بمقدار 1.3 هذا يعني أن إضافة الملح للمحلول جعلت $pH_2$ تقل بمقدار 1.3

$\therefore\ pH_2 = 11.3 - 1.3 = 10$

$$Kb = \frac{[{}^-OH]\,[NH_4^+]_{\text{ملح}}}{[NH_3]}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{(10^{-4})\,[NH_4^+]_{\text{ملح}}}{2 \times 10^{-1}}$$

$$[NH_4^+]_{\text{ملح}} = 4 \times 10^{-2}\ M$$

$$m = V \times Mr \times [NH_4^+]_{\text{ملح}}$$
$$= 1 \times 53 \times 4 \times 10^{-2} = 212 \times 10^{-2}\ g$$

## ثالثاً : المحاليل المُنظمة

أ- **تعريف المحلول المنظم :** **هي محاليل مائية تتغير قيمة pH لها تغيراً طفيفاً عند إضافة حمض قوي أو قاعدة قوية إليها بكميات قليلة .**

**أي أنها تقاوم التغيرات في قيمة pH لها عند إضافة حمض قوي أو قاعدة قوية إليها بكميات قليلة.**

**ويتكون المحلول المنظم من :**

**حمض ضعيف وقاعدته المرافقة (ملح الحمض)**
**(محلول منظم حامضي)**

**قاعدة ضعيفة وحمضها المرافق (ملح القاعدة)**
**( محلول منظم قاعدي)**

**سؤال ١٠٨ :**

**أي من المحاليل المكونة من أزواج المواد التالية تصلح كمحاليل منظمة :**

**أ- ( $KNO_2$ / $HNO_2$ )**
**ب- ( NaCN / HCN)**
**ج- ( $NaClO_4$ / $HClO_4$ )**
**د- ( $NaHCO_3$ / $H_2CO_3$ )**
**هـ- ( $KNO_3$ / $HNO_3$ )**
**و- ( $CH_3COOK$/ $CH_3COOH$ )**
**ز- ( $NH_3$ / $NH_4Cl$ )**
**س- ( $N_2H_5Br$ / $N_2H_4$)**
**ص- ( $HNO_2$ / $KNO_3$)**
**ع- ( $Na_2CO_3$ / $NaHCO_3$ )**
**ك- ( $HPO_4^{-2}$ / $H_2PO_4^-$ )**

**جواب :**

### ب- أهمية المحلول المنظم :

**١- تعتبر المحاليل المنظمة من أهم تطبيقات الأيون المشترك .**

**٢- تلعب دوراً مهماً في الكثير من العمليات الكيمائية والصناعية التي يتطلب حدوثها بقاء الرقم الهيدروجيني ضمن حدود معينة مثل صناعة الاصباغ ومستحضرات التجميل و الصناعات الدوائية .**

**٣- ان العديد من الانظمة الحيوية في أجسام الكائنات الحية تحتوي على العديد من المحاليل المنظمة وأهمها المحلول المنظم في الدم ($H_2CO_3$ / $HCO_3^-$) والذي يحافظ على قيمة pH عند نحو (7.4) .**

## ج- كيف يعمل المحلول المنظم الحامضي :

إذا كان لديك محلول يحتوي على حمض $CH_3COOH$ والملح $CH_3COONa$ فهذا يعني أنه لدينا محلولاً منظماً حامضياً.

$$CH_3COOH + H_2O \leftrightarrows CH_3COO^- + H_3^+O$$

$$CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + Na^+$$

ملحوظة المحلول يحتوي على :
١- نسبة عالية من جزيئات الحمض غير المتأينه.
٢- نسبة عالية من القاعدة المرافقة الناتجة من تفكك الملح .
٣- نسبة منخفضة من $H_3^+O$

**والآن ماذا يحدث عند إضافة حمض قوى HCl بكمية قليلة إلى المحلول ؟**

١- إضافة الحمض HCl الى المحلول يجعله يتأين وينتج $H_3^+O$ .

٢- يستهلك معظم $H_3^+O$ المضاف عن طريق تفاعلها مع القاعدة المرافقة $CH_3COO^-$ لتكوين الحمض $CH_3COOH$ وبناء على ذلك:

أ- يقل تركيز الايون المشترك $CH_3COO^-$ بمقدار تركيز $H_3^+O$ المضافة. و يزداد تركيز الحمض $CH_3COOH$ بالمقدار نفسه .

ب- تتغير النسبة بين تركيز الحمض والقاعدة المرافقة بدرجة قليلة ، ويتغير تركيز $H_3^+O$ بنسبة صغيرة جداً وبهذا يحدث تغير صغير جداً في قيمة pH للمحلول .

**ولكن عند إضافة قاعدة قوية NaOH بكمية قليلة إلى المحلول ماذا يحدث :**

١- عند إضافة NaOH الى المحلول فإنه يتأين وينتج $OH^-$ .

٢- يستهلك معظم $OH^-$ عن طريق تفاعلها مع الحمض $CH_3COOH$ ويتكون نتيجة ذلك القاعدة المرافقة $CH_3COO^-$ وبناء على ذلك .

أ- تركيز الحمض سوف يقل بمقدار $OH^-$ المضاف . ويزداد تركيز الأيون المشترك $CH_3COO^-$ بالمقدار نفسه .
ب- تتغير النسبة بين تركيز الحمض والقاعدة المرافقة بدرجة قليلة ، ويتغير تركيز $H_3^+O$ بنسبة صغيرة جداً ويحدث تغير صغير جداً في قيمة pH للمحلول .

**انتبـــه في المحلول المنظم الحامضي :**

١- عند إضافة حمض قوي إلى المحلول يزداد تركيز الحمض الضعيف ويقل تركيز القاعدة المرافقة بحيث يكون التغير في النسبة بين الحمض وقاعدته المرافقة طفيفاً . لذلك تتغير pH بمقدار طفيف .

٢- عند إضافة قاعدة قوية إلى المحلول يزداد تركيز القاعدة المرافقة ويقل تركيز الحمض الضعيف بحيث يكون التغير في النسبة بين الحمض وقاعدته المرافقة طفيفاً . لذلك تتغير pH بمقدار طفيف .

## كيف يعمل المحلول المنظم القاعدي :

لندرس المثال التالي وهي محلول يتكون من القاعدة $NH_3$ والملح $NH_4Cl$ :

$$NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + {}^-OH$$

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

ملحوظة المحلول يحتوي على :
١- نسبة عالية من جزيئات القاعدة غير المتأينه.
٢- نسبة عالية من الحمض المرافق الناتجة من تفكك الملح .
٣- نسبة منخفضة من $OH^-$

**والأن لندرس ما يحدث عند إضافة حمض قوى HCl بكمية قليلة إلى المحلول :**

١- عند إضافة الحمض HBr يتأين في المحلول وينتج $H_3^+O$ .

٢- يستهلك معظم $H_3^+O$ عن طريق تفاعلها مع القاعدة $NH_3$ لتكوين الحمض المرافق $NH_4^+$ وبناء على ذلك :

أ- يقل تركيز القاعدة $NH_3$ بمقدار تركيز $H_3^+O$ المضاف . ويزداد تركيز الحمض $NH_4^+$ بالمقدار نفسه .
ب- تتغير النسبة بين تركيز القاعدة حمضها المرافق بدرجة قليلة ويتغير تركيز $NH_4^+$ $OH^-$ في المحلول بنسبة صغيرة جداً ويحدث تغير صغير جداً في قيمة pH .

**وعند إضافة قاعدة قوية KOH بكمية قليلة إلى المحلول :**

أما في حالة إضافة قاعدة قوية من KOH الى المحلول فيحدث ما يلي :

١- عند إضافة القاعدة الى المحلول فإنها تتأين وينتج $OH^-$ .
٢- يستهلك معظم $OH^-$ المضاف عن طريق تفاعلها مع الحمض المرافق $NH_4^+$ لتكوين القاعدة $NH_3$ . ولذلك :

أ- يزداد تركيز القاعدة $NH_3$ بمقدار تركيز $OH^-$ المضافه . ويقل تركيز الحمض $NH_4^+$ بالمقدار نفسه .
ب- تتغيرالنسبة بين تركيز القاعدة وحمضها المرافق بدرجة قليلة ويتغير $OH^-$ بنسبة صغيرة جداً . وبهذا يحدث تغير صغير جداً في قيمة pH للمحلول .

**انتبـــه** في المحلول المنظم القاعدي :

١- عند إضافة حمض قوي إلى المحلول يقل تركيز القاعدة الضعيفة ويزداد تركيز الحمض المرافق . بحيث يكون التغير في النسبة بين الحمض المرافق والقاعدة طفيفاً .

٢- عند إضافة قاعدة قوية إلى المحلول يزداد تركيز القاعدة الضعيفة ويقل تركيز الحمض المرافق. ويكون مقدار التغير في النسبة بين الحمض المرافق والقاعدة طفيفاً .

**سؤال١٠٩ :** لديك محلول من HCOOH (0.5 M) والملح HCOONa (0.7 M) أجب ما يلي :
($Ka = 1.7 \times 10^{-4}$)

أ- إحسب pH للمحلول المنظم .

ب- كم تصبح قيمة pH للمحلول المنظم بعد إضافة (0.1 mol) من HCl إلى لتر من المحلول.

ج- إحسب التغير في قيمة pH عند إضافة (0.1 mol) من NaOH إلى لتر من المحلول.

**جواب:**

أ-

$$HCOOH + H_2O \leftrightarrows H_3^+O + HCOO^-$$

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

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[NH_4^+]_{ملح}}{[HCOOH]}$$

$$1.7 \times 10^{-4} = \frac{[H_3^+O]\,(0.7)}{(0.5)}$$

$$\therefore [H_3^+O] = 1.2 \times 10^{-4} \Rightarrow pH = 3.85$$

ب-

$$[HCl] = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{1} = 0.1\ M = [H_3^+O]_{مضاف}$$

نتيجة إضافة الحمض HCl فإنه يتأين ويكون $[H_3^+O]_{مضاف} = 0.1$ M

لذلك يزداد تركيز الحمض HCOOH : $[HCOOH] = 0.5 + 0.1 = 0.6$ M

ويقل تركيز القاعدة $HCOO^-$ : $[HCOO^-] = 0.7 - 0.1 = 0.6$ M

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,(0.6)}{(0.6)}$$

$$1.7 \times 10^{-4} = [H_3^+O] \Rightarrow [H_3^+O] = 1.7 \times 10^{-4}\ M$$

$$pH = 3.77$$

ج- عند إضافة القاعدة NaOH فإنه يتأين

$$[NaOH] = [^-HO]_{مضاف} = \frac{n}{v} = \frac{0.1}{1} = 0.1\ M$$

نتيجة ذلك فإن تراكيز الحمض HCOOH يقل : $[HCOOH] = 0.5 - 0.1 = 0.4$ M

ويزداد تركيز القاعدة $HCOO^-$ : $[HCOO^-] = 0.7 + 0.1 = 0.8$ M

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[HCOO^-]}{([HCOOH])}$$

$$1.7 \times 10^{-4} = \frac{[H_3^+O]\,(0.8)}{(0.4)} \Rightarrow [H_3^+O] = 0.85 \times 10^{-4}$$

$$pH = 4.07$$

التغير في قيمة pH للمحلول المنظم نتيجة إضافة NaOH : $\Delta pH = 4.07 - 3.77 = +0.22$

تزداد قيمة pH بمقدار 0.22

**سؤال ١١٠ : محلول منظم مكون من $NH_3$ (0.2 M) والملح $NH_4Cl$ (0.3 M) أجب ما يلي :**
**$(Kb = 1.8 \times 10^{-5})$**

**أ- أحسب pH للمحلول المنظم .**
**ب- أحسب pH للمحلول بعد إضافة (0.05 mol) من HCl إلى 500 ml من المحلول .**
**ج- أحسب pH للمحلول بعد إضافة (0.1 mol) من KOH إلى( 1 L) من المحلول.**
**د- ما قيمة pH للمحلول المنظم بعد إضافة ( 1 L) من الماء المحلول .**

**سؤال ١١١: ١) أحسب الرقم الهيدروجيني لمحلول منظم يتكون من كل من البنزويك $C_6H_5COOH$ وملح بنزوات الصوديوم $C_6H_5COONa$ . تركيز كل منهما 0.2 M علماً أن $Ka = 6.3 \times 10^{-5}$ .**

**٢) أحسب الرقم الهيدروجيني للمحلول السابق عند إضافة 0.01 mol من الحمض HBr الى (1 L) من المحلول ، أهمل التغير في الحجم .**

**سؤال١١٢ : ١) أحسب الرقم الهيدروجيني لمحلول منظم يتكون من القاعدة ميثيل أمين $CH_3NH_2$ تركيزها 0.15 M والملح ميثيل كلوريد الأمونيوم $CH_3NH_3$ تركيزه 0.2 M $(Kb = 4.4 \times 10^{-4}$ , $\log 3.03 = 0.48)$**

**٢) أحسب الرقم الهيدروجيني إذا أضيف 0.01 mol من حمض الهيدروبروميك HBr الى (500 mL) من المحلول السابق. (log 3.8 = 0.58)**

**سؤال١١٣:محلول منظم حجمه 0.5 L مكون من $C_2H_5NH_2$ تركيزها 0.2 M ، والملح $C_2H_5NH_3Cl$ تركيزه 0.4 M علماً أن ($Kb = 4.7 \times 10^{-4}$ , $\log 2 = 0.3$ , $\log 4.3 = 0.63$ , $\log 1.1 = 0.43$) (أهمل تغير الحجم)**
**أ) أحسب الرقم الهيدروجيني للمحلول .**
**ب) أحسب الرقم الهيدروجيني للمحلول ، فيما لو أضيف إليه 0.05 mol من الحمض HCl**
**ج) أحسب الرقم الهيدروجيني للمحلول ، فيما لو أضيف إليه 0.05 mol من القاعدة KOH**

# أسئلة إضافية ( 8 )

**السؤال الأول :**
**ما نسبة الحمض HCOOH إلى القاعدة المرافقة $HCOO^-$ المطلوبة للحصول على محلول منظم قيمة pH له تساوي (٤) علماً بأن $Ka = 1.7 \times 10^{-4}$**

**السؤال الثاني:**
**محلول مكون من $CH_3COOH$ (0.7 M) وملح $CH_3COONa$ (0.8 M)**
**وعلمت أن $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$. أحسب قيمة pH :**

**١- للمحلول المنظم**
**٢- للمحلول بعد إضافة (0.1 mol) من HCl إلى لتر من المحلول.**
**٣- للمحلول بعد إضافة (0.1 mol) من KOH إلى لتر من المحلول.**
**٤- للمحلول عند إضافة (1 L) من الماء للمحلول السابق .**

**السؤال الثالث :**
**أحسب كتلة الملح NaClO التي يجب إضافتها إلى (200 ml) من محلول HClO(0.22 M) للحصول على محلول منظم الرقم الهيدروجيني له يساوي(6.75)(علماً بان $Ka = 3.2 \times 10^{-8}$ ، Mr = 74.5 g/mol)**

**السؤال الرابع : (للاطلاع)**
**حضر محلولاً منظماً بمزج (200 ml) من محلول $NH_3$ (0.6 M) و (300 ml) من محلول $NH_4Cl$ (0.3 M ) فإذا علمت أن $Kb = 1.8 \times 10^{-5}$ احسب مقدار التغير في قيمة pH للمحلول بعد إضافة (0.03 mol) من HCl إليه.**

**السؤال الخامس :**
**محلول منظم مكون من HCOOH والملح HCOONa تركيز كل منهما (0.5 M) فإذا أضيف إلى المحلول السابقHCl فأصبحت pH = 3.75 فما عدد مولات الحمض المضافة علماً بأن حجم المحلول (1 L) .**
**( $Ka = 1.7 \times 10^{-4}$ ، log 2.7 = 0.43 )**

**السؤال السادس :**
**ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي :**
**محلول مكون من $NH_3$ / $NH_4^+$ ، وقيمة pH للمحلول = 9 فإذا أضيف للمحلول (1 L) من الماء فإن قيمة pH :**
**أ- تزداد ب- تقل ج- تبقى ثابته د- ليس اياً مما سبق**

**إذا كان $HCO_3^-$ أحد مكونات محلول منظم فإن المكون الآخر هو :**
**أ- $NaHCO_3$ ب- $H_2CO_3$ ج- $KHCO_3$ د- $Ca(OH)_2$**

**السؤال السابع :**
- **لا يصلح الماء كمحلول منظم ( فسر ذلك )**
- **المصدر الرئيسي للايون المشترك هو الملح .**

## إجابات أسئلة إضافية ( 8 )

١

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[HCOO^-]_{ملح}}{[HCOOH]}$$

$$1.7 \times 10^{-4} = \frac{10^{-4}\,[HCOO^-]_{ملح}}{[HCOOH]}$$

$$\therefore \frac{[HCOOH]}{[HCOO^-]_{ملح}} = \frac{10}{17}$$

---

٢

$$CH_3COOH + H_2O \leftrightarrows CH_3COO^- + H_3^+O$$
$$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

١-

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[CH_3COO^-]_{ملح}}{[CH_3COOH]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{[H_3^+O]\,(0.8)}{(0.7)} \Rightarrow [H_3^+O] = 1.6 \times 10^{-5} \Rightarrow pH = 4.8$$

٢- بعد إضافة HCl

$$[HCl]_{مضاف} = [H_3^+O]_{مضاف} = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{1} = 0.1\ M$$

نتيجة إضافة الحمض يؤدي لنقص تركيز القاعدة $[CH_3COO^-] = 0.8 - 0.1 = 0.7\ M$

نتيجة إضافة الحمض يؤدي لزيادة تركيز الحمض $[CH_3COOH] = 0.7 + 0.1 = 0.8\ M$

$$\therefore Ka = \frac{[H_3^+O]\,(0.7)}{0.8} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$\therefore [H_3^+O] = \frac{1.8 \times 10^{-5} \times 0.8}{0.8} = 2 \times 10^{-5}\ M$$

$$pH = 4.7$$

٣- بعد إضافة KOH

$$[KOH]_{مضاف} = [^-OH]_{مضاف} = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{1} = 0.1\ M$$

نتيجة إضافة القاعدة يقل تركيز الحمض $[CH_3COOH] = 0.7 - 0.1 = 0.6\ M$

نتيجة إضافة القاعدة يزيادة تركيز القاعدة $[CH_3COO^-] = 0.8 + 0.1 = 0.9\ M$

$$Ka = \frac{[H_3^+O]\,[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{[H_3^+O]\,(0.9)}{(0.6)}$$

$$[H_3^+O] = 1.2 \times 10^{-5}\ M \Rightarrow pH = 4.9$$

٤- تبقى قيمة pH ثابتة وتساوي ( 4.8 )

٣

$$Ka = \frac{[H_3^+O][ClO^-]_{ملح}}{[HCLO]}$$

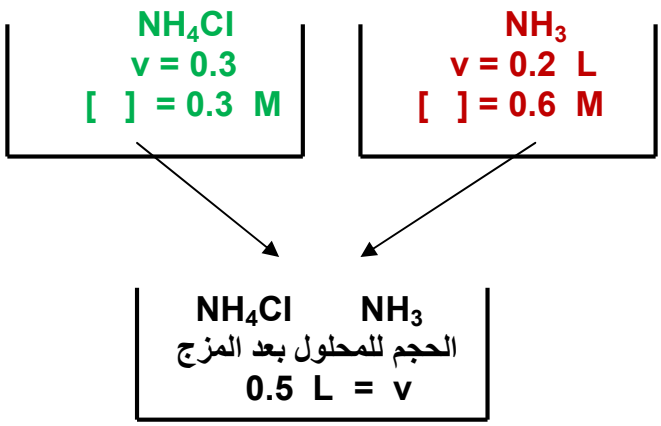
$$3.2 \times 10^{-8} = \frac{1.8 \times 10^{-7}\ [ClO^-]_{ملح}}{0.22}$$

$$[ClO^-] = [NaClO\ ] = 0.04\ M$$

$$m = v \times [NaClO] \times Mr$$
$$= 0.2 \times 0.04 \times 74.5 = 0.6\ g$$

---

٤




نقوم بحساب $[NH_3]$ بعد مزج المحلولين

$$v_1 \times [NH_3]_1 = v_2 \times [NH_3]_2$$
$$0.2 \times 0.6 = 0.5 \times [NH_3]_2$$
$$[NH_3]_2 = 0.24\ M$$

نقوم بحساب $[NH_4Cl]$ بعد مزج المحلولين

$$v_1 \times [NH_4Cl]_1 = v_2 \times [NH_4Cl]_2$$
$$0.3 \times 0.3 = 0.5 \times [NH_4Cl]_2$$
$$[NH_4Cl]_2 = 0.18\ M$$

* نحسب pH للمحلول المنظم قبل إضافة الحمض :

$$Kb = \frac{[^-OH]\ [NH_4]_{ملح}}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{[^-OH]\ (0.18)}{(0.24)} \Rightarrow$$

* نحسب pH بعد إضافة 0.03 mol من الحمض :

$$[H_3^+O]_{مضاف} = [HCl]_{مضاف} = \frac{n}{v} = \frac{0.03}{0.5} = 0.06\ M$$

نتيجة إضافة الحمض HCl يزداد تركيز $NH_4^+$ :

$$[NH_4^+] = 0.18 + 0.06 = 0.24\ M$$

نتيجة إضافة الحمض HCl يقل تركيز $NH_3$ :

$$[NH_3] = 0.24 - 0.06 = 0.18\ M$$

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

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{[^-OH]\ 0.24}{0.18} \Rightarrow [^-OH] = 1.35 \times 10^{-5}\ M$$

$$[H_3^+O] \Rightarrow pH = 9.1$$

∴ تقل قيمة pH بمقدار (0.03)

٥

**بعد إضافة الحمض HCl : أ) كانت pH = 3.57**

$$\therefore \quad [H_3^+O] = 2.7 \times 10^{-4} \ M$$

**ب) يزداد تركيز الحمض HCOOH بمقدار (X) مضاف**

$$[HCOOH] = 0.5 + X$$

**ج) يقل تركيز القاعدة $HCOO^-$ بمقدار (X) مضاف**

$$[HCOO^-] = 0.5 - X$$

$$Ka = \frac{[H_3^+O][HCOO^-]}{[HCOOH]}$$

$$1.7 \times 10^{-4} = \frac{2.7 \times 10^{-4} \ (0.5 - X)}{(0.5 + X)}$$

$$X = [H_3^+O]_{\text{مضاف}} = [HCl]_{\text{مضاف}} = 0.11 \ M = [X]_{\text{مضاف}}$$

$$[HCl] = \frac{n}{v} \quad \Rightarrow \quad n = [HCl] \times v = 0.11 \times 1 = 0.11 \ mol$$

---

٦

١- جـ ٢- ب

---

٧

أ) لأن الماء يتأثر بصورة كبيرة عند إضافة حمض قوي أو قاعدة قوية بكميات قليلة اليه (تتغير ***PH*** بصورة كبيرة ) لذلك لا يصلح كمحلول منظم .
(حيث أن تعريف المحلول المنظم هو محلول مائي يقاوم التغير في قيمة ***PH*** عند إضافة حمض قوي أوقاعدة قوية إليه وبكميات قليلة )

ب) - لأن Ka للحمض الضعيف صغيرة جداً ومقدار ما يتأين قليل جداً ويمكن اهماله .

- كما أن إضافة الملح يقلل من تأين الحمض لذلك يكون تركيز الايون المشترك مساوياً لتركيز الملح وعليه فإن المصدر الاساسي للايون المشترك هو الملح .

## أسئلة اضافية (9)

١. أي الايونات الآتية لا يتميه ؟

أ) $CN^-$ ب) $NO_2^-$ ج) $ClO_4^-$ د) $N_2H_5^+$

٢. أي الاملاح الآتية عند إضافته للماء يزيد قيمة ***PH*** ؟

أ) HCOONa ب) KBr ج) $CH_3NH_3Br$ د) $NaNO_3$

٣. ما صيغة الايون المشترك في محلول يتكون من ( $NH_3$ و $NH_4Cl$ ) ؟

أ) $NH_4^-$ ب) $NH_2^-$ ج) $NH_3^+$ د) $NH_4^+$

٤. القاعدة المرافقة لـــــ $HSO_4^-$ هو :

أ) $H_2SO_4^{2-}$ ب) $H_2SO_4$ ج) $SO_4^{2-}$ د) $HSO_4$

٥. أُذيب (0.1 M) من HCl في الماء لتكوين محلول حجمه (500 ml)، فإن تركيز $OH^-$ بوحدة ( M ) في المحلول ؟

أ) $2 \times 10^{-1}$ ب) $1 \times 10^{-1}$ ج) $1 \times 10^{-13}$ د) $5 \times 10^{-14}$

٦. أي الأيونات الآتية يتميّه :

أ) $Cl^-$ ب) $Br^-$ ج) $F^-$ د) $I^-$

٧. ما صيغة الايون المشترك لمحلول يتكون من ***HCN*** و ***NaCN*** ؟

أ) $CN^-$ ب) $NaH^+$ ج) $CN^+$ د) $NaH^-$

٨. القاعدة المرافقة لـــــ $H_2A$ هي :

أ) $HA^+$ ب) $H_2A^+$ ج) $H_2A^-$ د) $HA^-$

٩. ما نواتج تميه الايون $N_2H_5^+$ ؟

أ) $H_2O$ و $N_2H_4$ ب) $OH^-$ و $N_2H_4$ ج) $H_3O^+$ و $N_2H_4$ د) $H_3O^+$ و $N_2H_5^+$

١٠. الأيون المشترك في المحلول المكون من القاعدة M والملح MHCl هو :

أ) $M^-$ ب) MH ج) MCl د) $MH^+$

١١ . أي المحاليل الآتية المتساوية في التركيز يكون [ $OH^-$ ] فيه أقل ؟

أ) NaCN ب) $KNO_3$ ج) $NH_4Cl$ د) NaCl

١٢. أي الآتية يعتبر من حموض لويس فقط :

أ) HCN ب) HBr ج) $Fe^{3+}$ د) HCl

١٣. إضافة الماء الى محلول RCOOK / RCOOH يؤدي الى :

أ) زيادة pH ب) تقليل pH ج) ثبات pH د) تقليل [ $OH^-$ ]

١٤. اذا علمت أن عصير البندورة له pH = 3 و للحليب = 8 فكم مرة [$H_3O^+$ ] اكبر في عصير البندورة عن الحليب :-

أ) $10^{-5}$ مرة ب) (100000) مرة ج) (5) مرات د) (500) مرة

١٥. إذا علمت أن Ka لـ $HNO_2$ < HF ، فإذا كان لديك من هذه الحموض كميات متساوية في pH ومتساوية في حجومها فأي العبارات الآتية ليست صحيحة

أ) $[HNO_2] < [HF]$ ب) $[NO_2^-] = [F^-]$

ج) $[H_3O^+]$ في HF < HNO د) $NO_2^-$ كقاعدة اقوى من $F^-$ كقاعدة

١٦. قيمة درجة الحموضة (pH) المتوقعة لمحلول ملح $CH_3COONa$ هي :

أ) 8 ب) 7 ج) 6 د) 5

١٧. اذا كان $[Na^+]$ في محلول $M = NaOH$ $1 \times 10^{-2}$ ، فإن $[H_3O^+]$ فيه = ( بوحدة M ) : -

أ) $1 \times 10^{-2}$ ب) $2 \times 10^{-2}$ ج) $1 \times 10^{-12}$ د) $5 \times 10^{-13}$

١٨. ترتيب المحاليل الآتية ( $NH_3 / NH_4Cl$ ، $NH_3$ ، KOH) المتساوية التركيز حسب الزيادة في $[H_3O^+]$ هو :

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) $NH_3 / NH_4Cl > KOH > NH_3$

١٩. في التفاعل الآتي $Cd^{+2} + 4CN^- \longrightarrow [Cd(CN)_4]^{-2}$ ، فإن حمض لويس : -

أ) Cd ب) $CN^-$ ج) $[Cd(CN)_4]^{-2}$ د) $Cd^{+2}$

٢٠. أي العبارات التالية ليست صحيحة فيما يتعلق بالاتزان : $HA + C^- \rightleftharpoons A^- + HC$ علماً ان ( Ka لـ HC < HA )

أ) HA حمض أقوى من HC ب) HC حمض أقوى من HA

ج) $A^-$ قاعدة أضعف من $C^-$ د) الاتزان يزاح النواتج

٢١. بالاعتماد على الجدول المجاور فإن ترتيب القواعد ( A ، B ، C ) تنازلياً حسب قوتها :

| محلول الملح M 0.1 | pH |
|---|---|
| AHBr | 3 |
| BHBr | 5 |
| CHBr | 4 |

أ) C < A < B ب) A < C < B ج) B < C < A د) C < B< A

٢٢. بالاعتماد على الجدول المجاور فإن ترتيب الاملاح الآتية حسب *pH* :

| المادة | معلومات |
|---|---|
| $C_5H_5N$ | $Kb = 10^{-10}$ |
| $NH_3$ | $Kb = 10^{-5}$ |
| HF | $Ka = 7 \times 10^{-4}$ |
| $HNO_2$ | $Ka = 4.5 \times 10^{-4}$ |

أ) $NH_4Cl < C_5H_5NHCl < NaF < NaNO_2$

ب) $C_5H_5NHCl < NH_4Cl < NaNO_2 < NaF$

ج) $C_5H_5NHCl < NH_4Cl < NaF < NaNO_2$

د) $NH_4Cl < C_5H_5NHCl < NaNO_2 < NaF$

٢٣. إذا اعطيت التفاعل المتزن الآتي :

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

اعتمادا على تعريف برونستد – لوري ، اي المواد الآتية تعد قواعد :

أ) $NH_3$ و $NH_4^+$ ب) $NH_3$ و $OH^-$ ج) $H_2O$ و $NH_3$ د) $H_2O$ و $OH^-$

٢٤. الجدول المجاور يمثل أربع محاليل قاعدية مشار إليها بالرموز A / X / Z / Y وقيم Kb المقابلة لكل منها . اعتمادا على المعلومات الواردة في الجدول أجب عن الفقرات من ( ١ ← ٥ )

| رمز القاعدة | Kb |
|---|---|
| A | $4 \times 10^{-8}$ |
| X | $2.5 \times 10^{-6}$ |
| Y | $2 \times 10^{-8}$ |
| Z | $1 \times 10^{-10}$ |

١) رمز القاعدة الأقوى في الجدول :
أ) A ب) Z ج) X د) Y

٢) درجة حموضة pH محلول من القاعدة Z بتركيز ٠,٠١ مول/لتر تساوي :
أ) 10 ب) 6 ج) 8 د) 12

٣) الحمض المرافق للقاعدة X هو :
أ) HX ب) $HX^-$ ج) $HX^+$ د) $H_2X$

٤) رمز القاعدة التي حمضها المرافق الأقوى :
أ) A ب) Z ج) X د) Y

٥) تركيز محلول القاعدة Y (M) والتي pH لها = 9 هي :
أ) $5 \times 10^{2}$ ب) $5 \times 10^{-3}$ ج) $2 \times 10^{2}$ د) $2 \times 10^{-10}$

٢٥. إذا كان ترتيب القواعد حسب قوتها : $Y^- < A^- < X^-$ ، والحمض HZ أضعف من الحمض HX فإن الحمض الذي له ثابت تأين (Ka) أكبر هو :
أ) HA ب) HX ج) HY د) HZ

٢٦. قاعدة لويس في ما يلي هي :
أ) $B(OH)_3$ ب) $NCl_3$ ج) $NH_4^+$ د) $Fe^{+3}$

٢٧. المادة التي لا يعد ذوبانها في الماء تميُّهاً هي :
أ) KCl ب) $NH_4Cl$ ج) NaF د) HCOONa

٢٨. في المعادلتين الآتيتين : $HX + A^- \rightleftharpoons HA + X^-$ التفاعل يرجح الاتجاه الامامي
$HX + D^- \rightleftharpoons HD + X^-$ التفاعل يرجح الاتجاه العكسي

فإن ترتيب الحموض ( HD ، HX ، HA ) تنازلياً حسب قوتها :
أ) $HA < HX < HD$ ب) $HD < HX < HA$ ج) $HX < HD < HA$ د) $HD < HA < HX$

٢٩. ناتج التفاعل الآتي حسب برونستد / لوري : $H_2SO_4 + NH_2OH \longrightarrow \ldots\ldots + \ldots\ldots$
أ) $H_3SO_4 + NH_2O^-$ ب) $SO_4^{-2} + NH_2OH_2^+$
ج) $HSO_4^- + NH_3OH^+$ د) $HSO_4^- + NH_3OH_2^{+2}$

| إجابات اسئلة إضافة (9) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١) ج | ٢) أ | ٣) د | ٤) ج | ٥) د | ٦) ج | ٧) أ | ٨) د |
| ٩) ج | ١٠) د | ١١) ج | ١٢) ج | ١٣) ج | ١٤) ب | ١٥) ج | ١٦) أ |
| ١٧) د | ١٨) ب | ١٩) د | ٢٠) ب | ٢١) ب | ٢٢) ج | ٢٣) ب | ٢٤) فرع(١)ج<br>فرع(٢) ج<br>فرع(٣) ج<br>فرع(٤) ب<br>فرع(٥) ب |
| ٢٥) ج | ٢٦) ب | ٢٧) أ | ٢٨) ب | ٢٩) ج | | | |

# أسئلة اضافية (10)

١- احسب الرقم الهيدروجيني لكل من المحلولين الآتيين:
أ) محلول حمض *HF* الذي تركيزه 0.2 M . ($K_a$ =HF $7.2 \times 10^{-4}$ ، log 1.2 = 0.08 )
ب) محلول الإيثيل أمين $C_2H_5NH_2$ الذي تركيزه 0.2 M ($K_b$ $C_2H_5NH_2$ = $6.05 \times 10^{-4}$ ، log 9.1 = 0.96)

٢- أراد طالب تحضير 4000 ml من محلول حمض $HNO_2$ رقمه الهيروجيني 4.2 ، فما كتلة الحمض اللازمة لذلك ؟
($K_a$ $HNO_2$ = $4.5 \times 10^{-4}$ / log 6.3 = 0.8 / $Mr_{HNO_2}$ = 47 g/M)

٣- الجدول المجاور يتضمن قيم $K_a$ لعدد من الحموض الضعيفة المتساوية التركيز (0.1 M) . ادرس الجدول، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

| صيغة الحمض | $K_a$ |
|---|---|
| HClO | $3 \times 10^{-8}$ |
| $HNO_2$ | $4.5 \times 10^{-4}$ |
| $CH_3COOH$ | $1.8 \times 10^{-5}$ |
| HCN | $4.9 \times 10^{-10}$ |

أ) ما صيغة الحمض الذي له أعلى pH ؟
ب) أي الحموض له اضعف قاعدة مرافقة ؟ وما صيغتها؟
ج) أيهما يكون تركيز أيونات $H_3O^+$ في محلوله أقل ، $HNO_2$ أم $CH_3COOH$ ؟
د) في محلول حمض HClO الذي تركيزه 0.0001 M،هل تكون قيمة pH أكبر، أم أقل من 4 ؟ وضح إجابتك.

٤- فيما يأتي عدد من القواعد الضعيفة ، وقيم ثوابت التأين (*Kb*) لكل منها . ادرسها جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليها :

| قاعدة | *Kb* |
|---|---|
| $CH_3NH_2$ | $4.4 \times 10^{-4}$ |
| $N_2H_4$ | $1.3 \times 10^{-6}$ |
| $NH_3$ | $1.8 \times 10^{-5}$ |
| $C_6H_5NH_2$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |

أ) ما صيغة القاعدة الأضعف ؟ وما صيغة حمضها المرافق ؟
ب) ما صيغة الحمض المرافق الذي لقاعدته أعلى رقم هيدروجيني ؟
ج) أيهما أضعف الحمض المرافق $N_2H_5^+$ أم $NH_4^+$ ؟
د) أكمل المعادلة الآتية ، ثم عين الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة .

$$CH_3NH_2 \quad + \quad C_6H_5NH_3^+ \rightleftharpoons$$

٥- الجدول الآتي يبين عدداً من المحاليل الافتراضية وقيم pH لها ، أي هذه المحاليل يمثل : (ارجع إلى جدول اللوغاريتمات)

| المحلول الافتراضي | A | B | C | D | E | M | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | 4.5 | 8.7 | 0 | 7 | 12 | 6 | 8 |

أ) القاعدة الأقوى .
ب) محلول NaCl .
ج) محلول $HNO_3$ الذي تركيزه 1 M
د) قاعدة $[OH^-]$ فيها = $5 \times 10^{-6}$ M
هـ) حمض $[H_3O^+]$ فيه = $3 \times 10^{-5}$
و) أي المحلولين (A ، M) له أكبر قيمة Ka ؟
ز) أي الحمضين المرافقين (للقاعدتين B ، *G*) هو الاقوى ؟
ح) أي الحمضين (A ، M) ملحه يتميه بدرجة أكبر ؟
ط) أي من املاح الكلور (للقاعدتين B ، *G*) له اعلى pH ؟

٦- عين الأيون أو الأيونات التي تتميه في الماء في كل من الأملاح الآتية :
KCN ، $NH_4NO_3$ ، KBr ، $CH_3COOLi$ ، KI

٧- ما الحمض و القاعدة اللذان يكونان كلا من الأملاح الآتية عند تفاعلهما ؟
$NH_4Br$ ، NaBr ، $CH_3COOK$ ، $KNO_3$

٨- أي من محاليل الأملاح الآتية حمضية ، أم قاعدية ، أم متعادلة :
$NH_4Cl$ ، NaI ، KCN ، $KNO_3$ ، LiF

٩- احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول مكون من محلول حمض البنزويك $C_6H_5COOH$ الذي تركيزه 0.4 M ، ومحلول بنزوات الصوديوم $C_6H_5COONa$ الذي تركيزه 0.4 M ( علما بأن *Ka* للحمض = $6.3 \times 10^{-5}$) . (log 6.3 = 0.8)

# إجابات أسئلة اضافية (10)

[١

[٢

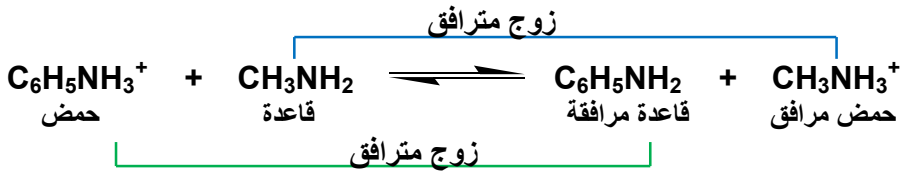
٣] أ) HCN ب) $HNO_2$ وقاعدته المرافقة $NO_2^-$ ج) $CH_3COOH$

د) أكبر من *4* ، لان الحمض ضعيف يتاين جزئيا فيكون تركيز $[H_3O^+]$ أقل من تركيز الحمض ($10^{-4}$) وبهذا تكون pH أكبر من 4.

٤ ] أ) القاعدة الأضعف $C_6H_5NH_2$ و حمضها المرافق $C_6H_5NH_3^+$

ب) $CH_3NH_3^+$ ج) $NH_4^+$

د)




٥] أ- E ب- D جـ - C د- B هـ - A و- A ز- $GH^+$

ح- الحمض M ملحه يتميه بدرجة اكبر ط- BHCl

٦] $CN^-$ ، $NH_4^+$ ، $CH_3COO^-$

٧]

| الملح | $KNO_3$ | $CH_3COOK$ | $NaBr$ | $NH_4Br$ |
|---|---|---|---|---|
| الحمض | $HNO_3$ | $CH_3COOH$ | $HBr$ | $HBr$ |
| القاعدة | $KOH$ | $KOH$ | $NaOH$ | $NH_3$ |

٨]

| الملح | $LiF$ | $KNO_3$ | $KCN$ | $NaI$ | $NH_4Cl$ |
|---|---|---|---|---|---|
| السلوك | قاعدي | متعادل | قاعدي | متعادل | حمضي |

٩]

# أسئلة اضافية (11)

١. اذا علمت أن $HCN$ كحمض أضعف من $HF$ فأن العبارات التالية ليست صحيحة :-

أ) $CN^-$ كقاعدة أقوى من $F^-$ كقاعدة
ب) $[OH^-]$ في $HCN$ أكثر من $[OH^-]$ في $HF$
ج) $Kb$ لـــ $F^-$ أعلى من $Kb$ لـــ $CN^-$
د) ملح $NaCN$ يتميه في الماء أكثر من ملح $KF$

٢. اي محاليل الاملاح الاتية له اقل رقم هيدروجيني ( $PH$ ) ؟

أ) $NaNO_3$ ب) $KCN$ ج) $Na_2CO_3$ د) $NH_4Cl$

٣. إضافة ملح $RCOOK$ للحمض $RCOOH$ يؤدي الى :

أ) زيادة $PH$ ب) تقليل $PH$ ج) تقليل $[OH^-]$ د) زيادة $[H_3O^+]$

٤. عند إضافة محلول ملح $(NaCl)$ الى محلول $NaOH$ ، فإن قيمة $PH$ للمحلول بعد الإضافة :

أ) تزيد ب) تقل ج) تبقى ثابتة د) تساوي $7$

٥. ترتيب المحاليل الآتية $(HCl \ , \ HF \ , \ HF/NaF)$ المتساوية التركيز حسب الزيادة في $[OH^-]$ هي : -

أ) $HCl > HF > HF/NaF$
ب) $HF/NaF > HF > HCl$
ج) $HF > HF/NaF > HCl$
د) $HF/NaF > HCl > HF$

٦. المحلول المائي لهيدروكسيل أمين $NH_2OH$ يحتوي على :-

أ) $NH_2OH \ , \ OH^- \ , \ NH_2^+$
ب) $NH_2OH \ , \ OH^- \ , \ NH_3OH^+$
ج) $NH_2OH \ , \ H_3O^+ \ , \ NH_2^-$
د) $NH_2OH \ , \ NH_3OH^+ \ , \ NH_2^-$

٧. اذا علمت أن قيمة $PH$ لمحاليل متساوية التركيز من الأملاح $(B_3HCl \ , \ B_2HCl \ , \ B_1HCl)$ هي على الترتيب $(4 \ ، \ 5 \ ، \ 6)$ فإن ترتيب القواعد $(B_3 \ , \ B_2 \ , \ B_1)$ تنازلياً حسب قيمة $PH$ هي : -

أ) $B_1 < B_2 < B_3$
ب) $B_3 < B_2 < B_1$
ج) $B_1 < B_3 < B_2$
د) $B_2 < B_3 < B_1$

٨. اذا كانت قيمة $PH = 5$ لمحلول مكون من الحمض $HZ$ والملح $KZ$ ، وكان تركيز الملح ضعف تركيز الحمض فإن قيمة ثابت التأين $Ka$ للحمض $HZ$ تساوي :

أ) $2 \times 10^{-5}$ ب) $0.5 \times 10^{-5}$ ج) $4 \times 10^{-5}$ د) $1 \times 10^{-5}$

٩. محلول حمض $HF$ تركيزه $10^{-5}$ M فإن قيمة $PH$ له =

أ) 3 ب) 1 ج) 3.8 د) 8

١٠. بالاعتماد على الجدول المجاور فإن ترتيب القواعد ( $A \ ، \ B \ ، \ C$ ) تنازلياً حسب قوتها :

| محلول الملح 0.1 M | $PH$ |
|---|---|
| $AHBr$ | 3 |
| $BHBr$ | 5 |
| $CHBr$ | 4 |

أ) $C < A < B$
ب) $A < C < B$
ج) $B < C < A$
د) $C < B < A$

١١. بالاعتماد على الجدول المجاور فإن ترتيب الحموض ( $HW \ ، \ HX \ ، \ HY$ ) تنازلياً حسب قوتها :

| محلول الملح 0.8 M | $PH$ |
|---|---|
| $NaW$ | 8 |
| $NaX$ | 7 |
| $NaY$ | 9 |

أ) $HW < HX < HY$
ب) $HX < HW < HY$
ج) $HW < HY < HX$
د) $HY < HW < HX$

١٢. بالاعتماد على الجدول المجاور فإن ترتيب املاح الصوديوم تنازلياً حسب $PH$ :

| الحمض 0.1 M | $Ka$ |
|---|---|
| $HA$ | $10^{-5}$ |
| $HW$ | $10^{-8}$ |
| $HY$ | $10^{-6}$ |

أ) $NaA < NaY < NaW$
ب) $NaA < NaW < NaY$
ج) $NaW < NaY < NaA$
د) $NaW < NaA < NaY$

١٣. بالاعتماد على الجدول المجاور فإن ترتيب املاح الكلور تنازلياً حسب *PH* :

| القاعدة 0.1 M | *Kb* |
|---|---|
| *X* | $10^{-8}$ |
| *Y* | $10^{-6}$ |
| *Z* | $10^{-9}$ |

أ) *YHCl < XHCl < ZHCl* ب) *XHCl < YHCl < ZHCl*
ج) *ZHCl < XHCl < YHCl* د) *ZHCl < YHCl < XHCl*

١٤. بالاعتماد على الجدول المجاور فإن ترتيب الاملاح الآتية حسب PH:

| المادة | معلومات |
|---|---|
| $C_5H_5N$ | $Kb = 10^{-8}$ |
| $NH_3$ | $Kb = 10^{-5}$ |
| $HF$ | $Ka = 7\times10^{-4}$ |
| $HNO_2$ | $Ka = 4.5 \times 10^{-4}$ |

أ) $NH_4Cl < C_5H_5NHCl < NaF < NaNO_2$
ب) $C_5H_5NHCl < NH_4Cl < NaNO_2 < NaF$
ج) $C_5H_5NHCl < NH_4Cl < NaF < NaNO_2$
د) $NH_4Cl < C_5H_5NHCl < NaNO_2 < NaF$

١٥. الجدول المجاور يمثل أربع محاليل قاعدية مشار إليها بالرموز *A / X / Z / Y*
وقيم *Kb* المقابلة لكل منها . اعتمادا على المعلومات الواردة في الجدول أجب عن الفقرات من (1 ← 5 )

| رمز القاعدة | *Kb* |
|---|---|
| *A* | $4 \times 10^{-8}$ |
| *X* | $2.5 \times 10^{-6}$ |
| *Y* | $2 \times 10^{-8}$ |
| *Z* | $1 \times 10^{-10}$ |

1) رمز القاعدة الأقوى في الجدول :
أ) *A* ب) *Z* ج) X د) *Y*
2) درجة حموضة *PH* محلول من القاعدة *Z* بتركيز 0.01 M تساوي :
أ) 10 ب) 6 ج) 8 د) 12
3) الحمض المرافق للقاعدة *X* هو :
أ) HX ب) $HX^-$ ج) $HX^+$ د) $H_2X$
4) رمز القاعدة التي حمضها المرافق الأقوى :
أ) *A* ب) *Z* ج) *X* د) *Y*
5) تركيز محلول القاعدة *Y* (مول /لتر) والتي *PH* لها = 9 هي :
أ) $5 \times 10^2$ ب) $5 \times 10^{-3}$ ج) $2 \times 10^2$ د) $2 \times 10^{-10}$

١٦. لديك الجدول المجاور والذي يمثل عدد من الحموض الضعيفة
وقيم *Ka* لها بالتركيز نفسه ( 0.01 M ) ادرسه جيداً
ثم اجب عن الفقرات ( 1 ←— 5) :

| الحمض 0.01 M | *Ka* |
|---|---|
| *HX* | $1 \times 10^{-6}$ |
| *HB* | $1 \times 10^{-4}$ |
| *HY* | $1 \times 10^{-5}$ |
| *HZ* | $1 \times 10^{-7}$ |
| *HA* | $1 \times 10^{-8}$ |

١) محلول الحمض الاعلى *PH* من بين التالية هو :
أ) *HB* ب) *HX* ج) *HZ* د) *HY*
٢) الحمض الأضعف من بين الاحماض الواردة في الجدول هو :
أ) *HZ* ب) *HA* ج) *HB* د) *HY*
٣) أي محاليل الحموض الواردة في الجدول *PH* له تساوي 3 :
أ) *HA* ب) *HX* ج) *HY* د) *HB*
٤) صيغة الحمض الذي قاعدته المرافقة هي الاضعف هو :
أ) *HB* ب) *HA* ج) *HY* د) *HZ*

١٧. إذا كان ترتيب القواعد حسب قوتها : $Y^- < A^- < X^-$ ، والحمض *HZ* أضعف من الحمض *HX* فإن الحمض الذي له ثابت تأين *(Ka)* أكبر هو :
أ) *HA* ب) *HX* ج) *HY* د) *HZ*

١٨. يبين الجدول المجاور قيم *Ka* لمحاليل بعض الحموض الضعيفة المتساوية في التركيز بالاعتماد على الجدول ، فأي الحموض يتفاعل بدرجة أكبر مع الماء :

| الحمض | *Ka* |
|---|---|
| *HA* | $4.5 \times 10^{-4}$ |
| *HB* | $2 \times 10^{-5}$ |
| *HC* | $1.7 \times 10^{-2}$ |
| *HD* | $7.4 \times 10^{-4}$ |

أ) *HA*
ب) *HB*
ج) *HC*
د) *HD*

١٩. يبين الجدول السابق قيم $Ka$ لمحاليل بعض الحموض الضعيفة المتساوية في التركيز
فإن ترتيب القواعد المرافقة حسب تناقص قوتها :

أ) $B^- < D^- < A^- < C^-$
ب) $B^- < A^- < D^- < C^-$
ج) $C^- < D^- < A^- < B^-$
د) $C^- < A^- < D^- < B^-$

٢٠. معتمداً على المعلومات الواردة في الجدول المجاور لبعض الحموض
الضعيفة ، فإن الحمض الذي قاعدته المرافقة هي الاقوى :

أ) $HY$
ب) $HX$
ج) $HZ$
د) $HA$

| الحمض (0.1 M) | المعلومات |
|---|---|
| HY | $1 \times 10^{-9} = Ka$ |
| HX | $4 = PH$ |
| HZ | $4 \times 10^{-5} = [Z^-]$ |
| HA | $1 \times 10^{-8} = [OH^-]$ |

٢١. بالاعتماد على المعلومات الواردة في الجدول المجاور فأي الحموض ( المتساوية في التركيز ) اكثرها تأيناً في الماء :

أ) $HX$
ب) $HY$
ج) $HZ$
د) $HW$

| الحمض ( 0.01 M) | المعلومات |
|---|---|
| HX | $[H_3O^+] = 10^{-3}$ |
| HY | $[Y^-] = 10^{-2}$ |
| HZ | $Ka = 5 \times 10^{-10}$ |
| HW | $PH = 5$ |

٢٢. بالاعتماد على المعلومات الواردة في الجدول المجاور ، فإي محاليل
القواعد ( المتساوية في التركيز ) اكثرها قدرة على توصيل التيار
الكهربائي :

أ) $B$
ب) $X$
ج) $D$
د) $Y$

| القاعدة ( 0.01 M) | المعلومات |
|---|---|
| B | $Kb = 5 \times 10^{-10}$ |
| X | $[H_3O^+] = 10^{-11}$ |
| D | $[DH^+] = 10^{-2}$ |
| Y | $PH = 8$ |

٢٣. عند تأين الحموض الضعيفة في الماء يكون التفاعل منعكس لإن :
أ) القاعدة المرافقة تكون قوية نسبياً ويمكنها أن ترتبط بالهيدروكسيد
ب) القاعدة المرافقة تكون ضعيفة نسبياً ويمكنها أن ترتبط بالهيدروكسيد
ج) القاعدة المرافقة تكون قوية نسبياً ويمكنها أن ترتبط بالهيدرونيوم
د) القاعدة المرافقة تكون ضعيفة نسبياً ويمكنها أن ترتب

٢٤. يفسر السلوك القاعدي لمحلول الملح $NaCN$ لإن :
أ) ايونات $CN^-$ تتفاعل مع الماء ويتكون $HCN$ و $OH^-$
ب) ايونات $Na^+$ تتفاعل مع الماء ويتكون $NaOH$
ج) ايونات $Na^+$ تتفاعل مع $OH^-$ ويتكون $NaOH$
د) ايونات $CN^-$ تتفاعل مع $Na^+$ في المحلول المتكون

٢٥. أي المعادلات الأتية ينتج عنها ملح فقط :

أ) $HCl + KOH \longrightarrow$
ب) $HF + NaOH \longrightarrow$
ج) $HBr + NH_3 \longrightarrow$
د) $HCOOH + LiOH \longrightarrow$

٢٦. أي المعادلات الأتية يفسر تميه الملح $NH_4Br$ :

أ) $NH_4^+ + NaOH \longrightarrow$ .....

ب) $NH_4^+ + Br^- \longrightarrow$ .....

ج) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons$ .....

د) $Br^- + H^+ \longrightarrow$ .....

٢٧. يمكن تقليل الرقم الهيدروجيني لمحلول القاعدة الضعيفة وذلك بإضافة :

أ) كمية مناسبة من ملح القاعدة إليه
ب) قاعدة قوية إليه
ج) بلورات من ملح متعادل إليه
د) كمية مناسبة من ملح الحمض إليه

٢٨. يمكن زيادة الرقم الهيدروجيني لمحلول الحمض الضعيف وذلك بإضافة :

أ) كمية مناسبة من ملح القاعدة إليه
ب) حمض قوي إليه
ج) بلورات من ملح متعادل إليه
د) كمية مناسبة من ملح الحمض إليه

٢٩. إذا علمت أن قيمة $PH$ للأيون القاعدي $Z^-$ يساوي (9) ، وقيمة $[H_3O^+]$ للأيون القاعدي $Q^-$ يساوي ( $10^{-10}$ M ) علماً بأن تركيز كل من محاليلهما ( 1 M ) ، فإي العبارات الآتية غير صحيحة :

أ) $[OH^-]$ للحمض $HQ$ أقل من $[OH^-]$ للحمض $HZ$
ب) قيمة $Ka$ للحمض $HZ$ أعلى من قيمة $Ka$ للحمض $HQ$
ج) الأيون $Q^-$ كقاعدة أقوى من الأيون $Z^-$
د) الملح $NaZ$ أقل تميه من الملح $NaQ$

٣٠. إذا علمت أن $PH$ للأيون الحمضي $MH^+$ يساوي (5) ، وقيمة $[OH^-]$ للأيون الحمضي $ZH^+$ يساوي ( $10^{-10}$ M ) علماً بأن تركيز كل من محاليلهما ( 1 M ) ، فإي العبارات الآتية غير صحيحة :

أ) الأيون $MH^+$ كحمض أضعف من الأيون $ZH^+$
ب) القاعدة M أقوى من القاعدة Z
ج) $[H_3O^+]$ في القاعدة M أقل منه في القاعدة $Z$
د) تميه الملح MHCl أعلى تميه من الملح ZHCl

| الإجابة النموذجية | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رقم الفقرة | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ | ١٠ |
| رمز الإجابة | د | د | أ | ج | ب | ب | ب | أ | ج | ب |
| رقم الفقرة | ١١ | ١٢ | ١٣ | ١٤ | ١٥ | ١٦ | ١٧ | ١٨ | ١٩ | ٢٠ |
| رمز الإجابة | د | ج | ج | ج | ١) ج<br>٢) ج<br>٣) ج<br>٤) ب<br>٥) ب | ١) ج<br>٢) ب<br>٣) د<br>٤) أ | ج | ج | ج | د |
| رقم الفقرة | ٢١ | ٢٢ | ٢٣ | ٢٤ | ٢٥ | ٢٦ | ٢٧ | ٢٨ | ٢٩ | ٣٠ |
| رمز الإجابة | ب | ج | ج | أ | ج | ج | أ | د | أ | د |

# خصائصُ الحِمض والقاعدة

**الموادُّ والأدوات:** محلول حِمض الهيدروكلوريك HCl تركيزُهُ 0.1 M، محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزُهُ 0.1 M، أنابيب اختبار عدد 3، حامل أنابيب، أوراق الكاشف العام، مِخبار مُدَرَّج ، ميزان حرارة، كأس زجاجيّة، ماء مقطر.

**إرشاداتُ السلامة:**

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أحذر استنشاق حِمض الهيدروكلوريك، ولمس محلول هيدروكسيد الصوديوم.

**خطواتُ العمل:**

1. **أقيس.** أستخدمُ المِخبارَ المُدَرَّج في قياس 3 mL من محلول حِمض الهيدروكلوريك، ثم أضعُها في أُنبوب اختبار وَأُرَقِّمُه (1).
2. **أقيسُ** درجة حرارة المحلول باستخدام ميزان الحرارة، وَأُسَجِّلُها.
3. **أُلاحظ.** أغمسُ ورقة الكاشف العام في المحلول، وأُلاحظ تغيُّرَ لونها، وَأُسَجِّلُه.
4. **أقيس.** أستخدمُ المِخبارَ المُدَرَّجَ في قياس 3 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم، ثم أضعُها في أُنبوب اختبار آخرَ وَأُرَقِّمُه (2).
5. أُكَرِّرُ الخُطوتين (2، 3) لمحلول هيدروكسيد الصوديوم، وَأُسَجِّلُ النتائج.
6. **أُجَرِّبُ.** أسكبُ محتويات الأُنبوب (1) في كأس زجاجيّة، وَأُضيف إليها تدريجيًّا محلولَ هيدروكسيد الصوديوم منَ الأُنبوب 2، ثمّ أُكَرِّرُ الخُطوتين (2، 3) لمحتويات الكأس الزجاجيّة، وَأُسَجِّلُ النتائج.

**التحليلُ والاستنتاج:**

1- أُحَدِّدُ التغيُّرَ الذي يطرأ على لون ورقة الكاشف عند وضعها في محلول كلٍّ من حِمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم.

2- **أُقَدِّرُ** الرَّقْمَ الهيدروجيني (درجة الحموضة) لكلٍّ منَ المحلولين.

3- **أُفَسِّرُ** اختلافَ درجة حرارة المحلول الناتج من خلط المحلولين عن درجة حرارة كلٍّ منهما.

4- **أُقَدِّرُ** الرَّقْمَ الهيدروجيني للمحلول الناتج من خلط المحلولين في الكأس الزجاجيّة.

# التجربةُ ١

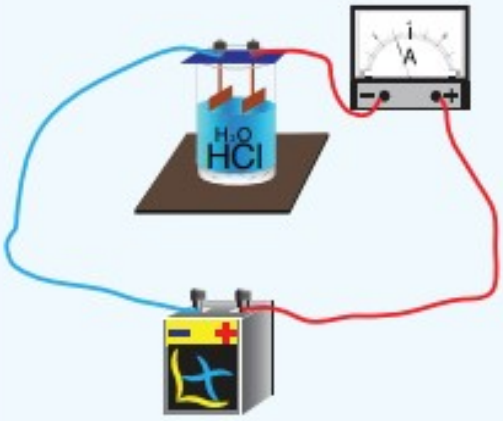
## مقارنةُ قوَّة الحموض

**الموادُّ والأدوات:**

محلول حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزُهُ 0.1 M، محلول حمض الإيثانويك $CH_3COOH$ تركيزُهُ 0.1 M، كأس زجاجيّة سَعة 50 mL عدد 2، أسلاك توصيل، جهاز أميتر، مصدر كهربائي، مِخبار مُدَرَّج سَعة 50 mL، جهاز مقياس الرقم الهيدروجيني أو أوراق الكاشف العام، شريط مغنيسيوم Mg، أقطاب جرافيت.

**إرشاداتُ السلامة:**

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أحذر استنشاقَ حِمض الهيدروكلوريك.




**خطواتُ العمل:**

1- أحضر الكأسين الزجاجيتين، وأكتب على كل منها اسمَ أحد المحلولين.

2- **أقيسُ** باستخدام المِخبارَ المُدَرَّج 20 mL من محلول HCl، وأضعُها في الكأس المخصَّصة لها.

3- **أقيسُ** باستخدام جهاز مقياس الرَّقْم الهيدروجيني أو ورق الكاشف العام الرَّقْمَ الهيدروجيني للمحلول، وَأُسَجِّلُ نتائجي.

4- **أُجَرِّب.** أوصل أقطابَ الجرافيت بالمصدر الكهربائي وبجهاز الأميتر، وأضعُها في محلول HCl، وَأُسَجِّلُ قراءة الأميتر.

5- **أُلاحظُ.** أغمسُ شريط مغنيسيوم طوله 2 cm في المحلول، وأُلاحظ سرعة تصاعد غاز الهيدروجين، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.

6- **أُجَرِّبُ.** أُكَرِّرُ الخطوات السابقة لمحلول حِمض الإيثانويك $CH_3COOH$، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.

**التحليلُ والاستنتاج:**

1. أُحَدِّدُ الرَّقْمَ الهيدروجيني لكلٍّ منَ المحلولين.
2. أُحَدِّدُ المحلولَ الأكثرَ قدرةً على التوصيل الكهربائي.
3. **أُقارنُ** سرعة تصاعد غاز الهيدروجين في كلٍّ منَ المحلولين.
4. أُحَدِّدُ الحمضَ الأقوى والحِمضَ الأضعف.
5. **أستنتجُ** العلاقة بين قوَّة الحِمض وكلٍّ منَ الرَّقْم الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي وسرعة تصاعد الغاز.

# التجربة 2

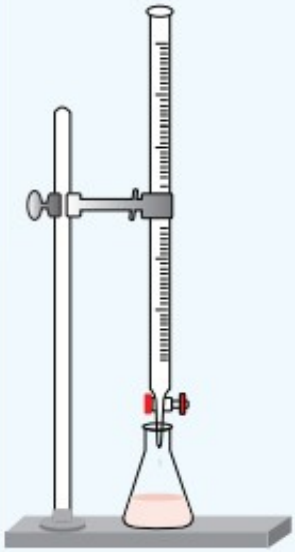
## معايرةُ حِمض قوي بقاعدة قويّة

**الموادُّ والأدوات:**

محلول حِمض الهيدروكلوريك HCl مجهول التركيز، محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزُه 0.2 M، كاشف الفينولفثالين، دورق مخروطي 250 mL، سحّاحة، ماصّة، قطّارة، حامل فلزّي، قمع زجاجي.

**إرشاداتُ السلامة:**

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أتعامل معَ محلول الحِمض ومحلول القاعدة بحذر.



**خطواتُ العمل:**

1- **أُجَرِّبُ:** أثبت السحاحة على الحامل، كما في الشكل.

2- **أُجَرِّبُ:** أملأُ السحّاحة باستخدام القمع بمحلول هيدروكسيد الصوديوم إلى مستوى الصفر.

3- **أقيسُ** باستخدام المخبار المُدَرَّج 20 mL من محلول الحِمض HCl مجهول التركيز، وأضعُها في الدورق المخروطي.

4- أُضيف، باستخدام القطارة، 4-3 قطرات من كاشف الفينولفثالين إلى محلول الحِمض.

5- أضع الدورقَ المخروطي المحتوي على محلول الحِمض أسفل السحّاحة، كما في الشكل.

6- **أُلاحظ:** أبدأُ بإضافة محلول القاعدة منَ السحّاحة تدريجيًّا وببطء إلى محلول الحِمض، وَأمزِجُ المحلولَ بتحريك الدورق دائريًّا، وَأُلاحظ تغيُّرَ لون المحلول، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.

7- **أضبط المتغيِّرات:** أتوقفُ عن إضافة محلول القاعدة عند النقطة التي يثبتُ عندها ظهورُ لونٍ أحمرَ ورديٍّ في محلول الحِمض، وَأُسَجِّلُ حجمَ محلول القاعدة المُضاف.

**التحليلُ والاستنتاج:**

1. ماذا أُسَمّي النقطةَ التي يحدثُ عندها تغيُّرُ لون المحلول؟
2. **أحسبُ** عددَ مولات القاعدة NaOH المُضافة.
3. **أستنتجُ** عددَ مولات الحِمض المُستخدمة.
4. **أحسبُ** تركيزَ الحِمض HCl.
5. **أتوقعُ** الرَّقْمَ الهيدروجيني للمحلول الناتج من عمليّة المعايرة.
6. **أُصَنِّفُ** التفاعلَ الحادث بين الحِمض والقاعدة.

# التجربةُ 3

## تَمَيُّزُ الأملاح

**الموادُّ والأدوات:**

كميات مناسبة منَ الأملاح الآتية: كلوريد الصوديوم NaCl، كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$، كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$، إيثانوات الصوديوم $CH_3COONa$، محلول الكاشف العام، كأس زجاجيّة 300 mL عدد (5)، قطع ورق لاصق، ماء مُقَطَّر، قطّارة، ملعقة تحريك، ميزان حسّاس، مِخبار مُدَرَّج.

**إرشاداتُ السلامة:**

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أتعامل معَ المواد الكيميائيّة بحذر.

**خطواتُ العمل:**

1- أكتبُ اسمَ كلِّ ملح وصيغتَهُ الكيميائيّة على قطعة الورق اللاصق وألصقها على أحد الكؤوس، ثمَّ ألصقُ على الكأس الأخيرة ورقةً كُتِبَ عليها ماءٌ مُقَطَّر.

2- **أقيسُ** أضع باستخدام المخبار المُدَرَّج 20 mL منَ الماء المُقَطَّر، في كلِّ كأس زجاجيّة.

3- **أُلاحظ.** أُضيفُ، باستخدام القطّارة، قطرتَينِ من محلول الكاشف العام إلى كلِّ كأس زجاجيّة، وأُحرِّكُها باستخدام ملعقة التحريك. أُلاحظ لونَ المحلول وَأُسَجِّلُه.

4- **أقيسُ** 3 g من ملح كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$، وأضيفُها إلى الكأس المخصَّص لها، ثمَّ أُحَرِّكُ المحلول، وَأُسَجِّلُ اللونَ الذي يظهرُ فيه.

5- **أُلاحظ.** أُكَرِّرُ الخطوة (4) معَ باقي الأملاح في الكؤوس الأخرى، وَأُلاحظُ تغيُّرَ ألوان المحاليل، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.

**التحليلُ والاستنتاج:**

1. **أَصِفُ** ألوانَ محاليل الأملاح في التجربة بعد اضافة الكاشف لكل منها.
2. **أُفَسِّرُ** تشابه لون محلول كلوريد الصوديوم NaCl بعد إضافة الكاشف اليه. ولون محلول الكاشف في الماء المُقَطَّر.
3. **أُصَنِّفُ** محاليلَ الأملاح في التجربة إلى حِمضيّة أو قاعديّة أو متعادلة.
4. **أتوقعُ** قيمة pH لكلِّ محلول في التجربة بالاعتماد على الألوان المعياريّة للكاشف العام في المحاليل المختلفة.
5. **أُفَسِّرُ.** أكتبُ معادلة كيميائيّة أُفَسِّرُ بواسطتها السلوكَ الحِمضيَّ أو القاعديَّ لكلِّ محلول.

# مسرد المصطلحات

- الأملاح ***Salts*** : مركبات أيونية تنتج من تفاعل محلول حِمض مع محلول قاعدة.

- الأيون المشترك ***Common Ion*** : أيون يدخل في تركيب مادتين مختلفتين( حمض ضعيف وملح، أو قاعدة ضعيفة وملح)، وينتج من تأينهما .

- أيون الهيدرونيوم ***Hydronium Ion*** : أيون ينتج من ارتباط أيون الهيدروجين بجزيء الماء برابطة تناسقية.

- تأثير الأيون المشترك ***Common Ion Effect*** : التغير في تراكيز المواد والأيونات الناتج من إضافة الملح إلى المحلول.

- التأين الذاتي للماء ***Autoionization of Water*** : بعض جزيئات الماء تسلك كحمض وبعضها الآخر يسلك كقاعدة في الماء النقي نفسه.

- التميه ***Hydrolysis*** : تفاعل أيونات الملح مع الماء، وإنتاج أيونات $H_3O^+$ أو $OH^-$ أو كليهما .

- ثابت تأين الحمض ***(Ka) Acid Dissociation Constant*** : ثابت الاتزان لتأين الحمض الضعيف.

- ثابت تأين القاعدة ***(Kb)Base Dissociation Constant*** : ثابت الاتزان لتأين القاعدة الضعيف.

- ثابت تأين الماء ***(Kw)Dissociation Constant for Water*** : ثابت الاتزان لتأين الماء.

- حمض أحادي البروتون ***Monoprotic Acid*** : حمض يحتوي على ذرة هيدروجين واحدة.

- حمض أرهينوس ***Arrhenius Acid*** : مادة تتأين في الماء، وتنتج أيون الهيدروجين ($H^+$).

- الحمض المرافق ***Conjugate Acid*** : المادة الناتجة من استقبال القاعدة للبروتون.

- حمض برونستد - لوري : مادة يمكنها منح بروتون واحد أو أكثر في أثناء التفاعل( مانح للبروتون) .

- حمض ثلاثي البروتون ***Triprotic Acid*** : حمض يحتوي على ثلاث ذرات هيدروجين .

- حمض ثنائي البروتون ***Diprotic Acid*** : حمض يحتوي على ذرتي هيدروجين.

- حمض لويس ***Lewis*** : مادة يمكنُها استقبال زوج إلكترونات أو أكثر في التفاعل.

- الرقم الهيدروجيني ***Hydrogen Power(pH)*** : اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدرونيوم $H_3O^+$ في المحلول للأساس ***10*** .

- الرقم الهيدروكسيلي ***Hydroxyl Power (pOH)*** : اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروكسيد $HO^-$ في المحلول للأساس ***10*** .

- زوج مترافق *Conjugated Pair* : الحمض والقاعدة المرافقة الناتجة عنه في التفاعل، أو القاعدة والحمض المرافق الناتج عنها .

- قاعدة أرهينيوس *Arrhenius Base* : مادة تتأين في الماء ، وتنتج أيون الهيدروكسيد $OH^-$ .

- قاعدة برونستد - لوري :مادة يمكنها استقبال بروتون واحد أو أكثر في أثناء التفاعل( مستقبل للبروتون).

- قاعدة لويس *Lewis* : مادة يمكنها منح زوج إلكترونات أو أكثر في التفاعل .

- الكواشف *Indecators* : حموض عضوية ضعيفة أو قواعد عضوية ضعيفة يتغير لونا في الحالة المتأينة عن الحالة غير المتأينة في مدى معيّن من الرقم الهيدروجيني.

- مادة أمفوتيرية أو مترددة *Amphoteric Substance* : مادة تسلك كحمض في تفاعل وتسلك كقاعدة في تفاعلات أخرى.

- المحاليل المائية *Aqueous Solutions* : محاليل تحتوي على أيونات الهيدرونيوم $H_3O^+$ وأيونات الهيدروكسيد $OH^-$ .

- المحاليل المنظمة *Buffered Solutions* : محاليل تقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني $pH$ عند إضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إليها.

- المعايرة *Titration* : الإضافة التدريجية لمحلول قاعدة معلومة التركيز إلى محلول حمض مجهول التركيز، أو محلول حمض.

- نقطة التعادل *Neutralization point* : نقطة تتعادل عندها تماما جميع أيونات الهيدرونيوم وأيونات الهيدروكسيد خلال عملية المعايرة، وتكون $pH$ للمحلول تساوي 7.

- نقطة التكافؤ *Equivalence Point* : نقطة معينة يصبح عندها عدد مولات أيونات الهيدروكسيد $OH^-$ مكافئا لعدد مولات .

- نقطة النهاية *End Point* : النقطة التي تضاف إلى المحلول ويتغير عندها لون الكاشف، وهي تمدد انتهاء عملية المعايرة.