

المنهاج الجديد ٢٠١٨

الوحدة الأولى

المفردات و القواعد



اعداد

الأستاذ: بهاء نائل حسن
Baha'a Hasan

•V9V•1575• / •VΛΔΟΙΛ7VIV

E-mail: bbaau_31@yahoo.Com



إِنْ أَصَبْنَا فَمَنْ اللَّهُ وَ إِنْ أَخْطَأْنَا فَمَنْ أَنْفُسْنَا

الفصل الأول

الفصل الأول: مفاهيم متعلقة بالحموض والقواعد

الفصل الأول

مقدمة

* يطلق على المواد التي تسبب الحموضة في المعدة، أو التي تعطي الليمون طعمه الحمضي، أو التي توضع في بطاريات السيارات اسم **الحموض** و تتصف بالطعم الحمضي. و بالمقابل هناك مواد تتفاعل مع الحموض وتخلصنا من أثر حموضتها هذه المواد تسمى **القواعد**.

نظراً لأهمية الحموض و القواعد فقد اهتم العلماء بدراساتها و التعرف إلى خصائصها وتفاعلاتها و ظهرت عدة تعريفات للحموض و القواعد تفسر سلوكها الكيميائي و قد تطورت هذه المفاهيم للوصول إلى يومنا هذا.

صفات الحموض

- أ) لها طعم لاذع مثل حمض الليمون الذي يحتوي على حمض السيتريك.
- ب) تتفاعل مع بعض الفلزات منتجة غاز H_2
- ج) تغير لون ورقة عباد الشمس من اللون الأزرق إلى الأحمر.

صفات القواعد

- أ) لها طعم مر.
- ب) تغير ورقة عباد الشمس من اللون الأحمر إلى الأزرق.
- ج) ذات ملمس انزلاقي.

*** الحموض و القواعد لها قدرة على توصيل التيار الكهربائي وهذه خاصية مشتركة.**

أمثلة على الحموض

- ١) الخل يحتوي على حمض الخليك.
- ٢) عصير الليمون يحتوي على حمض الستريك.
- ٣) حمض الهيدروكلوريك الذي تفرزه المعدة لهضم الطعام.

أمثلة على القواعد

- ١) الصودا الكاوية التي تستخدم في صناعة الصابون و منظفات الأفران.
- ٢) هيدروكسيد البوتاسيوم الذي يستخدم في صناعة صابون الحلاقة.
- ٣) الأمونيا (النشادر).
- ٤) بعض المنظفات.

اللهم صبّ على قلوبنا من بركاتك و خيراتك و رحمتك و لطفك و عافيتك
ما تصلح به قلوبنا و تشرح صدورنا و تفرّج همومنا و تيسّر أمورنا.

أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

** درست سابقاً بأن:

الحمض: مادة كهربية تنتج أيون الهيدروجين H^+ عند إذابتها في الماء.
القاعدة: مادة كهربية تنتج أيون الهيدروكسيد OH^- عند إذابتها في الماء.

** الحموض والقواعد تتفاوت في قوتها بمقدار ما يتأين منها في الماء.

الحموض القوية

* تتأين كلياً " بدرجة عالية "

* تعطي تيار كهربائي قوي.

* الأمثلة $HI, HBr, H_2SO_4, HClO_4, HNO_3, HCl$

* يعبر عن تفكك الحمض القوي بسهم واحد.



حفظ الحموض القوية

الحموض الضعيفة

* تتأين جزئياً.

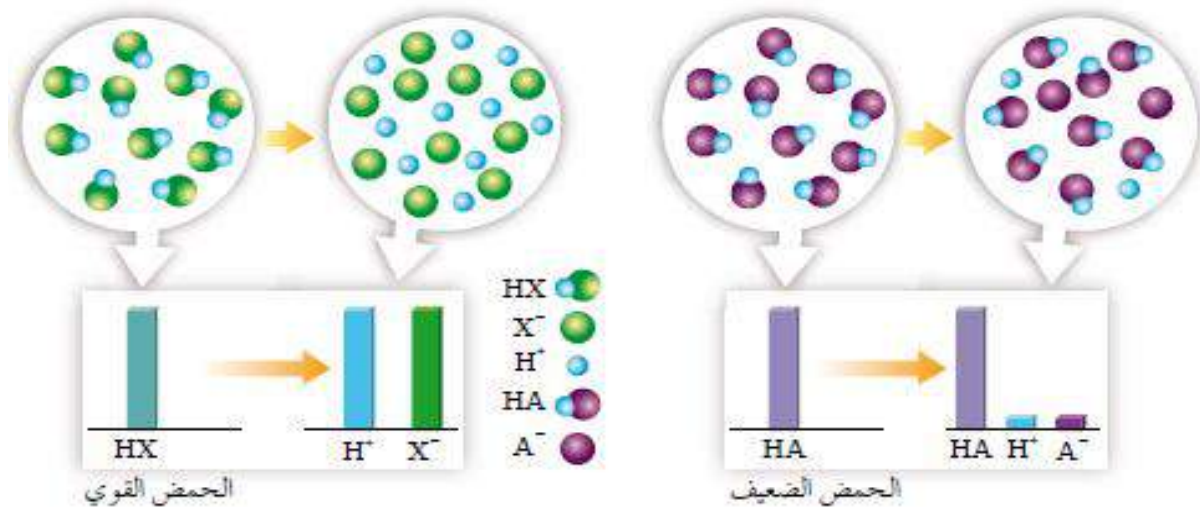
* تعطي تيار ضعيف.

* الأمثلة $H_2SO_3, CH_3COOH, HCN, HF$

* يعبر عن تفكك الحمض الضعيف بسهمين.



** يبين الشكل التالي تأين كل من الحمض القوي HX والحمض الضعيف HA في الماء **



أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

** تطور مفهوم الحموض و القواعد فظهرت عدة تعريفات لهما، من أهمها:

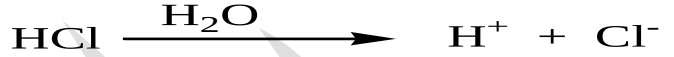
(١) مفهوم أرهينيوس للحموض والقواعد

*** الحمض:** مادة تزيد من تركيز أيونات الهيدروجين H^+ عند إذابتها في الماء.

مثل: $((CH_3COOH , HNO_3 , HCl , HI , HBr))$

ويمكن تفسير السلوك الحمضي وفق المعادلتين الآتيتين:

يعبر عن الحمض القوي بسهم واحد



يعبر عن الحمض الضعيف بسهمين



** سؤال كتاب **

فسر السلوك الحمضي لمحلول الحمض القوي HBr وفق مفهوم أرهينيوس.
الحل: حمض HBr حسب مفهوم أرهينيوس لأنه مادة تزيد من تركيز أيون الهيدروجين H^+ عند إذابتها في الماء



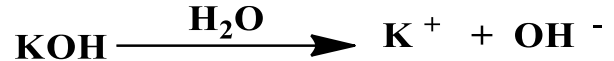
*** القاعدة:** مادة تزيد من تركيز أيونات الهيدروكسيد OH^- عند إذابتها في الماء.

مثل: $((LiOH , Ca(OH)_2 , Ba(OH)_2 , KOH , NaOH))$

ويمكن تفسير السلوك القاعدي كما في المعادلتين الآتيتين:

حفظ القواعد القوية

يعبر عن القواعد القوية بسهم واحد



&& مما سبق : نلاحظ بأن الحمض يحتوي في تركيبه على ذرة هيدروجين H قابلة للتأين (التفكك)، وأن القاعدة تحتوي في تركيبها على مجموعة الهيدروكسيد OH قابلة للتأين.

أوجه القصور في تعريف أرهينيوس

&& عجز العالم أرهينيوس (أ) عن تفسير السلوك القاعدي لبعض المواد التي لا تحتوي في تركيبها على مجموعة الهيدروكسيد OH مثل الأمونيا NH_3 ((يعني القواعد الضعيفة)).

(ب) عجز عن تفسير الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل بعض الأملاح مثل $NaNO_2 , NH_4Cl$.
و سوف يتم التحدث عن هذه النقطة في الفصل الثاني من هذه الوحدة.

أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

تمرين

فسر السلوك (الحمضي / القاعدي) مستعيناً بالمعادلات لكل من المواد الآتية وفق مفهوم أرهينيوس.
 HNO_3 (٦) LiOH (٥) HCOOH (٤) HF (٣) H_2SO_4 (٢) Ba(OH)_2 (١)

فسر: حمض الهيدروكلوريك HCl يعطي إضاءة أقوى من حمض الإيثانويك CH_3COOH عند وصلهما بمصدر تيار و مصباح كهربائي ؟

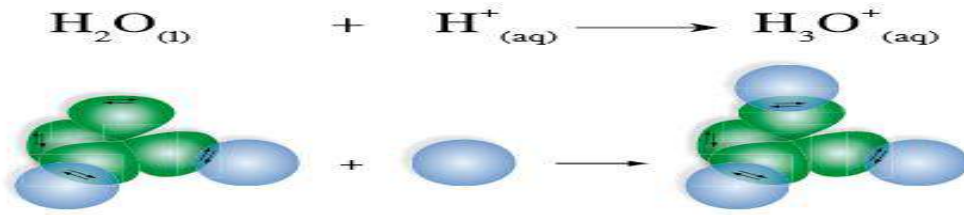
الإجابة:

لأن حمض الهيدروكلوريك يتفكك كلياً في الماء مكوناً أيونات موجبة و سالبة بدرجة عالية و هذه الأيونات تتجه نحو الأقطاب التي تخالفها بالشحنة مما يؤدي إلى توليد تيار كهربائي في حين حمض الإيثانويك يتفكك جزئياً في الماء مكوناً أيضاً أيونات موجبة و سالبة لكن بدرجة ضئيلة.

أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

(٢) مفهوم برونستد - لوري للحموض والقواعد والأزواج المترافقة

** نلاحظ مما سبق أن تأين الحموض ينتج الأيون السالب و أيون الهيدروجين (الموجب) ومن المعلوم أن أيون الهيدروجين H^+ هو ذرة هيدروجين فقدت الكترونات منها، لذا يمكن اعتباره بروتوناً وهو جسيم متناهٍ في الصغر، ذو كثافة كهربائية عالية، و لا يكون منفرداً في المحلول وإنما يرتبط بجزيء الماء فيكون أيون الهيدرونيوم H_3O^+ كما في المعادلة الآتية:



لذلك سيتم استخدام أيون الهيدرونيوم في معادلات تأين الحمض بدلاً من أيون الهيدروجين من الآن فصاعداً.

**** سؤال وزاري:**

علل: لا يوجد البروتون H^+ بصورة حرة في المحاليل المائية.

أو يوجد البروتون بصورة أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في المحاليل المائية.

الإجابة: لأن البروتون مادة دقيقة متناهية في الصغر ذات كثافة كهربائية موجبة عالية، عندها تقوم ذرة الأكسجين في الماء بمنح زوج الكترونات للفلك الفارغ لأيون الهيدروجين H^+ مكوناً أيون الهيدرونيوم H_3O^+ برابطة تناسقية وفق التفاعل الآتي:

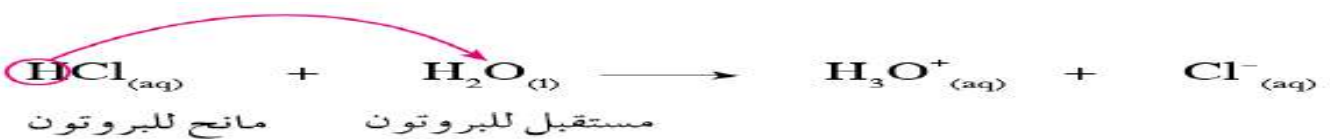


يجب كتابة المعادلة أعلاه مع التفسير.

**** توصل الكيميائيان برونستد و لوري إلى وضع مفهوم لكل من الحموض والقواعد أكثر شمولاً من مفهوم أرهينيوس، وذلك بالاعتماد على انتقال أيون الهيدروجين H^+ بين المواد أثناء التفاعلات.**

*** الحمض:** مادة " جزيئات أو أيونات " قادرة على منح البروتون لمادة أخرى في التفاعل "مانح للبروتون".

*** القاعدة:** مادة " جزيئات أو أيونات " قادرة على استقبال بروتون " مستقبل للبروتون " عند تفاعلها مع غيرها.



**** لاحظ أن أيون الهيدروجين (البروتون) انتقل من جزيء HCl إلى جزيء الماء وبذلك يكون HCl مانح للبروتون وبذلك فهو الحمض، في حين يكون جزيء الماء مستقبلاً للبروتون وبذلك يعد قاعدة.**

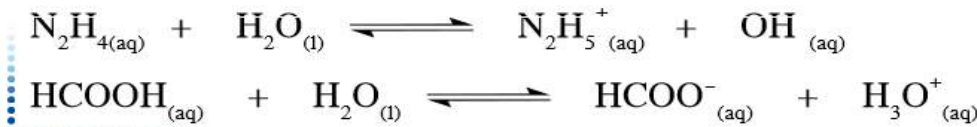
أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد



**** سؤال كتاب ****



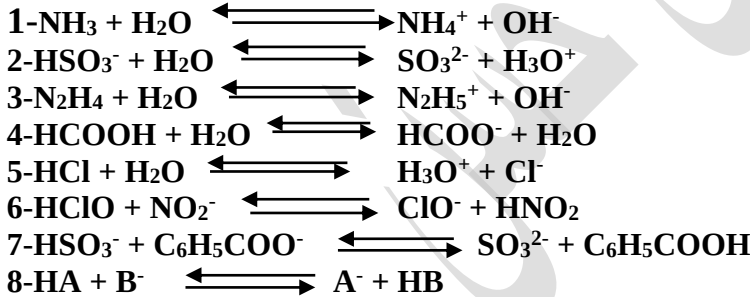
■ ادرس التفاعلين الآتين، وعين كلاً من الحمض والقاعدة وفق مفهوم برونستد - لوري في كل منهما:



**** الحل **** في المعادلة الأولى (الحمض H_2O مانح للبروتون) (القاعدة N_2H_4 مستقبل للبروتون)
في المعادلة الثانية (الحمض HCOOH مانح للبروتون) (القاعدة H_2O مستقبل للبروتون).

أسئلة

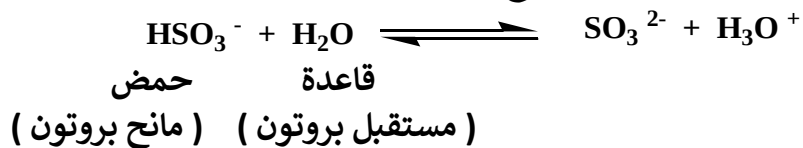
(١) عين كلا من الحمض والقاعدة وفق مفهوم برونستد- لوري من التفاعلات الآتية:



القاعدة	الحمض	
NH_3	H_2O	(١)
H_2O	HSO_3^-	(٢)
N_2H_4	H_2O	(٣)
H_2O	HCOOH	(٤)
H_2O	HCl	(٥)
NO_2^-	HClO	(٦)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	HSO_3^-	(٧)
B^-	HA	(٨)

(٢) فسر: السلوك الحمضي لمحلول HSO_3^- حسب مفهوم برونستد - لوري .

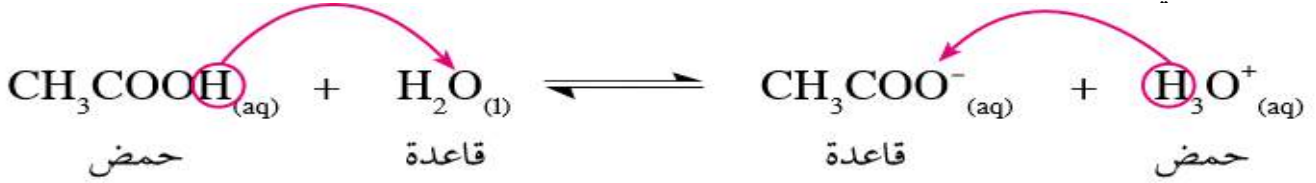
الإجابة: لأنه مادة قادرة على منح البروتون لمواد أخرى مثل الماء.



أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

** الأزواج المترافقة

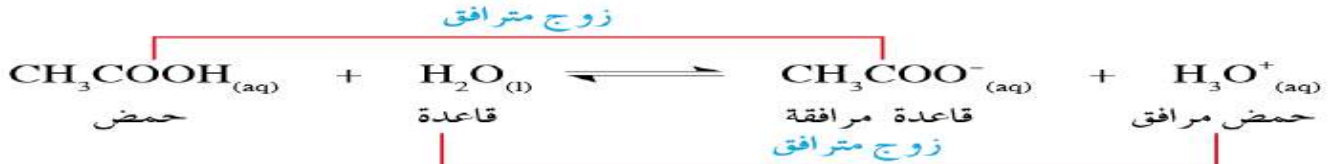
في التفاعلات المنعكسة نلاحظ أن كلا التفاعلين، الأمامي والعكسي، يتضمن انتقال للبروتون من الحمض إلى القاعدة كما في المعادلة الآتية:



في التفاعل الأمامي: نلاحظ أن CH_3COOH حمض لأنه يمنح البروتون للماء وينتج عنه $\text{CH}_3\text{COO}^{-}$ ، وجزيء الماء يعد قاعدة لأنه يستقبل البروتون، ويكون أيون الهيدرونيوم.

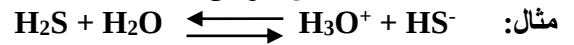
في التفاعل العكسي: نلاحظ أن أيون الهيدرونيوم يمنح البروتون إلى $\text{CH}_3\text{COO}^{-}$ فيعد حمضاً، في حين $\text{CH}_3\text{COO}^{-}$ يستقبل البروتون فيعد قاعدة. ويسمى الحمض مع القاعدة التي تحول إليها زوجاً مترافقاً من حمض وقاعدة.

** أي تفاعل لحمض وقاعدة وفق مفهوم برونستد - لوري يشمل على زوجين مترافقين.



* لكل حمض " قاعدة مرافقة "

* لكل قاعدة " حمض مرافق "



القاعدة المرافقة: HS^{-}

* الحمض: H_2S

الحمض المرافق: H_3O^{+}

* القاعدة: H_2O

** ملحوظة:

القاعدة المرافقة = الحمض - H^{+}

الحمض المرافق = القاعدة + H^{+}

أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

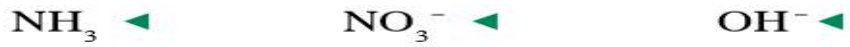
**** سؤال كتاب ****



■ عيّن القاعدة المرافقة لكل من الحموض الآتية:



■ عيّن الحمض المرافق لكل من القواعد الآتية:

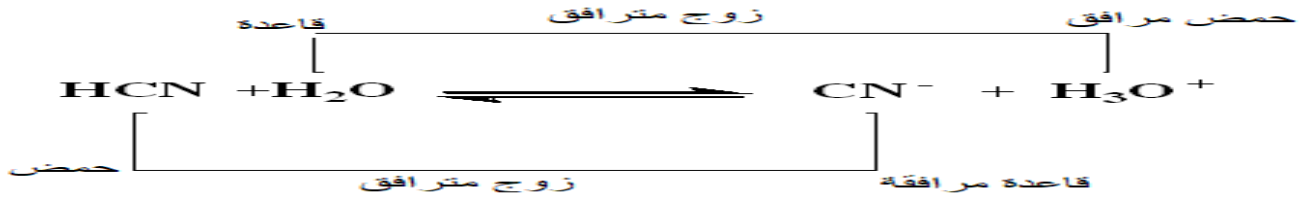


■ عيّن الأزواج المترافقة في التفاعل الآتي:



**** الحل ****

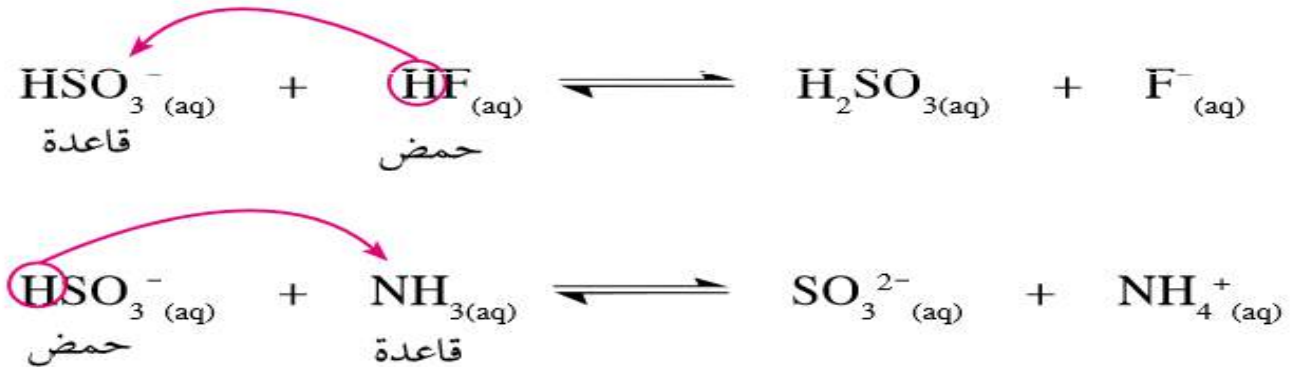
- (١) القاعدة المرافقة، (أ) HCOO⁻ (ب) H₂O (ج) F⁻
(٢) الحمض المرافق، (أ) H₂O (ب) HNO₃ (ج) NH₄⁺
(٣)



**** هناك مواد تسلك سلوكاً حمضياً في بعض تفاعلاتها، وتسلك سلوكاً قاعدياً في تفاعلات أخرى وتسمى مثل هذه المواد المواد المترددة ((الأمفوتيرية))؛ لأنها تستطيع أن تتفاعل كحمض أو كقاعدة تبعاً للظروف الموجودة فيها ومن الأمثلة على هذه المواد:**

جزء الماء H₂O و الأيونات السالبة التي تحتوي في تركيبها على ذرة هيدروجين تكون قادرة على منحها لمادة أخرى بإستثناء HCOO⁻ هذا المركب لا يعتبر من المواد المترددة.

من الأمثلة على الأيونات السالبة التي تحتوي في تركيبها على ذرة هيدروجين تكون قادرة على منحها لمادة أخرى: HS⁻ ، HCO₃⁻ ، HSO₃⁻ ، HCrO₄⁻ ، HPO₄⁻² ، H₂PO₄⁻



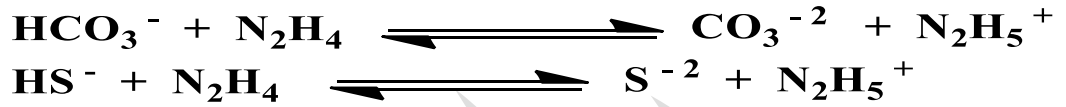
أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

**** سؤال كتاب ****

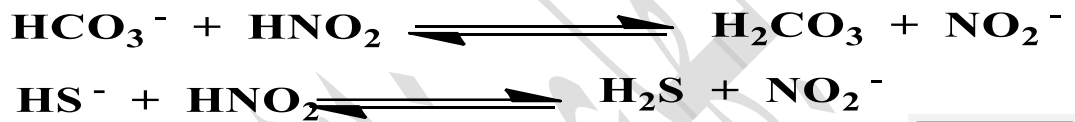


■ اكتب معادلات تبين سلوك كل من: HCO_3^- و HS^- كحمض في تفاعلها مع N_2H_4 ، وكقاعدة في تفاعلها مع HNO_2 .

كحمض:



كقاعدة:



تمرين

(١) حدد الأزواج المترافقة في كل من المعادلات الآتية:

- 1- $\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{F}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
- 2- $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- 3- $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_3^-$
- 4- $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{N}_2\text{H}_5^+$
- 5- $\text{HF} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{F}^-$
- 6- $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$
- 7- $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$
- 8- $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HS}^-$

(٢) حدد القاعدة المترافقة لكل من:



(٣) حدد الحمض المترافق لكل من:



أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

٤) اكتب معادلة تأين حمض الإيثانويك CH_3COOH في الماء، ثم حدد الأزواج المترافقة.
الإجابة:

٥) اكتب معادلة تأين القاعدة CN^- في الماء ثم حدد الأزواج المترافقة.
الإجابة:

٦) فسر: السلوك الحمضي لحمض الإيثانويك CH_3COOH وفق مفهومي؛ أرهينيوس و برونستد - لوري .
الإجابة:

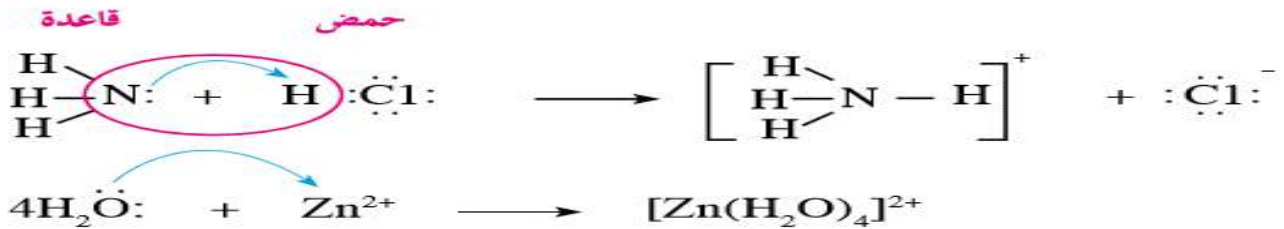
٧) فسر: السلوك القاعدي للأمونيا NH_3 ؛ وفق مفهوم برونستد - لوري .
الإجابة:

من أجمل لحظات السعادة، حين تحقق أشياء يعتقد الناس
أنك:
لا تستطيع تحقيقها

أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

(٣) مفهوم لويس للحموض والقواعد

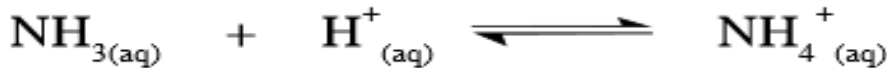
** درسنا سابقاً مفهوم برونستد - لوري، وتعرفنا أنه يعتمد على انتقال البروتون من الحمض إلى القاعدة أثناء التفاعل، إلا أن هذا المفهوم لم يوضح كيف يرتبط البروتون بالقاعدة، كما أنه لم يستطيع تفسير السلوك الحمضي أو القاعدي في بعض التفاعلات التي لا تتضمن انتقالاً للبروتون بين المواد، لذلك لابد من وجود مفهوم أكثر شمولاً للحموض والقواعد (وهو مفهوم لويس).



** لاحظ أن القاعدة تمتلك زوج أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة تمنحها للحمض عندما تتفاعل معه، وهذا يشير إلى أن الحموض تمتلك أفلاك فارغة تستقبل زوجاً أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة.

** درس العالم لويس هذه التفاعلات، واقترح مفهوم للحموض والقواعد؛ فسر من خلاله السلوك الحمضي. و القاعدي للمواد المختلفة اعتماداً على انتقال أزواج من الإلكترونات غير الرابطة بين المواد أثناء حدوث التفاعل.

** مثلاً عند تفاعل الأمونيا NH_3 مع الحمض HCl نجد أن ذرة النيتروجين في جزيء لديها زوج من الإلكترونات غير الرابطة، في حين يحتوي H^+ على فلك فارغ من الإلكترونات، لذلك يستقبل H^+ زوج الإلكترونات من الأمونيا و تنشأ رابطة تناسقية بينهما؛ وبهذا يكون H^+ في HCl حمضاً و الأمونيا قاعدة. كما في المعادلة الآتية:



الحمض: مادة تستطيع أن تستقبل زوجاً أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة من مادة أخرى لإحتوائها على أفلاك فارغة.

القاعدة: مادة تمنح زوجاً أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة لمادة أخرى.

** استطاع لويس من خلال هذا التعريف، أن يفسر السلوك الحمضي لأيونات الفلزات الإنتقالية في تفاعلاتها، كما في تفاعل أيونات الخارصين مع الماء إذ تتكون روابط تناسقية بين أيون Zn^{2+} الذي يحتوي أفلاكاً فارغة، وأربعة جزيئات ماء تمنح كل منها زوجاً من الإلكترونات غير الرابطة، وعليه يكون الماء قاعدة و أيون Zn^{2+} حمضاً كما توضح المعادلة الآتية:



أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

حموض لويس

أ. الأيونات الموجبة للفلزات مثل: $(\text{Cu}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Co}^{3+}, \text{Ag}^+)$
ب. Be , B غير مشحون، أي مركب يحتوي على أحد العنصرين، لأنها قادرة على استقبال زوج الكترونات.
ج. $\text{NO}_2, \text{SO}_2, \text{CO}_2$

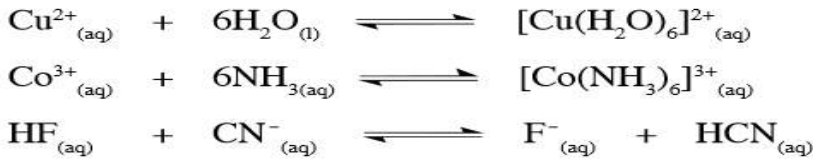
قواعد لويس

١. جميع الأيونات السالبة: $(\text{CN}^-, \text{I}^-, \text{Br}^-, \text{HSO}_3^-, \text{N}^{3-}, \text{O}^{2-})$
٢. أي مركب يحتوي على أحد العناصر " غير مشحون " (N) (O) (P) (S) مثل: $\text{PBr}_3, \text{NCl}_3, \text{NF}_3, \text{PH}_3$

**** سؤال كتاب ****



حدّد حمض لويس وقاعدته في التفاعلات الآتية:



أكمل الفراغات في الجدول الآتي، والذي يقارن بين مفاهيم الحموض والقواعد لكل من أرهينيوس وبرونستد-لوري ولويس:

التعريف	الحمض	القاعدة
أرهينيوس	يزيد من تركيز H^+ عند إذابته في الماء	أ
ب	ج	مستقبل لبروتون (H^+) في تفاعلاته
د	مستقبل لزوج من الإلكترونات غير الرابطة	هـ

**** الحل **** (١) المعادلة الأولى: الحمض = Cu^{2+} القاعدة = H_2O
المعادلة الثانية: الحمض = Co^{3+} القاعدة = NH_3 / المعادلة الثالثة: الحمض = HF القاعدة = CN^-

ب: برونستد - لوري
د: لويس

٢) أ: يزيد من تركيز OH^- عند إذابته في الماء.
ج: مانح للبروتون H^+ في تفاعلاته.
هـ: مانح لزوج أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة.

أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

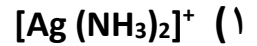
تمرين

أ) حدد كل من حمض وقاعدة لويس في كل من التفاعلات الآتية:

- 1- $\text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
- 2- $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$
- 3- $\text{Cu}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
- 4- $\text{BF}_3 + \text{F}^- \rightleftharpoons \text{BF}_4^-$
- 5- $\text{Cd}^{+2} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons [\text{CdI}_4]^{-2}$
- 6- $\text{Ni}^{+2} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$
- 7- $\text{BF}_3 + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{H}_3\text{N} - \text{BF}_3$

الحمض	القاعدة	
		١
		٢
		٣
		٤
		٥
		٦
		٧

ب) حدد حمض وقاعدة لويس في كل من:



ج) أكمل المعادلات الآتية ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة.

- 1- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_2^- \rightleftharpoons$
- 2- $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$
- 3- $\text{NH}_3 + \text{HA} \rightleftharpoons$
- 4- $\text{CN}^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons$
- 5- $\text{NH}_3 + \text{CH}_3\text{NH}_3^+ \rightleftharpoons$
- 6- $\text{HF} + \text{CH}_3\text{COO}^- \rightleftharpoons$
- 7- $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{NH}_4^+ \rightleftharpoons$
- 8- $\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$
- 9- $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$

أولاً: مفاهيم الحموض والقواعد

خلاصة مهمة

١) إذا لم يحدد السؤال اسم العالم فإننا نعتد مفهوم برونستد - لوري.

٢) في الحموض الكربوكسيلية مثل: HCOOH , CH_3COOH ذرة الهيدروجين المتصلة بالأكسجين هي التي يمكن كسرها و منحها , بينما ذرة الهيدروجين المتصلة بالكربون لا يمكن كسرها و منحها.

٣) يجب حفظ الحموض القوية و القواعد القوية.

٤) استطاع لويس وضع مفهوم للحموض و القواعد أكثر شمولاً , فقد فسر السلوك الحمضي و القاعدي للمواد التي لا يتضمنها انتقال للبروتون.

٥) كان وجه القصور في مفهوم برونستد - لوري انه اعتمد على انتقال البروتون من الحمض إلى القاعدة, إلا أن هناك العديد من التفاعلات التي تحدث دون انتقال للبروتون.

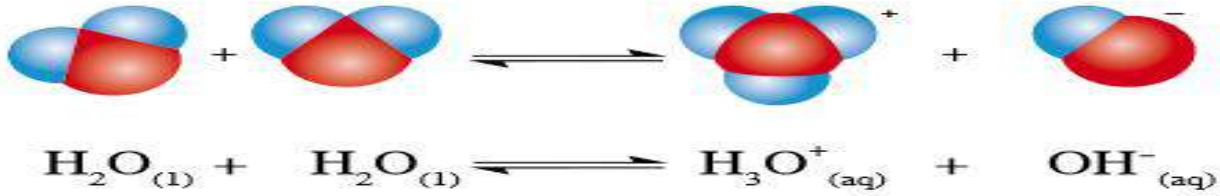
٦) كل أيون موجب هو حمض لويس, بينما لا نستطيع أن نقول أن كل أيون موجب حمض برونستد - لوري. مثل Cd^{2+} فهو يستطيع أن يستقبل زوج من الإلكترونات إذن فهو حمض لويس, في حين لا يستطيع أن يمنح H^+ إذن لا يمكننا القول بأنه حمض برونستد - لوري.

ثانياً: التأين الذاتي للماء

** أشرنا إلى أن الماء يسلك سلوكاً حمضياً في بعض التفاعلات و سلوكاً قاعدياً في تفاعلات أخرى كما في المعادلتين الآتيتين:



** في التفاعل الآتي:



* لاحظ أن أحد جزيئات الماء يكون مانحاً للبروتون " حمض " والجزيء الثاني يستقبل البروتون " قاعدة ". ورغم معرفتك أن الماء النقي غير موصل للتيار الكهربائي إلا أن الدراسات أثبتت أن الماء النقي موصل ضعيف جداً للتيار الكهربائي، وهذا يشير إلى تأين الماء النقي بدرجة ضئيلة جداً. ويطلق عليه **التأين الذاتي للماء** إذ تكون أيونات الهيدرونيوم و أيونات الهيدروكسيد في حالة اتزان مع جزيئات الماء غير المتأينة. يعبر عن ثابت الإتزان للماء على النحو الآتي:

$$\frac{[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{O}]^2} = K_c$$

* نظراً لأن الماء يتأين بدرجة ضئيلة جداً فإن تركيزه ثابتاً، وبالتالي يمكن ادخال تركيزه في ثابت الاتزان للماء حيث أن ثابت الاتزان K_c يعبر عنه باستخدام الرمز K_w ويسمى ثابت تأين الماء. $[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+] = K_w = 1 \times 10^{-14}$ عند ٢٥ °س. لاحظ أن ثابت الإتزان للماء يتأثر بدرجة الحرارة.

$$\text{لحساب } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{(1 \times 10^{-14}) K_w}{[\text{OH}^-]}$$

$$\text{لحساب } [\text{OH}^-] = \frac{(1 \times 10^{-14}) K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

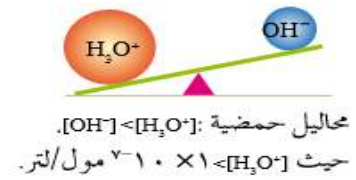
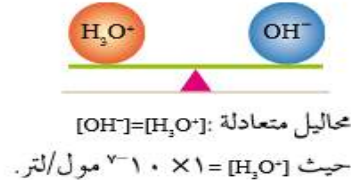
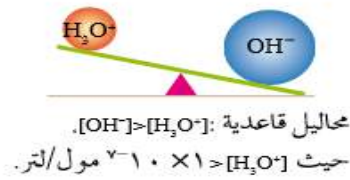
التأين الذاتي للماء: هو سلوك بعض جزيئات الماء كحمض وكقاعدة في الماء النقي.

ثانياً: التأين الذاتي للماء

لأن $[OH^-] = [H_3O^+]$ فإن الماء يكون متعادلاً، ويمكن استخدام $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ لتصنيف المحاليل المائية المختلفة.

٨٨ تصنف المحاليل إلى:

- (١) محاليل متعادلة $[OH^-] = [H_3O^+] = 10^{-7}$ مول / لتر
- (٢) محاليل حمضية $[OH^-] < [H_3O^+]$ ، $10^{-7} < [H_3O^+] < 10^{-1}$ مول / لتر
- (٣) محاليل قاعدية $[OH^-] > [H_3O^+]$ ، $10^{-1} > [H_3O^+] > 10^{-7}$ مول / لتر



سؤال: احسب $[H_3O^+]$ في محلول يحتوي على $[OH^-] = 10^{-1}$ مول / لتر. وبين سلوك المحلول.
الحل: * لحساب $[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13}$ مول / لتر
محلول قاعدي

سؤال: احسب $[OH^-]$ في محلول يحتوي على $[H_3O^+] = 10^{-4}$ مول / لتر.
الحل: * لحساب $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$ مول / لتر
محلول حمضي

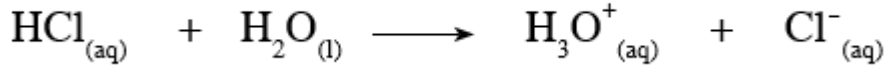
■ أكمل الفراغات في الجدول الآتي، وصنف المحاليل فيه إلى حمضية أو قاعدية أو متعادلة:

رقم المحلول	$[H_3O^+]$ مول / لتر	$[OH^-]$ مول / لتر	طبيعة المحلول
١	10^{-4}		
٢		2×10^{-7}	
٣		متعاد	

المحلول رقم (١): $[OH^-] = 10^{-10}$ ،، طبيعة المحلول: حمضي
المحلول رقم (٢): $[H_3O^+] = 5 \times 10^{-13}$ ،، طبيعة المحلول: قاعدي
المحلول رقم (٣): $[OH^-] = [H_3O^+] = 10^{-7}$

ثالثاً: محاليل الحموض والقواعد القوية

** نعرفنا أن الحموض تتفاوت في قوتها، اعتماداً على قدرتها على التأين في الماء ومنحها للبروتون كما في المعادلة الآتية:



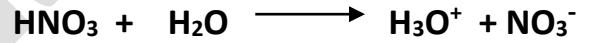
يتأين الحمض HCl كلياً في الماء، ولاحظ أنه ينتج القاعدة المرافقة Cl^- التي لا ترتبط مع البروتون في المحلول، فلا يتكون الحمض HCl ؛ ولذلك يكون التفاعل غير منعكس، وهذا يشير إلى أن Cl^- قاعدة مرافقة ضعيفة. وينطبق ذلك على الحموض القوية بوجه عام.

** عند إضافة حمض قوي إلى الماء النقي فإنه يتأين كلياً في الماء فيزيد من تركيز أيونات $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ويعد الحمض المصدر الرئيس لتركيز أيون الهيدرونيوم في المحلول، وبهمل تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+]$ الناتج من التأين الذاتي للماء نظراً لضآلة قيمته، وبالتالي يكون $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{الحمض القوي}]$.

سؤال: احسب تركيز H_3O^+ و OH^- في محلول حمض HNO_3 تركيزه 1.0×10^{-3} مول/لتر

الحل:

الحمض HNO_3 حمض قوي يتفكك كلياً بالماء

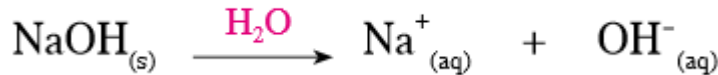


سوف يكون تركيز H_3O^+ مساوياً لتركيز HNO_3 ويساوي 1.0×10^{-3} مول/لتر.
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.0 \times 10^{-3}$ مول / لتر.

لحساب $[\text{OH}^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-3}} = 1.0 \times 10^{-11}$ مول / لتر.
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.0 \times 10^{-3}$

** لاحظ أن $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$, أي أن تأثير المحلول حمضي.

** تتفاوت القواعد أيضاً في قوتها تبعاً لمقدار ما يتأين منها، إذ أن القاعدة القوية تتأين كلياً في الماء كما في المعادلة الآتية:



ينتج عن تأين هيدروكسيد الصوديوم في الماء أيونات Na^+ التي لا تتفاعل عادةً مع أيونات OH^- في المحلول لإعادة تكوين NaOH ، نظراً لكون قوى التجاذب بين أيونات Na^+ وجزيئات الماء أقوى منها بين أيونات Na^+ و OH^- وينطبق ذلك على القواعد القوية الأخرى.

ثالثا: محاليل الحموض و القواعد القوية

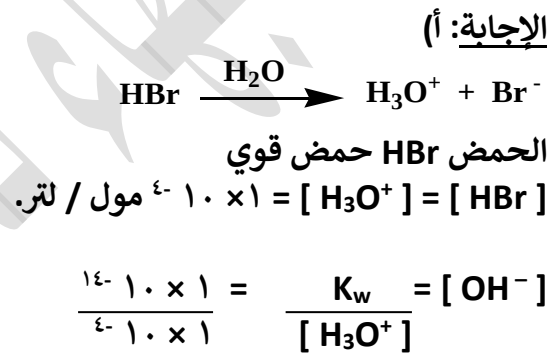
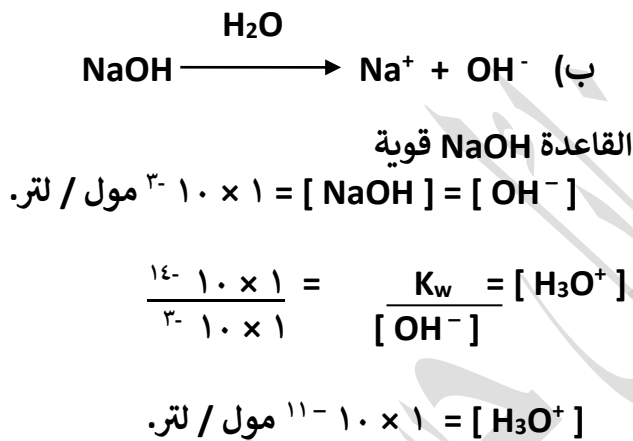
عند إضافة قاعدة قوية إلى الماء النقي فإنها تتأين كلياً في الماء فيزيد من تركيز أيونات $[OH^-]$ وتعد القاعدة المصدر الرئيس لتركيز أيون الهيدروكسيد في المحلول، ويهمل تركيز $[OH^-]$ الناتج من التأين الذاتي للماء نظراً لضآلة قيمته، وبالتالي يكون $[OH^-] = [القاعدة القوية]$.

أسئلة

١) احسب تركيز $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$ في كل من المحلولين.

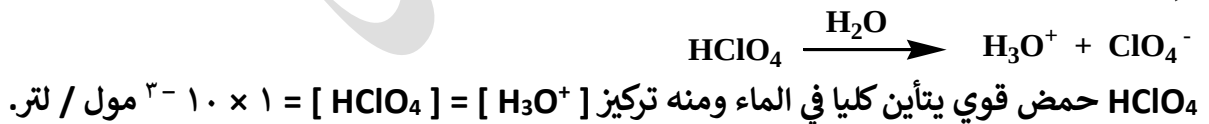
أ) محلول HBr تركيزه 1.0×10^{-4} مول / لتر.

ب) محلول NaOH تركيزه 1.0×10^{-3} مول / لتر.



٢) احسب تركيز $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ في محلول حمض $HClO_4$ ذو التركيز (٠,٠٠١) مول / لتر.

الإجابة:



$$1.0 \times 10^{-11} = \frac{1.0 \times 10^{-4}}{1.0 \times 10^{-3}} = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

ثالثا: محاليل الحموض و القواعد القوية

قوانين مهمة جداً

$$(1) \text{ عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة (غم)}}{\text{الكتلة المولية (غم/مول)}}$$

$$\text{أو الكتلة} = \text{عدد المولات} \times \text{الكتلة المولية}$$

$$(2) \text{ التركيز []} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{حجم المحلول (لتر)}}$$

$$\text{أو عدد المولات} = \text{التركيز} \times \text{حجم المحلول}$$

$$\text{أو الحجم} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{التركيز}}$$

$$\text{ملحوظة: لحساب الكتلة: } \text{ك} = \text{ح} \times \text{ت} \times \text{ك.م}$$

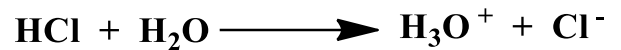
**** سؤال كتاب ****



■ احسب تركيز كل من (H_3O^+ و OH^-) في كل من المحلولين الآتيين:

- ◀ محلول HCl تركيزه 2×10^{-3} مول / لتر.
- ◀ محلول HNO_3 تركيزه 5×10^{-2} مول / لتر.

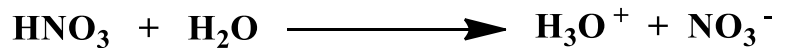
(1) محلول HCl



HCl حمض قوي يتأين كليا في الماء ومنه تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCl}] = 2 \times 10^{-3}$ مول / لتر.

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-12} \text{ مول / لتر.}$$

(2) محلول HNO_3



HNO_3 حمض قوي يتأين كليا في الماء ومنه تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HNO}_3] = 5 \times 10^{-2}$ مول / لتر.

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-13} \text{ مول / لتر.}$$

ثالثاً: محاليل الحموض والقواعد القوية

**** سؤال كتاب ****



■ احسب تركيز كل من OH^- و H_3O^+ في كلا المحلولين الآتيين:

◀ محلول KOH تركيزه 4×10^{-2} مول / لتر.

◀ محلول LiOH حُضِر بإذابة $2,5 \times 10^{-4}$ مول منه في الماء؛ للحصول على محلول حجمه ١٠٠ مل.

(١) محلول KOH .



KOH قاعدة قوية تتأين كلياً في الماء ومنه $[\text{OH}^-] = [\text{KOH}] = 4 \times 10^{-2}$ مول / لتر.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-2}} = 2,5 \times 10^{-13} \text{ مول / لتر}$$

(٢) محلول LiOH .



المعلوم في السؤال هو عدد المولات $2,5 \times 10^{-4}$ والحجم = ١٠٠ مل.
نقوم بتحويل الحجم إلى لتر وذلك بالقسمة على ١٠٠ فيصبح الحجم = ٠,١ لتر

$$[\text{OH}^-] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{حجم المحلول (لتر)}} = \frac{2,5 \times 10^{-4}}{0,1} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ مول / لتر}$$

$$[\text{LiOH}] = [\text{OH}^-] = 2,5 \times 10^{-3} \text{ مول / لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{2,5 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^{-12} \text{ مول / لتر}$$

ملحوظة

**** الحموض والقواعد القوية تتفكك كلياً في الماء.**

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCl}] = [\text{HBr}] = [\text{HClO}_4] = [\text{HNO}_3] = 2 \times [\text{H}_2\text{SO}_4]$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{KOH}] = [\text{NaOH}] = [\text{LiOH}] = 2 \times [\text{Ca(OH)}_2]$$

**** يعني ذلك أنه إذا كان تركيز $[\text{HCl}] = 0,1$ مول / لتر فإن تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1$ مول / لتر.**
في حين إذا كان تركيز $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 0,1$ مول / لتر فإن تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 0,1 = 0,2$ مول / لتر، وهذا الأمر نفسه يطبق على القواعد أعلاه.

مدرس المادة: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

رابعاً: الرقم الهيدروجيني

المحلول	$[H_3O^+]$
A	$11-1.0 \times 2$
B	$8-1.0 \times 6$
C	$2-1.0 \times 5$
D	$7-1.0 \times 1$
E	$3-1.0 \times 1$

٢) يمثل الجدول المجاور بعض المحاليل وقيم $[H_3O^+]$ مول / لتر.

١) أقوى قاعدة ٢) أقوى حمض ٣) أضعف قاعدة ٤) أكبر pH
٥) أكبر $[H_3O^+]$ ٦) أعلى $[OH^-]$ ٧) محلول PH له $V = 7$
٨) احسب $[OH^-]$ في المحلول E.

الإجابة:

$$D (7) \quad A (6) \quad C (5) \quad A (4) \quad C (3) \quad C (2) \quad A (1)$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3} \text{ مول / لتر}$$

٣) احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 2×10^{-2} مول / لتر لو $3 = 0.3$.



HCl حمض قوي فإن تركيز $H_3O^+ = 2 \times 10^{-2}$
وعليه فإن:

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log [2 \times 10^{-2}] = 3 - 0.3 = 2.7$$

٤) عينة عصير فواكه رقمها الهيدروجيني $pH = 4.76$ فما تركيز H_3O^+ في العصير. ($10^{-14} = 1.0 \times 10^{-14}$)

الحل:

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

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4.76} = 1.73 \times 10^{-5} \text{ مول / لتر}$$

٥) احسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول HNO_3 تركيزه 0.001 مول / لتر. ثم احسب تركيز $[OH^-]$ ؟

الحل:

$$[OH^-] = 10^{-11} \text{ مول / لتر} \quad pH = 3$$

رابعاً: الرقم الهيدروجيني

(٦) ** سؤال كتاب **



- احسب الرقم الهيدروجيني (pH) لكلا المحلولين الآتيين:
- ▶ حمض البيروكلوريك HClO_4 الذي تركيزه $1,5 \times 10^{-2}$ مول / لتر.
 - ▶ حمض HBr الذي تركيزه 3×10^{-3} مول / لتر.
- علمًا بأن $\text{pH} = 1,5$ ، $\text{pH} = 0,18$ ، $\text{pH} = 3$ ، $\text{pH} = 0,5$
- بين أي المحلولين أكثر حمضية.

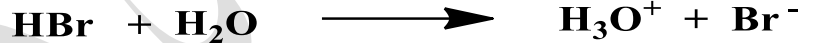
(أ) حمض HClO_4 :



HClO_4 حمض قوي يتأين كلياً في الماء ومنه تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HClO}_4] = 1,5 \times 10^{-2}$ مول / لتر.

$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log [1,5 \times 10^{-2}] = 2 - \log 1,5 = 2 - 0,18 = 1,82$

(ب) حمض HBr :



HBr حمض قوي يتأين كلياً في الماء ومنه تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HBr}] = 3 \times 10^{-3}$ مول / لتر.

$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log [3 \times 10^{-3}] = 3 - \log 3 = 3 - 0,5 = 2,5$

(٢) المحلول الأكثر حمضية هو HClO_4 .

(٧) ** سؤال كتاب **



■ إذا علمت أن قيمة pH لعينة دم الإنسان $7,4$ ، فما تركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في

دمه؟ علمًا بأن $\text{pH} = 4$ ، $\text{pH} = 0,6$

$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4} \text{ مول / لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-0,6} = 10^{-1} \times 10^{0,4} = 10^{-1} \times 2,51 = 0,251 \text{ مول / لتر}$$

رابعاً: الرقم الهيدروجيني

٨) أذيب ٠,٢ مول من NaOH في ١ لتر من الماء. احسب الرقم الهيدروجيني , لو 5×10^{-14} ,



PH - لو $[\text{H}_3\text{O}^+]$.

نجد $[\text{NaOH}] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \frac{0,2}{1} = 2 \times 10^{-1}$ مول / لتر

القاعدة NaOH قاعدة قوية تتفكك كلياً في الماء يعني ذلك بأن:

$$[\text{OH}^-] = [\text{NaOH}] = 2 \times 10^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = K_w$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-1}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{2} = 5 \times 10^{-15}$$

$$\text{PH} - \text{لو} [5 \times 10^{-14}]$$

$$\text{PH} - \text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$13,3 = 0,7 - 14 =$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \times 10^{-14}$$

$$\text{PH} = 14 - 0,7 =$$

أنا مصمم على بلوغ الهدف,
فبما أن أنجح ... و إما ... أن أنجح

٩) أذيب ٣٧ غ من محلول هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)_2 في ٢ لتر من الماء. احسب PH الكتلة المولية

$$\text{Ca(OH)}_2 = 74 \text{ غم / مول. لو} 2 = 0,3$$

$$\text{PH} - \text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+]$$

نريد أن نجد تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+]$

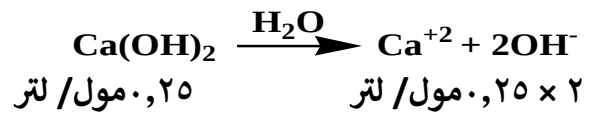
** عدد المولات مجهول أيضاً

$$\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \text{التركيز}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{37}{74} = 0,5 \text{ مول}$$

$$\text{التركيز} = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ مول / لتر}$$

لا يصل الناس إلى حديقة النجاح دون أن
يمروا بمحطات التعب و القشل و اليأس
وصاحب الإرادة القوية لا يطيل الوقوف
في هذه المحطات



$$[\text{OH}^-] = 2 \times [\text{Ca(OH)}_2] = 0,5 \text{ مول / لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} \times 2 =$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14} \times 1}{0,5}$$

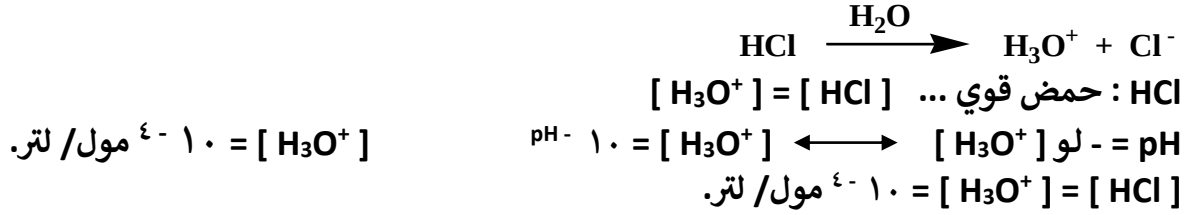
$$\text{PH} = 13,7$$

$$14 - 0,3 =$$

$$\text{PH} - \text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+] = 14 - 0,7 =$$

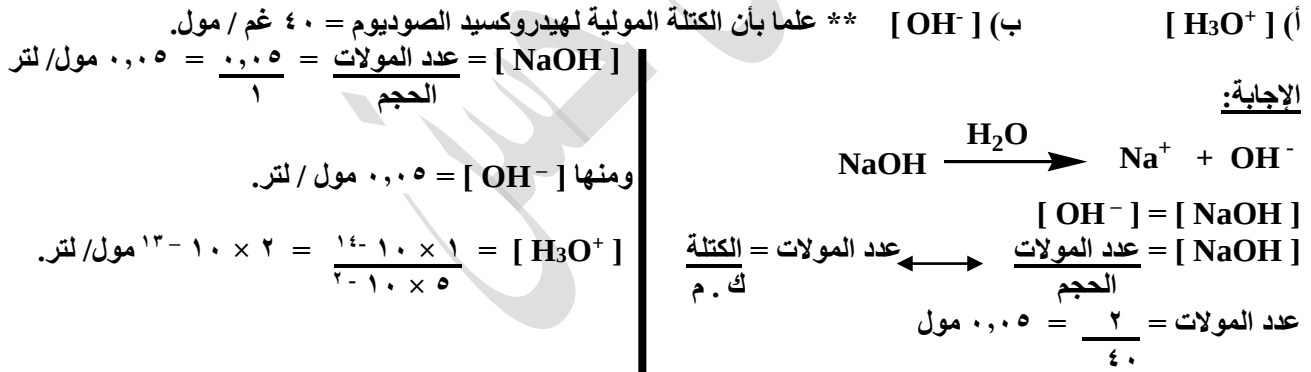
رابعاً: الرقم الهيدروجيني

١٠) محلول حمض HCl رقمه الهيدروجيني ٤ احسب تركيز الحمض HCl.
الإجابة:



١١) احسب pH لمحلول (٠,٠٢ مول / لتر) H_2SO_4 (يتفكك كلياً). لو ٤ = ٠,٦
الإجابة:

١٢) أذيب ٢ غم من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في لتر من الماء النقي, احسب تركيز:



١٣) احسب pH لمحلول حمض HNO_3 المحضر بإذابة ٠,١ مول منه في ٤٠٠ مل من الماء لو ٢,٥ = ٠,٤
الإجابة:

$\text{PH} = 0,6$

رابعاً: الرقم الهيدروجيني

(١٤) A , B محلولان , pH A له يساوي ٣ , pH B له يساوي ١١ , أجب عن الأسئلة الآتية:

- (أ) أي المحلولين حمض ؟
(ب) احسب $[H_3O^+]$ في المحلول B .
(ج) احسب $[OH^-]$ في المحلول A .

الإجابة: (أ) A (ب) 1×10^{-11} (ج) 1×10^{-11}

(١٥) لديك ثلاث محاليل (A , B , C) , بالاعتماد على المعلومات الآتية , أجب عن الأسئلة:

- ** المحلول A قيمة pH له = ٦ ** المحلول B تركيز H_3O^+ فيه = 1×10^{-4}
** المحلول C تركيز $[OH^-]$ فيه = 2×10^{-10}

- (أ) هل المحاليل السابقة تعتبر قواعد أم حموض ؟ لماذا ؟
(ب) أي المحاليل أقوى كحمض ؟
(ج) ما العلاقة بين pH وقوة الحمض ؟
(د) احسب تركيز $[OH^-]$ في المحلول B .
(هـ) احسب الرقم الهيدروجيني للمحلول C .

الإجابة:

تطبيقات حياتية

كيف يمكن تغيير لون أزهار نبات القرطاسيا ؟

** لنبات القرطاسيا أزهار متعددة الألوان تتغير بتغير درجة الحموضة في التربة التي نبت فيها، وقد استفاد المزارعون من هذه الظاهرة، فقامو بتغيير لون أزهارها عن طريق التحكم في الرقم الهيدروجيني للتربة التي تنبت فيها، فغيروا لونها من الزهري إلى الأزرق و بالعكس اعتماداً على امتصاص النبتة للألمنيوم.

** إذا كانت التربة حمضية و الرقم الهيدروجيني لها أقل من ٦ فإن النبتة تمتص الألمنيوم ويكون لونها أزرق.

** إذا كانت التربة قاعدية، فلا تستطيع امتصاص الألمنيوم ويكون لونها زهري.

** المزارع يستطيع تغيير pH للتربة للحصول على لون النبتة المرغوب.

** إذا أراد المزارع نبتة بلون زهري أضاف الكلس (كربونات الكالسيوم) إلى التربة لرفع الرقم الهيدروجيني لها.

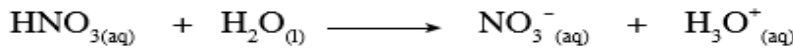
** إذا أراد المزارع نبتة بلون أزرق فإنه يضيف كبريتات الألمنيوم و القليل من الخل مع ماء الري لتقليل الرقم الهيدروجيني للتربة.

أسئلة الفصل

(١) وضح المقصود بكل من:

قاعدة أرهينيوس، حمض برونستد - لوري، قاعدة لويس، الرقم الهيدروجيني (pH).

(٢) ادرس التفاعلين الآتيين، وعين الحمض والقاعدة في كل منهما وفق مفهوم برونستد - لوري.



(٣) أكمل الجدول الآتي:

معادلة التفاعل	الحمض	القاعدة المرافقة	القاعدة	الحمض المرافق
$\text{HF} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{F}^-$				H_2CO_3
$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots + \text{OH}^-$	H_2O			
$\text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \dots + \dots$			H_2O	
$\dots + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + \dots$		$\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$		

(٤) ادرس التفاعلين الآتيين، ثم أجب عما يأتي:



أ (وضح سلوك الماء (كحمض أو قاعدة) في كل منهما.

ب (حدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في كل منهما.

٥) فسّر مستعينا بمعادلة كيميائية السلوك الحمضي لحمض الهيدروسيانيك HCN وفق مفهوم أرهينيوس.

٦) فسّر مستعينا بمعادلات السلوك القاعدي للأمونيا NH_3 وفق مفهوم برونستد - لوري، ولويس.

٧) عين حمض لويس وقاعدته في التفاعلين الآتيين:



أسئلة الفصل

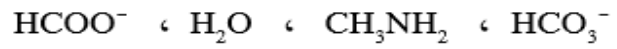
٨) حدّد طبيعة المحلول (حمضي، قاعدي، متعادل) لكل مما يأتي:

أ) محلول تركيز H_3O^+ فيه 3×10^{-11} مول/لتر.

ب) محلول قيمة pH له = ٢

ج) محلول تركيز أيونات OH^- فيه 2×10^{-10} مول/لتر.

٩) أي من الآتية يعد أمفوتيريًا:



١٠) تم إذابة ٠,٨١ غ من HBr في الماء فتكوّن محلول حجمه ٥٠٠ مل. احسب pH للمحلول،

علماً بأن الكتلة المولية لـ HBr = ٨١ غ/مول، لو $2 = 3,٠$

١١) احسب كتلة KOH اللازمة لتحضير محلول حجمه لتر، والرقم الهيدروجيني له ١٢,٣، علماً

بأن الكتلة المولية لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH = ٥٦ غ/مول، لو $5 = 7,٠$

١٢) أراد مزارع زيادة إنتاجه من نبات القُرطاسيا ذي اللون الأزرق، فما الاقتراح المناسب الذي

تقدمه له؟

ليس هناك أسرار للتفوق وإنما هناك
مهارات يمكن اتباعها و تطبيقها في حياتك
الدراسية

اجابة أسئلة الفصل

السؤال الأول:

قاعدة أرهينيوس: مادة تزيد من تركيز أيونات الهيدروكسيد OH^- عند إذابتها في الماء.
حمض برونستد - لوري: مادة (جزيئات أو أيونات) قادرة على منح البروتون (مانح للبروتون) لمادة أخرى في التفاعل.
قاعدة لويس: مادة تمنح زوجاً أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة لمادة أخرى.
الرقم الهيدروجيني: اللوغاريتم السالب للأساس ١٠ لتركيز أيون الهيدرونيوم في المحلول.

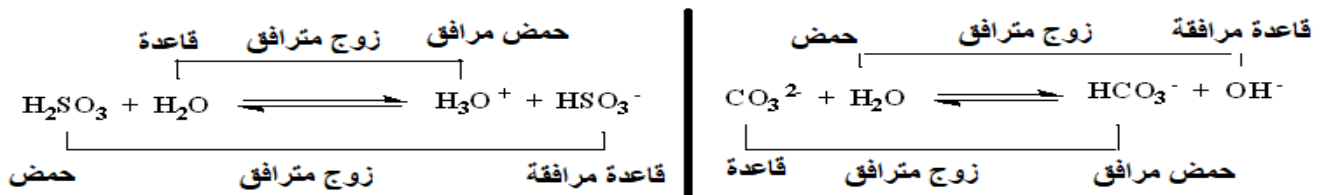
السؤال الثاني: المعادلة الأولى: الحمض: H_2O القاعدة: PO_4^{3-}
المعادلة الثانية: الحمض: HNO_3 القاعدة: H_2O

السؤال الثالث:

معادلة التفاعل	الحمض	القاعدة المرافقة	القاعدة	الحمض المرافق
$\text{HF} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{F}^-$	HF	F^-	HCO_3^-	H_2CO_3
$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	H_2O	OH^-	CH_3NH_2	
$\text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_3\text{O}^+$	N_2H_5^+	N_2H_4	H_2O	H_3O^+
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	H_2O	H_3O^+

السؤال الرابع:

(أ) في المعادلة الأولى: الماء يسلك كقاعدة، في المعادلة الثانية: الماء يسلك كحمض.
(ب)



السؤال الخامس:

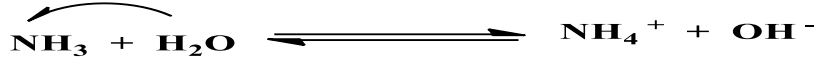
HCN حمض حسب مفهوم أرهينيوس: لأنه مادة تزيد من تركيز أيون الهيدروجين عند إذابتها في الماء.



اجابة أسئلة الفصل

السؤال السادس: حسب مفهوم برونستد - لوري:

NH_3 قاعدة لأنها مادة قادرة على استقبال بروتون (مستقبل بروتون) عند تفاعلها مع غيرها.



حسب مفهوم لويس:

NH_3 قاعدة لأنها مادة قادرة على منح زوجاً أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة لمادة أخرى.



السؤال السابع:

المعادلة الأولى: الحمض: Ag^+ القاعدة: NH_3
المعادلة الثانية: الحمض: Fe^{3+} القاعدة: CN^-

السؤال الثامن: أ) قاعدي (ب) حمضي (ج) حمضي

السؤال التاسع: $\text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$

السؤال العاشر:



$$\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = [\text{HBr}]$$

$$0,01 = \frac{0,81}{81} = \text{عدد المولات}$$

$$0,02 = \frac{0,01}{0,5} = [\text{HBr}]$$

$[\text{HBr}] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ لأنه حمض قوي يتأين كلياً.
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10 \times 2 = 2 \times 10^{-2} \text{ مول / لتر}$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 - \log 2 = 1,7$$

السؤال الحادي عشر:



إيجاد تركيز KOH .

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-12,3} = 5 \times 10^{-13} \text{ مول / لتر} \\ [\text{KOH}] = 2 \times 10^{-2} \text{ مول / لتر} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{ك} = \text{ح} \times \text{ت} \times \text{ك.م}$$

$$56 \times 2 \times 10^{-2} \times 1 = \text{ك} = 1,12 \text{ غم}$$

السؤال الثاني عشر: أن يضيف كبريتات الألمنيوم والقليل من الخل مع ماء الري لتقليل الرقم الهيدروجيني.

أسئلة وزارية

وزارة ١٩٩٩

(١) أي من الآتية يسلك كحمض في تفاعلات و كقاعدة في تفاعلات أخرى حسب مفهوم برونستد و لوري ؟



(٢) اكتب معادلة كيميائية تمثل تفاعل CH_3NH_2 كقاعدة في الماء.
الإجابة:



وزارة ٢٠٠١

النجاح كعلم الكيمياء,
إذا كانت الظروف مواتية
فستكون النتائج حتمية

(١) إحدى الصيغ الآتية تسلك سلوك القاعدة فقط:

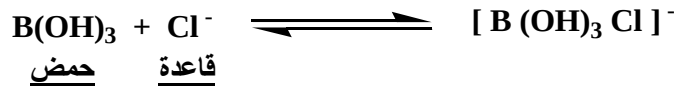


وزارة ٢٠٠٣

(١) فسر: السلوك الحمضي لـ CH_3COOH وفق مفهوم:
(أ) برونستد - لوري (ب) لويس

الإجابة:

(٢) حدد حمض و قاعدة لويس في المعادلة:



أسئلة وزارية

وزارة ٢٠٠٥

(١) المادة التي تعتبر حمضاً حسب مفهوم لويس فقط هي:

(أ) HNO_3 (ب) H_2O (ج) HCOOH (د) Mn^{2+}

وزارة ٢٠٠٧

(١) يتطلب تعريف الحموض و القواعد حسب مفهوم أرهينيوس شرطاً أساسياً هو:

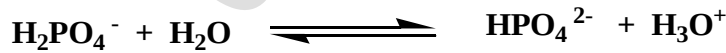
(أ) إيصالها للتيار الكهربائي (ب) ذوبانها في وسط غير مائي (ج) ذوبانها في وسط مائي (د) استخدام كواشف خاصة

وزارة ٢٠٠٨

(١) حدد حمض و قاعدة لويس في محلول $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
الحمض: Co^{2+} القاعدة: NH_3

وزارة ٢٠١١

(١) اكتب معادلة تأين H_2PO_4^- كحمض في الماء.



(٢) المادة التي تعد حمضاً حسب مفهوم لويس فقط :

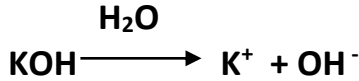
(أ) HCl (ب) CN^- (ج) HCOOH (د) Cu^{2+}

أسئلة وزارية

وزارة ٢٠٠٦

احسب كتلة KOH المذابة في ٥٠٠ مل من المحلول, إذا كانت قيمة pH للمحلول = ١٣
(الكتلة المولية لـ H = ١ , O = ١٦ , K = ٣٩ , $K_w = 10^{-14}$).

الإجابة: عزيزي الطالب كما ذكرنا سابقاً أنه لحساب الكتلة.



ك = ح × ت × ك. م

معلوم في السؤال = ١٦ + ٣٩ + ١ = ٥٦ غ / مول

معلوم في السؤال لكن يجب تحويله إلى لتر بالقسمة على ١٠٠٠ , $\frac{٥٠٠}{١٠٠٠} = ٠,٥$ لتر
حساب التركيز

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-13} \text{ مول / لتر}$$

$$[OH^-] = 10^{-1} = 10^{-1} \text{ مول / لتر} = [KOH]$$

$$ك = ٠,٥ \times ١٠^{-1} \times ٥٦ = ٢,٨ \text{ غ.م.}$$

وزارة ٢٠١٠

احسب عدد مولات Ba(OH)₂ اللازم إذابتها في الماء النقي لتكوين محلول حجمه ٥ لترات وقيمة pH له = ١٠ ,

علماً بأن: $K_w = 10^{-14}$

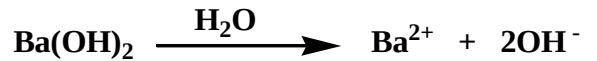
الإجابة:

معلوم في السؤال

عدد المولات = التركيز × الحجم

$$[Ba(OH)_2] = \frac{2}{[OH^-]} = \frac{2}{10^{-1} \times 5} = 4 \times 10^{-2} \text{ مول / لتر}$$

$$\text{عدد المولات} = 4 \times 10^{-2} \times 5 = 2 \times 10^{-1} = ٠,٢$$



يجب علينا حساب تركيز [OH⁻] لإيجاد تركيز Ba(OH)₂.

لاحظ أن pH معلومة في السؤال يمكن من خلالها إيجاد [H₃O⁺]

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-1} = 10^{-1} \text{ ومنها يمكن حساب } [OH^-]$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13}$$

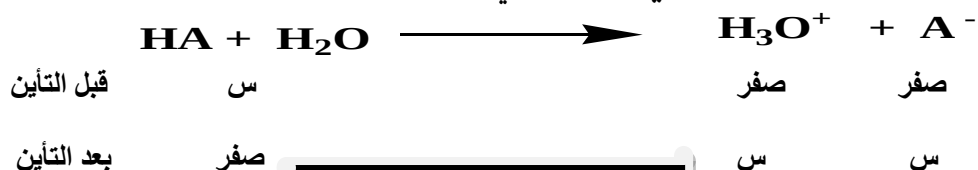
الفصل الثاني

الاتزان في محاليل الحموض و القواعد الضعيفة

الفصل الثاني

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

**** تذكير ** الحمض القوي يتأين كلياً في الماء (يكون التفاعل غير منعكس)**



$$[\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HA}]$$

**** الحموض الضعيفة:** هي الحموض التي تتأين جزئيا في الماء.
**** يعبر عن تفكك الحموض الضعيفة بسهمين $\rightleftharpoons$ (تفاعل منعكس)**



**** لاحظ أن الحموض الضعيفة تنتج أيون الهيدرونيوم و الأيون السالب A^- الذي يعد قاعدة مرافقة قوية نسبياً يمكنها أن ترتبط بأيون الهيدرونيوم في المحلول، وتكون الحمض HA من جديد، فتصل الأيونات الناتجة و جزيئات الحمض غير المتأينة إلى حالة اتزان.**

**** يمكن التعبير عن ثابت الاتزان للتفاعل السابق عند درجة حرارة محددة كما يلي:**

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

**** بما أن تركيز الماء في المحاليل لا يتغير بدرجة كبيرة فيمكن اعتبار تركيزه ثابتاً، ودمجه مع ثابت الاتزان و عندها يرمز لثابت الاتزان بالرمز K_a وسمى ثابت تأين الحمض الضعيف.**

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

** يمكن التعبير عن ثابت التآين للحمض الضعيف K_a بالعلاقة الآتية:

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

** تزداد قيمة K_a للحمض بزيادة تركيز أيون الهيدرونيوم وهذا التركيز يزداد بزيادة قدرة الحمض على التآين و هو ما يطلق عليه قوة الحمض.

** K_a تزداد بزيادة قوة الحمض و بهذا تعد مقياساً لهذه القوة.

** كلما زادت قوة الحمض قلت قوة القاعدة المرافقة الناتجة عن تأينه (فسر) لأن زيادة قوة الحمض تؤدي إلى زيادة مقدار التآين فيصعب على الأيونات الناتجة الارتباط معاً لإعادة تكون الحمض.

** العلاقة طردية بين K_a و $[H_3O^+]$

** العلاقة عكسية بين K_a و PH

قيم ثوابت التآين لعدد من الحموض الضعيفة عند ٢٥°س.

اسم الحمض	الصيغة	K_a
حمض الكبريتيت	H_2SO_3	1.5×10^{-2}
حمض الهيدروفلوريك	HF	7.2×10^{-4}
حمض النيتريت	HNO_2	4×10^{-4}
حمض الميثانويك	$HCOOH$	1.7×10^{-4}
حمض البنزويك	C_6H_5COOH	6.5×10^{-5}
حمض الإيثانويك	CH_3COOH	1.8×10^{-5}
حمض الكربونيك	H_2CO_3	4.3×10^{-7}
حمض الهيبوكلوريت	$HOCl$	3.5×10^{-8}
حمض هيدروسيانيك	HCN	6.2×10^{-10}

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

**** سؤال كتاب ****



■ بالاعتماد على الجدول السابق أجب عن الأسئلة الآتية:

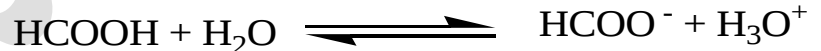
- ◀ اكتب صيغة الحمض الأقوى وصيغة قاعدته المرافقة.
- ◀ لديك محلولان حمضيان متساويان في التركيز: HF و CH_3COOH فأيهما يكون تركيز H_3O^+ فيه أعلى؟
- ◀ أيّ المحلولين رقمه الهيدروجيني أعلى: $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ أم HCN، إذا كان لهما التركيز نفسه؟
- ◀ أيهما أقوى: القاعدة المرافقة للحمض HNO_2 ، أم القاعدة المرافقة للحمض HOCl ؟
- ◀ هل تتوقع أن تكون قيمة pH لمحلول حمض الميثانويك HCOOH الذي تركيزه 10^{-1} مول/لتر أكبر أم أقل من 2؟ لماذا؟

- (١) الحمض الأقوى: H_2SO_3 القاعدة المرافقة: HSO_3^-
- (٢) الحمض HF . (٣) HCN (٤) HOCl
- (٥) أكبر من ٢ ؛ لأنه حمض ضعيف يتأين جزئياً في الماء، وبالتالي يكون تركيز H_3O^+ أقل من 10^{-1} مول/لتر

أسئلة

(١) احسب قيمة PH لمحلول حمض الميثانويك HCOOH الذي تركيزه ٠,١ مول / لتر علماً بأن $K_a = 1,7 \times 10^{-4}$.

الحل: في البداية نكتب معادلة تأين الحمض:



حيث تركيز المواد الناتجة $[\text{HCOO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$\frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = K_a$$

$$1,7 \times 10^{-4} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{0,1} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{1,7 \times 10^{-5}} = 4,1 \times 10^{-3} \text{ مول / لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 4,1 \times 10^{-3} \text{ مول / لتر}$$

بمعرفة تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+]$ يمكن حساب PH للمحلول.

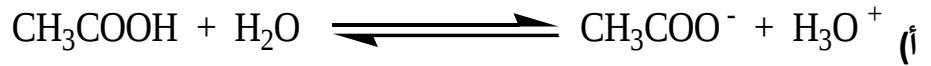
$$\text{PH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{PH} = -\log (4,1 \times 10^{-3}) = 2,39$$

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

٢) محلول من الحمض الضعيف CH_3COOH تركيزه ٠,٠١ مول / لتر ورقمه الهيدروجيني (٤,٣) لو $\text{pH} = ٥,٧$.
أ) أكتب معادلة تأين الحمض.
ب) احسب K_a للحمض.

الحل:



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad (ب)$$

يجب علينا يا زعيم إيجاد قيمة $[\text{H}_3\text{O}^+]$ وذلك من خلال قيمة pH المعلومة في السؤال:
 $\text{pH} = \text{لو}[\text{H}_3\text{O}^+] \longleftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4,3} = 5 \times 10^{-5} \text{ مول / لتر}$

$$K_a = \frac{(5 \times 10^{-5})^2}{10^{-1,7}} = 1,5 \times 10^{-8}$$

* ملحوظات:

- ١) الحمض الذي يملك أكبر قيمة K_a هو الحمض الأقوى ويملك قاعدة مرافقة أضعف.
- ٢) الحمض الذي يملك أقل قيمة K_a هو الحمض الأضعف وتكون قاعدته المرافقة هي الأقوى.
- ٣) كلما زادت K_a زادت قوة الحمض وقلت قوة القاعدة.
- ٤) $1,5 \times 10^{-8} < 10^{-1,7}$ (٥) $10^{-3,1} < 10^{-1,7}$

٢) احسب قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ الذي تركيزه ٠,٠١ مول / لتر
علما بأن K_a للحمض $= 6,3 \times 10^{-5}$.

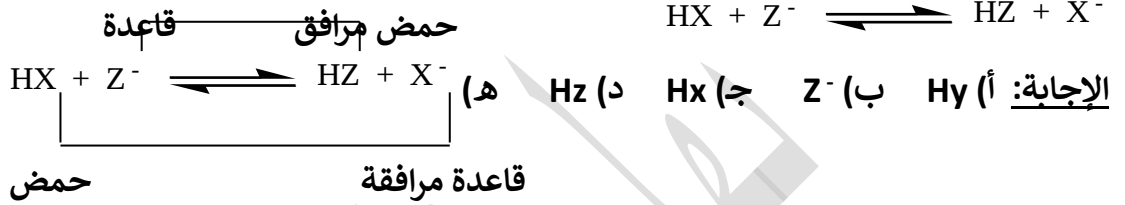
الإجابة: $\text{pH} = 3,1$

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

Ka	الحمض
10^{-7}	Hx
10^{-5}	Hy
10^{-1}	Hz

٤) لديك الجدول المجاور أدرسه ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- أ) ما صيغة الحمض الأقوى
ب) ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى
ج) أيهما يكون $[H_3O^+]$ في محلوله أعلى Hx أم Hz.
د) أيهما لمحلوله أعلى رقم هيدروجيني Hy أم Hz.
هـ) حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة في المعادلة.



٥) لديك الجدول المجاور أدرسه ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

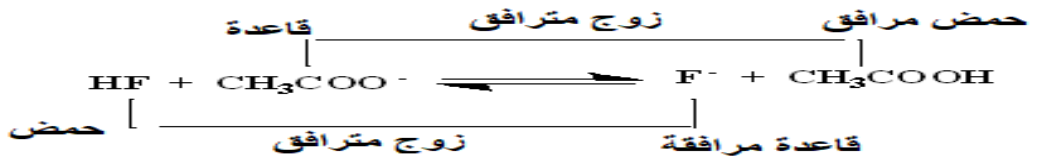
Ka	الحمض
10^{-5}	CH_3COOH
10^{-2}	H_2SO_3
10^{-4}	HF
10^{-1}	HCN

- ١) ما صيغة الحمض الأقوى؟
٢) ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى؟
٣) ما صيغة الحمض الذي لمحلوله أكبر PH؟
٤) أكمل المعادلة وحدد الأزواج المترافقة.



الإجابة: $HCN < CH_3COOH < HF < H_2SO_3$

HCN (٣) CN^- (٢) H_2SO_3 (١)
(٤)



أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

(٦) أذيب ٧,٤ غم من حمض البنزويك C_6H_5COOH في ٢ لتر من الماء وكان pH للمحلول = ٣ احسب ثابت تأين حمض البنزويك K_a , إذا علمت أن الكتلة الذرية لكل من ($C = ١٢$, $H = ١$, $O = ١٦$) .
الإجابة:



الفكرة: تركيز $[H_3O^+]$ يتم ايجاده من قيمة pH كما تعلمنا, لكن تركيز الحمض $[C_6H_5COOH]$ يتم ايجاده عن طريق

التركيز = عدد المولات
الحجم

$$\frac{2(3 - 10 \times 1)}{0.3} = K_a$$

$$10^{-3} \times 2 = K_a$$

$$\frac{[C_6H_5COO^-][H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]} = K_a$$

$$[C_6H_5COO^-] = 10^{-3} \text{ مول / لتر} = 10^{-3} = [H_3O^+]$$

ايجاد تركيز الحمض $[C_6H_5COOH]$

التركيز = عدد المولات
الحجم

$$\text{الكتلة} = \frac{7.4 \text{ غ}}{122 \text{ غ / مول}} = 0.06 \text{ مول}$$

معلوم في السؤال = ٢ لتر
التركيز = $\frac{0.06}{2} = 0.03 \text{ مول / لتر}$

(٧) الجدول التالي يتضمن قيم $[H_3O^+]$ لعدد من الحموض الضعيفة المتساوية في التركيز. ادرسه , ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

الحمض	H_2S	H_2SO_3	HCN	HF
$[H_3O^+]$	10^{-3}	10^{-3}	10^{-6}	1.5×10^{-4}

- رتب الحموض حسب قوتها. (٢ احسب قيمة K_a للحمض HCN إذا كان تركيزه ٠,١ مول / لتر.
- احسب قيمة $[OH^-]$ في الحمض H_2S (٤ ما صيغة الحمض الذي له أكبر K_a
- ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى (٥ ما صيغة القاعدة المرافقة التي لحمضها أقل pH
- اكتب معادلة تأين الحمض H_2SO_3 في الماء (٧ اكتب معادلة تفاعل الحمض H_2SO_3 مع القاعدة المرافقة للحمض HF
- ما قيمة pH للحمض HF لو $1.5 = 0.2$ (١٠ أي من الحموض أكثر تأين في الماء

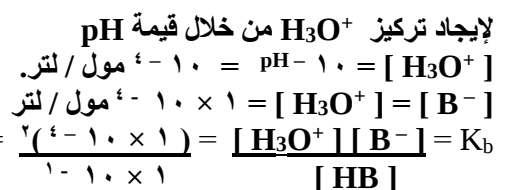
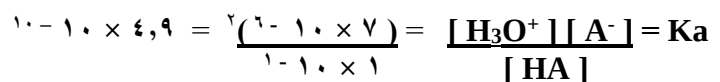
(۳) $[OH^-] = 10^{-3} \times 10^{-1} = 10^{-4}$ مول/لتر (۴) H_2SO_3 (۵) CN^- (۶) HSO_3^- (۷) سهل (۸) سهل
 (۹) $pH = -\log[H_3O^+] = -\log(10^{-1.5}) = 1.5$

وزارة ٢٠٠١

أَجِبْ عَمَّا يَأْتِي:

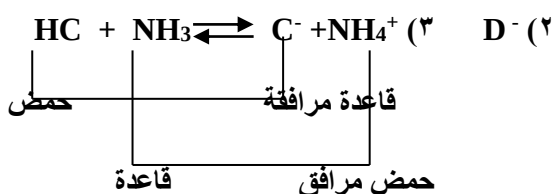
(١) احسب قيمة K_a لكل من الحمضين : HA , HB .
 (٢) أي القاعدتين المرافقتين أقوى : C^- أم D^- .
 (٣) أكتب معادلة تفاعل الحمض HC مع القاعدة D^-
 وفق تعريف برونستد - لوري , وحدد الزوجين المترافقين من الحمض و القاعدة في معادلة التفاعل نفسه.

HA الحمض (١)



(۴) تزدداد

بعد تثبيت قيم Ka



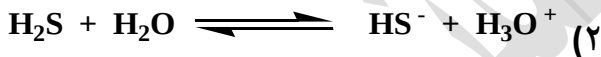
(١) إذا علمت أن K_a للحمض $HOCl$ يساوي $2,8 \times 10^{-8}$ ، وتركيزه (٠,٢٥ مول / لتر) احسب تركيز $[H_3O^+]$.
الإجابة:

$$[H_3O^+] = 8,4 \times 10^{-5} \text{ مول / لتر}$$

(٢) إذا كانت قيمة pH لمحلول HCN تساوي (٥)، احسب تركيز الحمض علماً بأن ثابت تأين الحمض K_a يساوي 5×10^{-10} .

الإجابة: تركيز $[HCN] = 2 \times 10^{-5}$ مول / لتر

لديك المحلولين اللذين يحملان الرقمين (٢, ١)، المحلول (١) هو محلول KOH تركيزه (1×10^{-4}) مول / لتر، المحلول (٢) هو محلول H_2S تركيزه (1×10^{-1}) مول / لتر. قيمة K_a له تساوي (1×10^{-7}) . احسب قيمة: (١) pH للمحلول رقم (١). (٢) pH للمحلول رقم (٢).

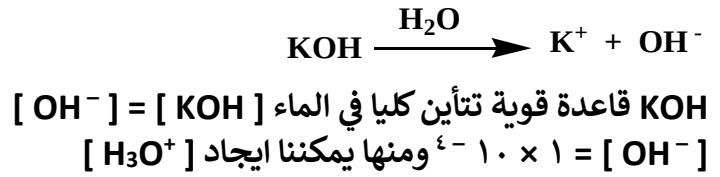


الإجابة:

(١)

يتم حساب تركيز $[H_3O^+]$ من خلال قيمة K_a

$$K_a = \frac{[HS^-][H_3O^+]}{[H_2S]} = 1 \times 10^{-7} \quad \text{س}^2 = 1 \times 10^{-7} \quad \text{س} = 1 \times 10^{-4}$$



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

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

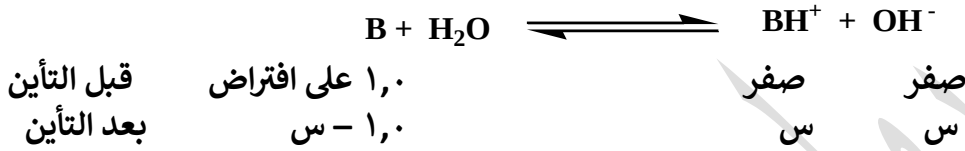
$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log (1 \times 10^{-10}) = 10$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log (1 \times 10^{-10}) = 10$$

ثانياً: الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

**** القاعدة الضعيفة:** هي القاعدة التي تتأين جزئياً في الماء.

**** تتأين القواعد الضعيفة جزئياً في الماء، وينتج عن تأينها أيون موجب و هو الحمض المرافق والذي يعد قوياً نسبياً لذا فهو يتفاعل مع OH^- في المحلول، ويكون القاعدة من جديد، إلى أن تصل الأيونات الناتجة وجزيئات القاعدة غير المتأينة إلى حالة اتزان.**



**** يمكن تعبير ثابت الاتزان للتفاعل:**

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

وكما في الحموض الضعيفة، فإن تركيز الماء يبقى ثابتاً، ويمكن دمجه مع ثابت الاتزان، وعندها يرمز له بالرمز K_b ، ويسمى ثابت تأين القاعدة الضعيفة. ويعبر عنه رياضياً كما يلي:

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

**** يزداد K_b بزيادة تركيز OH^- ، وهذا التركيز يزداد بزيادة قدرة القاعدة على التأين، وهي ما يطلق عليه قوة القاعدة، أي أن قيمة K_b تزداد بزيادة قوة القاعدة، وبهذا تعد قيمة K_b مقياساً لقوة القاعدة.**

**** كلما زادت قوة القاعدة قلت قوة الحمض المرافق الناتج عن تأينها.**

**** العلاقة طردية بين K_b و $[OH^-]$.**

**** العلاقة طردية بين K_b و pH.**

ثانياً: الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

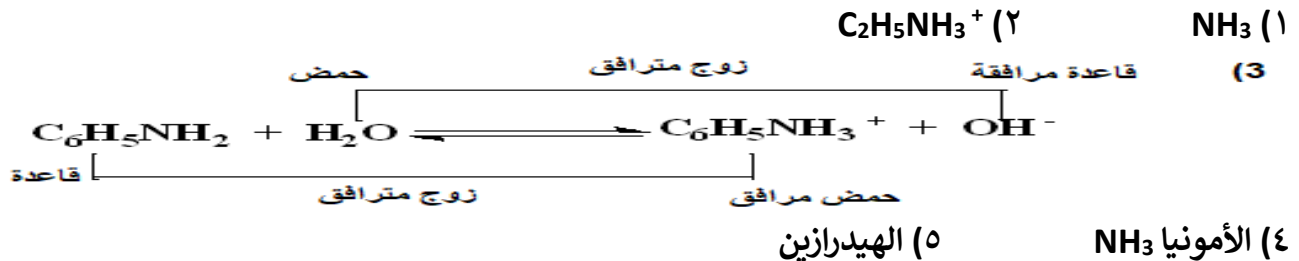
قيم ثوابت التأيّن لعدد من القواعد الضعيفة عند ٢٥°س.

K _b	معادلة التأيّن	صيغة القاعدة	اسم القاعدة
$4-1.0 \times 10^{-6}$	$C_2H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5NH_3^+ + OH^-$	$C_2H_5NH_2$	إيثيل أمين
$4-1.0 \times 10^{-4}$	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	CH_3NH_2	ميثيل أمين
$5-1.0 \times 10^{-8}$	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$	NH_3	أمونيا
$7-1.0 \times 10^{-3}$	$N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$	N_2H_4	هيدرازين
$9-1.0 \times 10^{-7}$	$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$	C_5H_5N	بيريدين
$10-1.0 \times 10^{-3}$	$C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+ + OH^-$	$C_6H_5NH_2$	أنيلين



■ بالرجوع إلى الجدول السابق ، أجب عن الأسئلة الآتية:

- أيهما أقوى: القاعدة NH_3 ، أم القاعدة N_2H_4 ؟
- اكتب صيغة الحمض المرافق للأضعف في الجدول.
- حدّد الأزواج المترافقة في محلول القاعدة الأضعف.
- أيّ المحلولين يكون تركيز OH^- فيه أعلى: محلول الأمونيا NH_3 ، أم محلول البيريدين C_5H_5N ، إذا كان لهما التركيز نفسه؟
- أيّ المحلولين رقمه الهيدروجيني أقل: أهو محلول ميثيل أمين، أم محلول الهيدرازين، إذا كان لهما التركيز نفسه؟

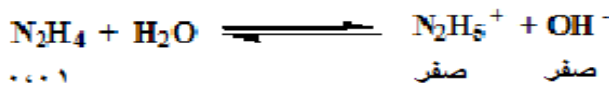


ثانياً: الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

أسئلة

(١) احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول الهيدرازين N_2H_4 الذي تركيزه 0.1 مول/لتر $K_b = 1.3 \times 10^{-6}$

الحل: أولاً نكتب معادلة التآين للهيدرازين.



التركيز في البداية

0.1

صفر

صفر

التركيز عند الاتزان

0.1 - س

س

س

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

$$\sqrt{1.3 \times 10^{-6}} = \text{س} = \frac{\text{س}}{0.1} = 1.3 \times 10^{-6} = \frac{\text{س}}{[N_2H_4]}$$

$$\text{س} = 1.14 \times 10^{-4} \text{ مول / لتر. } [OH^-]$$

لإيجاد قيمة PH للمحلول لابد من حساب تركيز H_3O^+ وذلك من خلال K_w .

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

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

$$1.14 \times 10^{-4} \times \text{س} = 1.0 \times 10^{-14}$$

$$[H_3O^+] = 8.8 \times 10^{-11}$$

$$PH = -\log 8.8 \times 10^{-11}$$

$$PH = 10.944$$

$$pH = 10.06$$

(٢) محلول قاعدة ضعيفة تركيزه 0.1 مول / لتر ورقمه الهيدروجيني ٩ , فما قيمة K_b لهذا المحلول.



$$pH = 9 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-9} = [OH^-]$$

$$[H_3O^+] = 10^{-9} \text{ مول / لتر}$$

$$K_w = [OH^-][H_3O^+] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-5} \text{ مول / لتر.}$$

$$K_b = \frac{[AH^+][OH^-]}{[A]} = \frac{(10^{-5})(10^{-5})}{0.1}$$

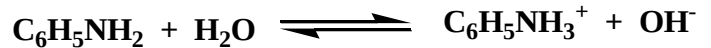
$$K_b = 10^{-9}$$

ثانياً: الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

(٢) احسب الرقم الهيدروجيني PH لمحلول الأنيلين $C_6H_5NH_2$ الذي تركيزه 0.02 مول / لتر.
 $K_b = 4 \times 10^{-10}$, لو $3.5 =$

الإجابة:

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



يجب حساب تركيز $[OH^-]$ ومن خلالها نستطيع حساب $[H_3O^+]$ ومنها حساب الرقم الهيدروجيني كما هو موضح أعلاه.

$$[H_3O^+] \text{ نحسب } [OH^-] \text{ ومن تركيز } [OH^-] \text{ نحسب } [H_3O^+]$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

$$K_b = \frac{[C_6H_5NH_3^+][OH^-]}{[C_6H_5NH_2]} = \frac{(x)(x)}{0.02 - x} = 4 \times 10^{-10}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log (2.8 \times 10^{-9}) = 8.5$$

$$[OH^-] = 2.8 \times 10^{-9} \text{ مول / لتر}$$

(٤) وجد أن الرقم الهيدروجيني لقاعدة ضعيفة مجهولة يساوي ٩ فإذا علمت أن تركيزها 0.23 مول / لتر.

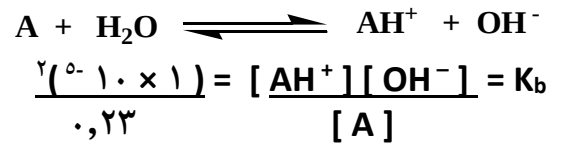
أ) احسب تركيز $[OH^-]$. ب) ما قيمة K_b لهذه القاعدة المجهولة.

الإجابة:

$$pH = 9 \Rightarrow [H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-9}$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-9}} = 1.0 \times 10^{-5}$$

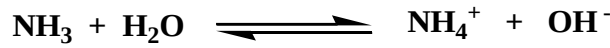
$$K_b = 4.35 \times 10^{-10}$$



ثانياً: الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

٥) احسب كتلة الأمونيا NH_3 اللازم إذابتها في الماء لتحضير محلول حجمه ٤٠٠ مل، ورقمه الهيدروجيني يساوي ١٢، علماً بأن ثابت التأيّن للأمونيا $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$ ، والكتلة المولية للأمونيا ١٧ غ/مول.

الإجابة:



عزيزي الطالب: لحساب الكتلة = الحجم × التركيز × الكتلة المولية

معلوم في السؤال

مجهول يجب علينا إيجاد

معلوم في السؤال لكن يجب التحويل إلى لتر
بالقسمة على ١٠٠٠

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-12} \text{ مول / لتر.}$$

$$[NH_3] = \frac{10^{-12} - 10^{-10}}{1,8 \times 10^{-5}} = 5,5 \text{ مول / لتر.}$$

$$\text{الكتلة} = \text{الحجم} \times \text{التركيز} \times \text{الكتلة المولية}$$

$$\text{الكتلة} = 400 \times 5,5 \times \frac{17}{1000}$$

$$\text{الكتلة} = 37,4 \text{ غم.}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14} - 10^{-12}}{1,8 \times 10^{-5}} = 10^{-10} \text{ مول / لتر.}$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = 1,8 \times 10^{-5}$$

٦) احسب كتلة الهيدروكسيل أمين NH_2OH اللازم إذابتها في الماء لتحضير محلول حجمه ٥٠٠ سم^٣، ورقمه الهيدروجيني ١٠، علماً بأن K_b للقاعدة 10^{-8} ، والكتلة المولية له ٣٣ غم/مول.

** ملحوظة: للتحويل من سم^٣ إلى لتر نقسم على ١٠٠٠
الإجابة: الكتلة = ١٦,٥ غم

ثانياً: الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

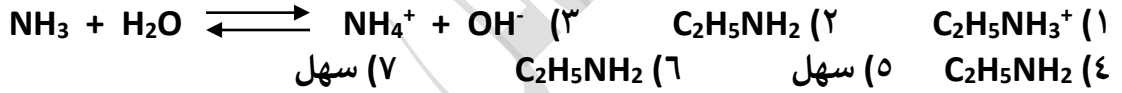
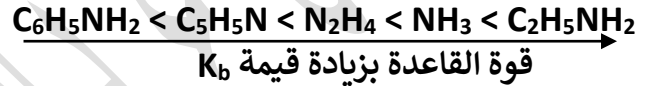
Kb	القاعدة
$4-10 \times 2,5$	$C_2H_5NH_2$
$10-10 \times 4,3$	$C_6H_5NH_2$
$7-10 \times 1,3$	N_2H_4
$5-10 \times 1,8$	NH_3
$9-10 \times 1,7$	C_5H_5N

(V) يمثل الجدول المجاور (١, ٠.١ مول / لتر) من محاليل بعض القواعد أدرسه جيداً وأجب عما يليه:

- (١) ما هي صيغة الحمض المرافق للأضعف.
- (٢) ما هي صيغة القاعدة التي لها أقل (H_3O^+) .
- (٣) اكتب معادلة تفاعل NH_3 مع الماء.
- (٤) أيهما له أكبر قيمة pH : محلول $C_2H_5NH_2$ أم N_2H_4 .
- (٥) احسب قيمة $[N_2H_5^+]$ في محلول N_2H_4 .
- (٦) أيهما أكثر قدرة على التآين في الماء $C_6H_5NH_2$ أم $C_2H_5NH_2$.

(٧) اكتب معادلة تفاعل $C_6H_5NH_2$ مع الماء ثم حدد الأزواج المترافقة.

الإجابة:



اعتمادا على الجدول المجاور والذي يبين قيم ثابت التأيين (K_b)
 لعدد من القواعد الضعيفة , أجب عما يأتي :

- (١) اكتب صيغة الحمض المرافق الأقوى.
- (٢) اكتب معادلة تفاعل NH_2OH مع الماء.
- (٣) حدد الزوجين المترافقين من الحمض و القاعدة في التفاعل السابق.
- (٤) أيهما أكبر: قيمة pH لمحلول CH_3NH_2 أم لمحلول $C_6H_5NH_2$ (التركيز نفسه) .

$$14- \quad 1 \cdot x = K_w$$

$$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 < \text{NH}_2\text{OH} < \text{N}_2\text{H}_4 < \text{CH}_3\text{NH}_2$$
 CH_3NH_2 (ξ)

قاعدة

حمض مرافق

حمض

قاعدة مرافقة

$\text{pH} = 5$ - لو $[\text{H}_3\text{O}^+]$ يجب ايجاد $[\text{H}_3\text{O}^+]$ وذلك من خلال ايجاد تركيز OH^-

$$K_b = \frac{[\text{N}_2\text{H}_5^+][\text{OH}^-]}{[\text{N}_2\text{H}_4]} = \frac{10^{-7} \times 10^{-2}}{10^{-1} \times 10^{-2}} = 10^{-7}$$
 ومنها $10^{-1} \times 10^{-2} = 10^{-2}$ مول / لتر

$$[\text{OH}^-] = 10^{-2} \times 10^{-1} = 10^{-3}$$
 مول / لتر.
 $\text{pH} = 10$ - لو $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4}$

وزارة ٢٠١٣

اعتماداً على الجدول التالي الذي يمثل عدد من المحاليل الافتراضية وقيم pH لها، أجب عن الأسئلة التي تليها:

G	F	E	D	C	B	A	المحلول الافتراضي
١٤	١١	٤	٠	١	٨	٣	pH

(١) اختر من الجدول الرمز الذى يمثل:

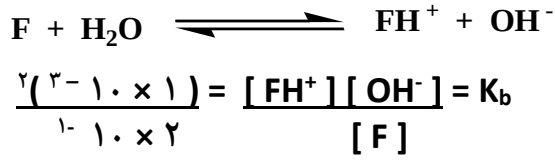
(أ) محلول الحمض الأقوى (ب) محلول قاعدة فيها $[OH^-]$ يساوي 1×10^{-1} مول/لتر.

(ج) محلول NaOH (د) محلول حمض فيه $[H_3O^+]$ یساوی 1.0×10^{-2} مول / لتر.

(٢) أي المحلولين (C, E) له أكبر قيمة K_a ؟

(٣) إذا كان تركيز المحلول (F) يساوى (٠,٢) مول / لتر، احسب قيمة K_b لهذا المحلول.

الإجابة: كلما زادت قيمة pH زادت قوة القاعدة وقلت قوة الحمض.



$$10^{-1} \times 5 = K_b$$

(أ) D (ب) B (ج) G قاعدة قوية. (د) A
(٢) Ka عكسي مع pH C

$$(٣) [H_3O^+] = 10^{-11} = 10^{-10} = pH$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3} \text{ مول / لتر}$$

وزارة ٢٠١٤

(٢) يبين الجدول المجاور قيم Ka و Kb التقريبية لعدد من محاليل الحموض و القواعد الضعيفة المتساوية في التركيز , ادرسه جيدا ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

المحلول	قيم Ka , Kb
HNO ₂	Ka = 4 × 10 ⁻⁴
CH ₃ COOH	Ka = 1 × 10 ⁻⁵
H ₂ CO ₃	Ka = 4 × 10 ⁻⁷
CH ₃ NH ₂	Kb = 4 × 10 ⁻⁴
C ₅ H ₅ N	Kb = 1 × 10 ⁻⁵

(١) اكتب صيغة الحمض الأقوى.

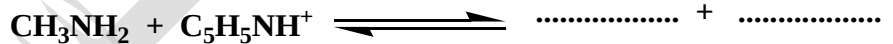
(٢) اكتب صيغة القاعدة المرافقة التي لحمضها أعلى pH .

(٣) أي من الحموض يتأين بدرجة ضئيلة جداً.

(٤) أي من المحلولين (CH₃COOH أم H₂CO₃) يكون

فيه تركيز [OH⁻] هو الأقل.

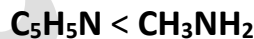
(٥) اكمل المعادلة الآتية, ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض و القاعدة.



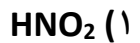
الإجابة:

كلما زادت قيمة Ka زادت قوة الحمض, كلما زادت قيمة Kb زادت قوة القاعدة.

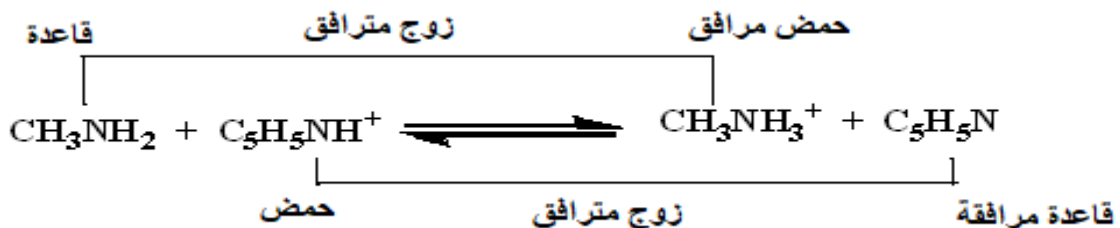
القواعد



الحموض



(٥)



ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

**** درست في الفصل السابق الحموض و القواعد وبعض الحسابات المتعلقة بها، كما درست في الصف التاسع الأملاح، وترفت أنها تنتج عن تفاعل الحمض مع القاعدة، فهل لهذه الأملاح خصائص حمضية، أم خصائص قاعدية، أم متعادلة؟؟؟ هذا ما سنتعرف عليه.**

**** الملح:** مركب أيوني ينتج عن تعادل الحمض مع القاعدة.
**** يمكن لبعض الأملاح أن تتأين في الماء مكونة أيونات موجبة وأخرى سالبة، ولبعض هذه الأيونات القدرة على التفاعل مع الماء، و إنتاج أيونات H_3O^+ أو OH^- .**

**** التميّه:** قدرة أيونات الملح على التفاعل مع الماء و إنتاج أيونات H_3O^+ أو OH^- أو كليهما.

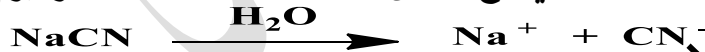
**** لابد لنا أن نفرق بين عملية الذوبان و عملية التميّه.**
- عملية التميّه: تتضمن تفكك الملح إلى أيونات لها القدرة على التفاعل مع الماء، وتغيير تركيز H_3O^+ أو OH^- في المحلول.

- عملية الذوبان: تتضمن تفكك الملح إلى أيونات ليس لها القدرة على التفاعل مع الماء، مثل NaCl، مما يبقى على تركيز H_3O^+ أو OH^- كما هو في المحلول، وبذلك يكون الملح متعادلاً.

**** تصنف الأملاح إلى ثلاثة أنواع هي:**
١ - أملاح قاعدية ٢ - أملاح حمضية ٣ - أملاح متعادلة

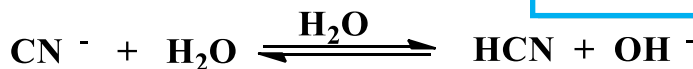
(١) الأملاح القاعدية

- تنتج هذه الأملاح من تفاعل قاعدة قوية مع حمض ضعيف مثل: سيانيد الصوديوم NaCN .



مصدره القاعدة القوية NaOH
**** ايون حمضي ضعيف (لا تميّه) ****
تبقى في المحلول على شكل أيونات،
فلا تؤثر في تركيز H_3O^+ أو OH^-

مصدره الحمض الضعيف HCN
**** ايون قاعدي قوي (يتميّه) ****
تتفاعل مع الماء وتسحب منه H^+ ويتكون نتيجة
لذلك الحمض HCN و أيون الهيدروكسيد فيزداد
تركيز أيون الهيدروكسيد في المحلول وتزداد
قاعديته، ويصبح الرقم الهيدروجيني له أكبر من ٧
ويكون تأثير الملح قاعدياً.

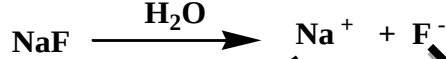


**** وينطبق ذلك على باقي الأملاح القاعدية المشابهة للملح NaCN .**

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

سؤال: مستعينا بالمعادلات , فسر السلوك القاعدي لملاح NaF .

* عند ذوبان الملح NaF في الماء فانه يتفكك الى أيونات موجبة وسالبة



مصدره القاعدة القوية NaOH
** ايون حمضي ضعيف (لا تميّه) **

مصدره الحمض الضعيف HF
** ايون قاعدي قوي (تميّه) **

ملاحظة
الايون الذي يتميّه هو الايون القوي



لاحظ انه تميّه F^- في الماء فان تركيز OH^- زاد وبالتالي سوف تزداد قيمة PH , اذا الملح NaF قاعدي.

(١) الأملاح الحمضية

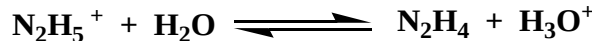
** تنتج هذه الأملاح من تفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة مثال: $\text{N}_2\text{H}_5\text{NO}_3$.



حمض مرافق قوي نسبياً للقاعدة الضعيفة N_2H_4
وعليه فإنها تتميّه، أي تتفاعل مع الماء وتمنحه البروتون H^+ فتتكون أيونات H_3O^+ في المحلول و يزداد تركيزها فيه، ويقل الرقم الهيدروجيني عن ٧ ، ويكون تأثير الملح حمضياً.

مصدره حمض قوي أيون قاعدي ضعيف لا تتفاعل مع الماء (لا يتميّه)، أي أنها لا ترتبط بالبروتون في المحلول ، ولا تؤثر في تركيز أيونات H_3O^+ .

معادلة التميّه :



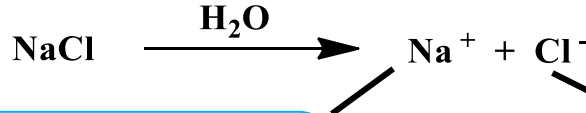
لاحظ انه قد ازداد تركيز H_3O^+ وبالتالي سوف تقل قيمه PH , اذا الملح $\text{N}_2\text{H}_5\text{NO}_3$ حمضي.

** ينطبق ذلك على باقي الأملاح الحمضية المشابهة للملاح $\text{N}_2\text{H}_5\text{NO}_3$.

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

٣) الأملاح المتعادلة

** تنتج هذه الأملاح عن تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية مثل NaCl .



مصدرها القاعدة القوية NaOH ؛ لذلك فهي لا تتفاعل مع الماء و تبقى في المحلول على شكل أيونات Na^+ ، فلا تؤثر في تركيز أيونات H_3O^+ .

أيونات Cl^- عند قاعدة مرافقة ضعيفة للحمض القوي HCl ، فلا تتفاعل مع الماء (لا تتميه) ، أي لا ترتبط بالبروتون في المحلول؛ ولا تؤثر في تركيز أيونات H_3O^+ .

** بناء على ذلك يبقى الرقم الهيدروجيني للماء كما هو ٧ ، ويكون محلول الملح NaCl متعادلاً.
** لا توجد معادلة تميّه.

@@ يتبين مما سبق أن السلوك الحمضي أو القاعدي لمحلول الملح يعتمد على مصدر الأيونات المكونة له.



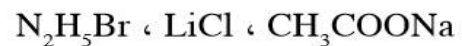
**** سؤال كتاب ****



■ حدّد طبيعة محاليل كل من الأملاح الآتية (حمضي، قاعدي، متعادل):



■ فسّر مستعيناً بمعادلات السلوك الحمضي أو القاعدي أو المتعادل لكل من الأملاح الآتية:

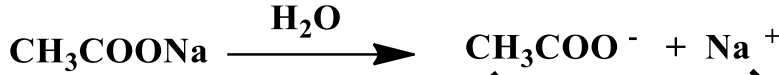


■ أيّ الملحّين الآتين يعد ذوبانه في الماء تميّها: $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHCl}$ ، KI ؟

الحل: (١) KF ~ قاعدي ~ (٢) NaClO_4 ~ متعادل ~ (٣) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3\text{Br}$ ~ حمضي ~

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

٢ أ - الملح CH_3COONa



مصدره الحمض الضعيف CH_3COOH

** ايون قاعدي قوي (يتميه) **

تتفاعل مع الماء وتسحب منه H^+ ويتكون نتيجة لذلك الحمض CH_3COOH و ايون الهيدروكسيد فيزداد تركيز ايون الهيدروكسيد في المحلول وتزداد قاعديته، ويصبح الرقم الهيدروجيني له أكبر من ٧ ويكون تأثير الملح قاعدياً.

مصدره القاعدة القوية NaOH

** ايون حمضي ضعيف (لا يتميه) **

تبقى في المحلول على شكل ايونات، فلا تؤثر في تركيز H_3O^+ أو OH^-

معادلة التمييه:



لاحظ انه تمييه CH_3COO^- في الماء، وان تركيز OH^- زاد وبالتالي سوف تزداد قيمة PH ، اذا الملح قاعدي.
ب - الملح LiCl .

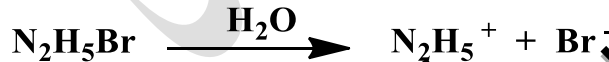


مصدرها القاعدة القوية LiOH ؛ لذلك فهي لا تتفاعل مع الماء وتبقى في المحلول على شكل ايونات Na^+ ، فلا تؤثر في تركيز ايونات H_3O^+ .

ايونات Cl^- نعد قاعدة مرافقة ضعيفة للحمض القوي HCl ، فلا تتفاعل مع الماء (لا يتميه)، أي لا ترتبط بالبروتون في المحلول؛ ولا تؤثر في تركيز ايونات H_3O^+ .

** بناء على ذلك يبقى الرقم الهيدروجيني للماء كما هو ٧، ويكون محلول الملح LiCl متعادلاً.
** لا توجد معادلة تمييه.

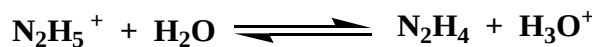
ج - الملح $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}$



حمض مرافق قوي نسبياً للقاعدة الضعيفة N_2H_4 وعليه فإنها تتميه، أي تتفاعل مع الماء وتمنحه البروتون H^+ فتتكون ايونات H_3O^+ في المحلول و يزداد تركيزها فيه، ويقل الرقم الهيدروجيني عن ٧، ويكون تأثير الملح حمضياً.

مصدره الحمض القوي HBr ، ايون قاعدي ضعيف لا يتفاعل مع الماء (لا يتميه)، أي أنه لا يرتبط بالبروتون في المحلول، ولا يؤثر في تركيز ايونات H_3O^+ .

معادلة التمييه :



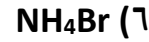
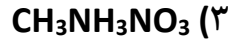
لاحظ انه قد ازداد تركيز H_3O^+ وبالتالي سوف تقل قيمه PH ، اذا الملح $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}$ حمضي.

٣) الملح $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHCl}$

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

تمرين

مستعينا بالمعادلات , فسر السلوك الحمضي او القاعدي , او المتعادل لكل من المحاليل الاتية :



ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

أسئلة وزارية

سؤال وزاري ٢٠٠١

PH	محلول الملح
١٠	KX
٧	KY
٩	KZ

اعتمد على الجدول المجاور الذي يبين قيمة PH لكل من محاليل الاملاح KX , KY , KZ (٠,١ مول / لتر) . اجب عما يلي :

- رتب الحموض HX , HY , HZ تصاعديا حسب قوتها :
- اكتب معادلة تفاعل Z^- مع الماء , ثم حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة

(٣) بين ماذا يحدث لقيمة PH لمحلول الملح KY اذا خفف تركيزه الى (٠,٠١ مول / لتر)

الحل:

(١) $HX < HZ < HY$ حسب قوة الحمض

(٢) $Z^- + H_2O \rightleftharpoons HZ + OH^-$

قاعدة م حمض م ح ق

(٣) تبقى pH ثابتة.

سؤال وزاري ٢٠٠٣

في الجدول المجاور خمسة محاليل تركيز كل منها = ١ مول / لتر وهي (قاعدة ضعيفة وحمضان ضعيفان

المعلومات	المحلول
$10^{-7} \times 1 = Kb$	القاعدة B
$10^{-3} \times 8 = [H_3O^+]$	الحمض HC
$10^{-1} \times 4,9 = Ka$	الحمض HD
$9 = PH$	الملح KX
$10^{-3} \times 1 = [OH^-]$	الملح KZ

وملحان) اعتمادا على المعلومات الواردة عن كل منها في الجدول و اجب عما يأتي:

- ايهما اضعف كقاعدة C^- ام D^- ؟
- احسب قيمة PH للقاعدة B.
- أي الحمضين اقوى HX ام HZ ؟ وضح اجابتك ؟
- اكتب معادلة موزونة تمثل التفاعل بين محلول

الحمض HD و الملح NaC , ثم: حدد الزوجين المترافقين من الحمض و القاعدة في التفاعل السابق.

الحل:

(٣) HX لأن العلاقة بين pH و $[H_3O^+]$ عكسية.

(٢) $pH = 11$

(٤) $(C^- / HC) (HD / D^-)$

قاعدة م حمض م حمض م قاعدة

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

تمرین

(أ) اعتمد على الجدول الآتي ، الذي يبين معلومات لكل من الأملاح الآتية (KA , KB , KC , KD)

المعلومات	الملح
${}^{\text{a}} - \text{H}_3\text{O}^+$	KA
H^+	KB
${}^{\text{e}} - \text{OH}^-$	KC
H^+	KD

تركيز كل منها (٠,١ مول / لتر)

(١) رتب الحموض حسب قوتها.

(۲) حدد اقوى قاعده مرافقة.

(٣) اكتب معادله تفاعل B^- مع الماء ثم حدد الازواج المترافقة.

٤) ما صيغه الايون الذي يتميه في الماء للملح KC.

٥) اكتب معادلة تفاعل D مع HA ثم حدد الأزواج المترافقة.

[illegible]

ب) اعتمد على الجدول المجاور الذي يبين قيم PH لكل من محاليل الاملاح التي تركيزها (١مول / لتر)

PH	محلول الملح
٤	XHCL
٦	BHCL
٥	AHCL

(١) رتب القواعد (A , B , X) حسب قوتها.

٢) اكتب معادله تفاعل AH^+ مع الماء ثم حدد الازواج المترافقة من الحمض والقاعدة .

(٣) أي الاملاح في الجدول اسرع تميهها.

٤) اكتب معادلة تفاعل القاعدة X مع الملح BHCL

٥) ماذا يحدث لقيمة PH لمحلول BHCL اذا خفف تركيزه الى ٠,١ مول / لتر.

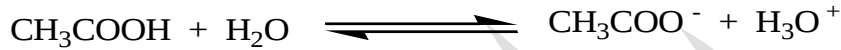
This image shows a standard sheet of primary-ruled notebook paper. It features ten horizontal dotted lines spaced evenly apart. A single vertical solid line runs down the center of the page, dividing it into two equal halves. The paper is otherwise blank, with no margins or additional markings.

رابعاً: تأثير الأيون المشترك

** عرفت مما سبق أن بعض محاليل الأملاح لها تأثير حمضي، وبعضها له تأثير قاعدي و بعضها قد يكون متعادلاً، فماذا يحدث لقيمة pH عند إضافة ملح حمضي. أو قاعدي إلى محلول الحمض الضعيف أو محلول القاعدة الضعيفة؟؟؟

** درست سابقاً محاليل الحموض الضعيفة والقواعد الضعيفة و تعرفنا انه في محلول الحمض الضعيف تكون الايونات الناتجة في حالة الاتزان مع جزيئات الحمض غير المتأينة.

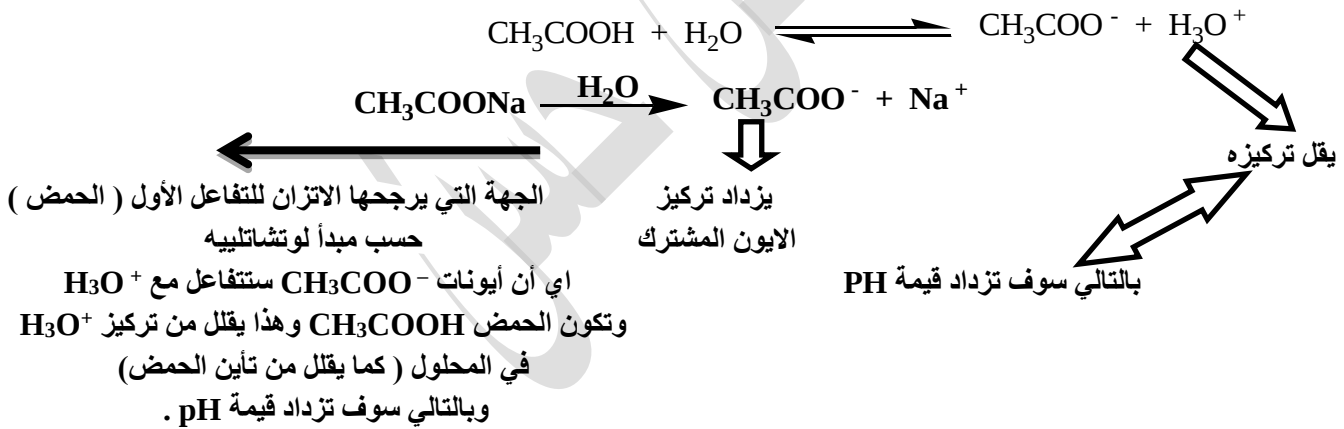
ومثال ذلك حمض الايثانويك الذي يحتوي على H_3O^+ و CH_3COO^- كما في المعادلة الآتية :



إذا اضيف إلى المحلول السابق الملح CH_3COONa , فإذا نتوقع ان يحدث لقيمة PH ؟؟؟



نلاحظ من المعادلتين السابقتين أن هناك مصدرين لأيونات CH_3COO^- في المحلول ، أحدهما الحمض CH_3COOH و الآخر الملح CH_3COONa ؛ لذلك يطلق على هذا الأيون اسم (**الأيون المشترك**) فما تأثير الأيون المشترك على الرقم الهيدروجيني للمحلول ؟؟



في هذا النمط من الاسئلة يمكن إهمال ما يتأين من الحمض لأن نسبة قليلة من جزيئات الحمض تتأين واعتبار تركيز الحمض الضعيف يساوي تركيز الحمض الابتدائي

$$[CH_3COO^-] \neq [H_3O^+]$$

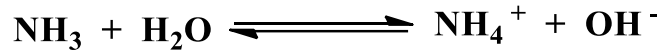
بينما

$[CH_3COONa] = [CH_3COO^-]$ لأن معظم تركيز الأيون المشترك CH_3COO^- مصدرها الملح و ليس الحمض، لأن الملح يتأين كلياً.

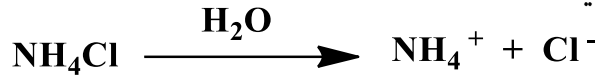
$$[A^-] = [\text{المح}]$$

رابعاً: تأثير الأيون المشترك

**ماذا نتوقع ان يحدث عند اضافة ملح مثل NH_4Cl أي محلول القاعدة NH_3 ؟
- القاعدة NH_3 تتأين جزئياً في الماء كما في المعادلة الآتية:



- يتفكك الملح كلياً في الماء كما في المعادلة الآتية:



@@ عند إضافة الملح إلى محلول القاعدة يزداد الأيون المشترك NH_4^+ الذي يتفاعل مع OH^- ويمنحه البروتون ويقلل من تأين القاعدة NH_3 ، أي أن التفاعل وفق مبدأ لوتشاتلييه يندفع بالاتجاه العكسي في محلول القاعدة، فيقلل بذلك تركيز OH^- وتقل بذلك قيمة pH .

يمكن إهمال ما يتأين من القاعدة لأن نسبة قليلة من جزيئات القاعدة تتأين واعتبار تركيز القاعدة الضعيفة يساوي تركيز القاعدة الابتدائي.

$$\begin{aligned} \text{الابتدائي} \quad [\text{NH}_3] &= [\text{NH}_3] \\ [\text{NH}_4\text{Cl}] &= [\text{NH}_4^+] \end{aligned}$$

أسئلة:

محلول مكون من ٠,٢ مول/لتر RCOOH ، $K_a = 10^{-4}$ و ٠,٤ مول / لتر من RCOONa اجب عما يلي :

علما ان (لو ٢ = ٠,٣)

(١) اكتب معادلة تأين الحمض والملح في الماء.

(٢) ما صيغة الأيون المشترك.

(٣) احسب التغير في قيمة pH

PH بعد :

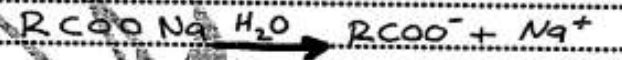
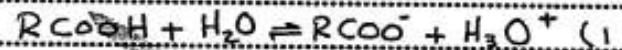
$$\frac{[\text{RCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{RCOOH}]} = K_a$$

$$0.4 \times 10^{-4} = 0.2 \times x$$

$$0.2 \times 10^{-4} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$0.1 = \text{PH}$$

$$9.3 = 9.7 - 0.4 = \Delta \text{PH}$$



$$\frac{[\text{RCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{RCOOH}]} = K_a \quad (3)$$

$$0.2 \times 10^{-4} = 0.2 \times x$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9.3} = \text{PH}$$

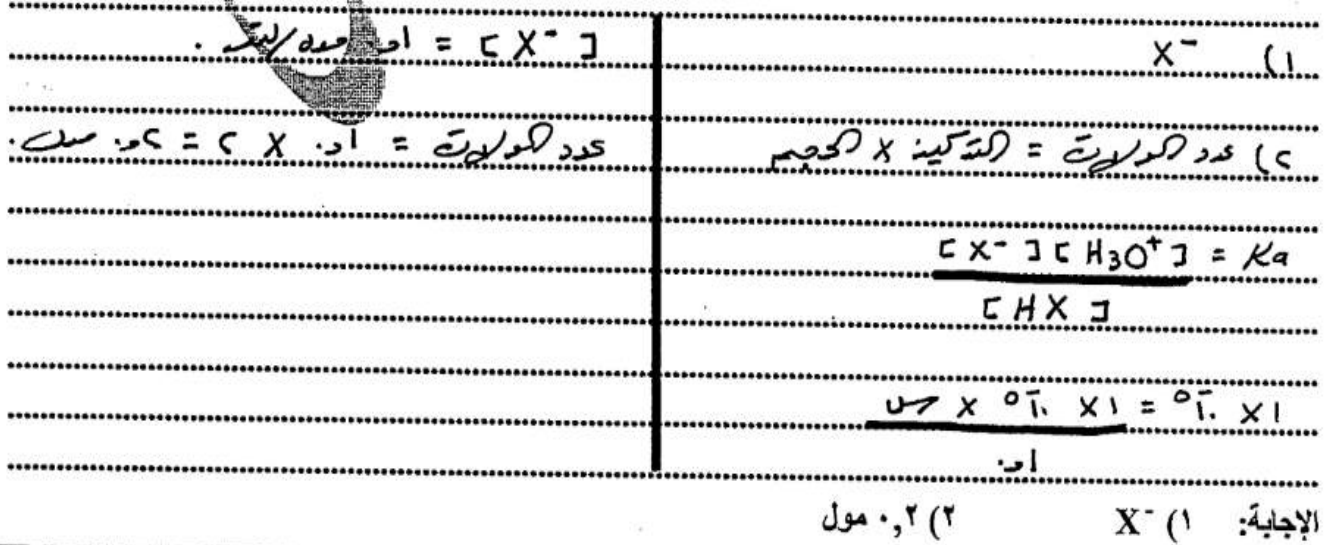
$$\text{PH} = 9.3$$

رابعاً: تأثير الأيون المشترك

محلول (٠,١ مول / لتر) من الحمض HX حجمه ٢ لتر وقيمة PH له تساوي ٣ أضيفت له بلورات من الملح NaX فتغيرت قيمة PH بمقدار ٢ إذا كانت Ka للحمض تساوي $10^{-١٠}$ أجب ما يأتي :

(١) ما صيغة الأيون المشترك

(٢) احسب عدد مولات NaX التي أضيفت للمحلول (اهمل التغير في الحجم).

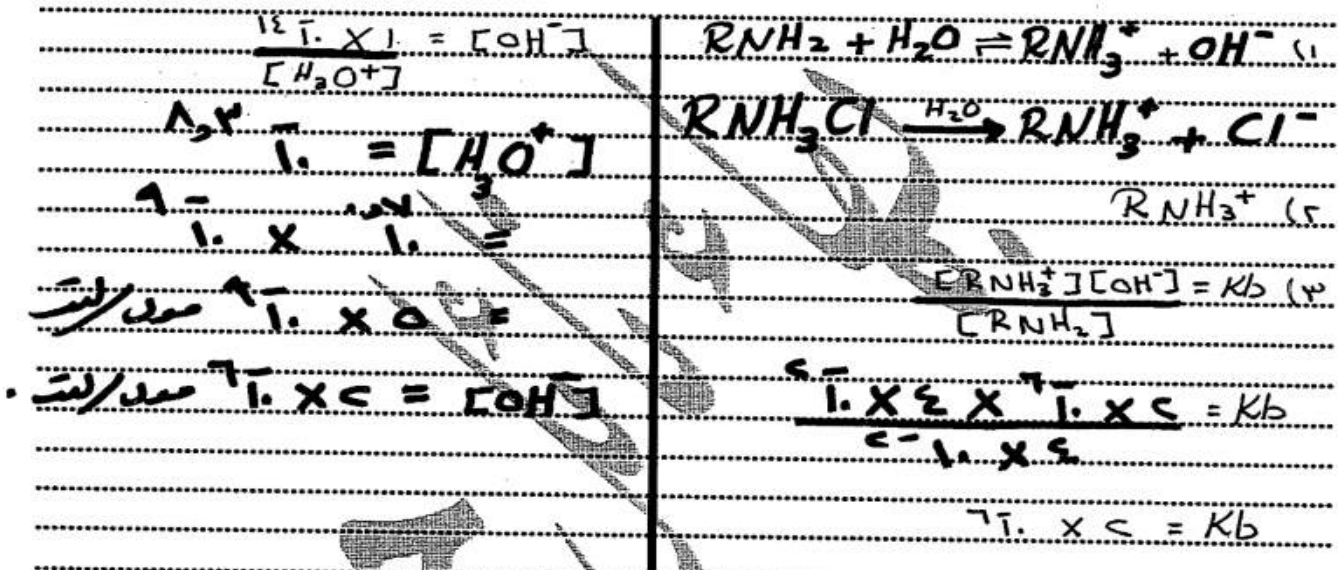


محلول مكون من RNH_2 تركيزها (٠,٤ مول / لتر) والملاح RNH_3Cl تركيزه (٠,٤ مول / لتر) أجب عما يلي :

(١) اكتب معادلة تفكك كل منها في الماء.

(٢) حدد صيغة الأيون المشترك.

(٣) إذا كانت PH للمحلول تساوي (٨,٣) احسب Kb لـ RNH_2 . لو $0.7 = \log$



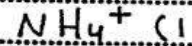
رابعاً: تأثير الأيون المشترك

تم إذابة كمية معينة من الملح NH_4Cl ، الى محلول NH_3 الذي تركيزه (٠,١ مول/لتر) فاصبح حجم المحلول (٢ لتر) ودرجة الحموضة له = ٩ اذا علمت ان $\text{Kb} \text{ لـ } \text{NH}_3 = 2 \times 10^{-5}$ وأن الكتلة المولية للملح NH_4Cl = ٥٤ غ / مول ، أجب عما يأتي :

(١) اكتب صيغة الأيون المشترك.

(٢) كم غراما من الملح تم إذابته.

$$x \times 10^{-1} \times 1 = 10^{-1} \times x$$



$$x = [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ مود/لتر}$$

$$x \times 2 = [\text{OH}^-] \times 2 = 2 \times 10^{-5}$$

$$x \times 10^{-1} \times 1 = 10^{-1} \times x$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \text{ مود/لتر} \quad \text{pH} = 9 \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9}$$

$$x \times 10^{-1} \times 1 = 10^{-1} \times x$$

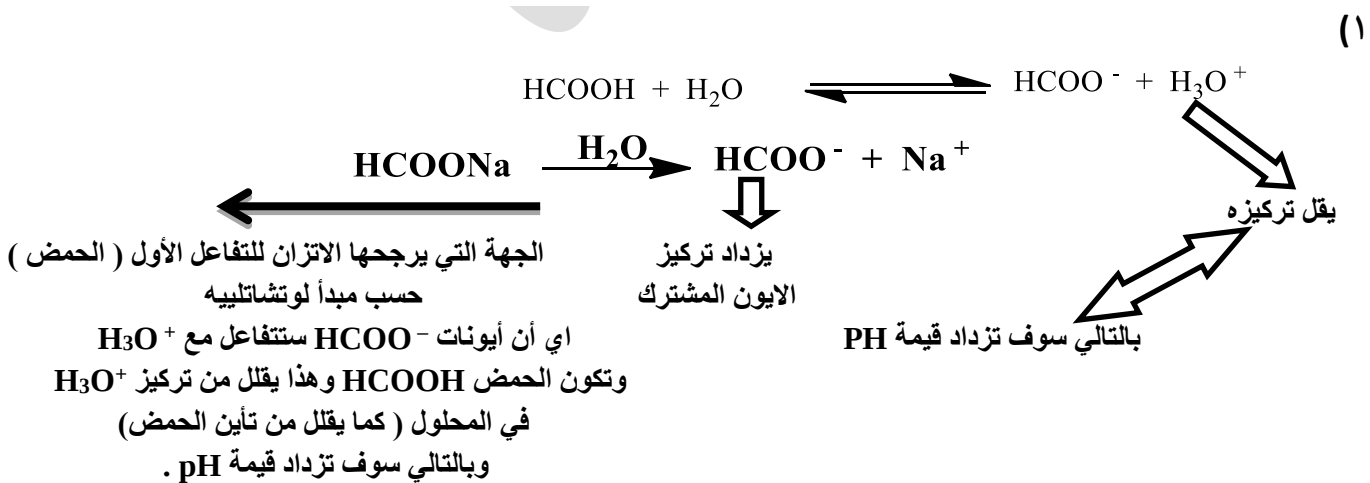
$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ مود/لتر}$$

$$\frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \text{Kb}$$

**** سؤال كتاب ****

سؤال

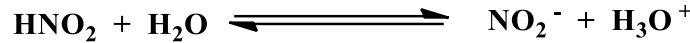
- وضح أثر إضافة الملح HCOONa على قيمة pH لمحلول حمضه الضعيف HCOOH .
- احسب قيمة pH لمحلول مكون من ٠,٢ مول/لتر من حمض HNO_2 ، عند إضافة ٠,٣ مول من الملح NaNO_2 إلى لتر من محلول الحمض. علماً بأن Ka للحمض $= 4 \times 10^{-4}$.



رابعاً: تأثير الأيون المشترك

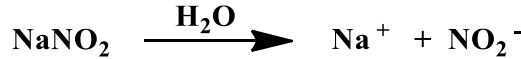
$$K_a = 1.0 \times 10^{-4}$$

(٢)



٠,٢ مول / لتر

لو ٣ / ٨ = ٠,٤



٠,٣ مول (عدد المولات)

(١) لتر = الحجم

$$[\text{NaNO}_2] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}}$$

$$= \frac{0.3}{1} = 0.3 \text{ مول / لتر}$$

$$K_a = \frac{[\text{NO}_2^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HNO}_2]} = 1.0 \times 10^{-4} = \frac{0.3 \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{0.2}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-4} \times 0.2}{0.3} = 6.67 \times 10^{-5} \text{ مول / لتر}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (6.67 \times 10^{-5}) = 4.18$$

**** سؤال كتاب ****



■ لديك لتر من محلول الهيدرازين N_2H_4 الذي تركيزه ٠,٢ مول / لتر، فإذا علمت أن:

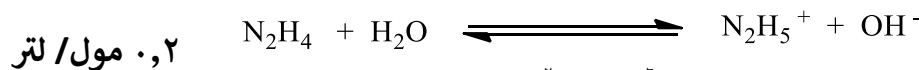
K_b للهيدرازين $= 1.3 \times 10^{-6}$ ، فأجب عن الأسئلة الآتية: لو ٢ = ٠,٣

◀ احسب قيمة pH للمحلول.

◀ كم تصبح قيمة pH للمحلول عند إضافة ٠,٣ مول من الملح $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$ إلى لتر منه.

$$K_b = 1.3 \times 10^{-6}$$

(١)



٠,٢ مول / لتر

$$K_b = \frac{[\text{N}_2\text{H}_5^+][\text{OH}^-]}{[\text{N}_2\text{H}_4]} = 1.3 \times 10^{-6} = \frac{x \times x}{0.2}$$

$$x = \sqrt{1.3 \times 10^{-6} \times 0.2} = 5.1 \times 10^{-4} \text{ مول / لتر}$$

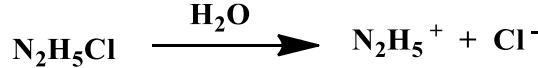
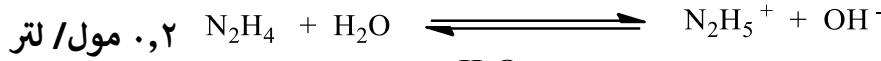
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{5.1 \times 10^{-4}} = 1.96 \times 10^{-11} \text{ مول / لتر}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (1.96 \times 10^{-11}) = 10.7$$

رابعاً: تأثير الأيون المشترك

$$K_b = 1.3 \times 10^{-6}$$

(٢)



٠,٣ مول (عدد المولات)

(١) لتر = الحجم

$[N_2H_5Cl] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}}$

$$= \frac{0.3}{1} = 0.3 \text{ مول / لتر}$$

$$\frac{0.3 \times [OH^-]}{0.3} = 1.3 \times 10^{-6} = \frac{[N_2H_5^+][OH^-]}{[N_2H_4]} = K_b$$

$$1.3 \times 10^{-6} = [OH^-] = \frac{1.3 \times 10^{-6} \times 1}{1.3 \times 10^{-6}}$$

$$1.3 \times 10^{-6} = [H_3O^+] = \frac{1.3 \times 10^{-6} \times 1}{1.3 \times 10^{-6}}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log [1.3 \times 10^{-6}] = 5.9$$

** نلاحظ مما سبق أنه عند إضافة كمية مناسبة من ملح قاعدي (ملح الحمض) إلى محلول الحمض الضعيف تزداد قيمة pH ، وعند إضافة كمية مناسبة من ملح حمضي (ملح القاعدة) إلى محلول القاعدة الضعيفة تقل قيمة pH .

خامساً: المحاليل المنظمة

**** تحتاج معظم التطبيقات المهمة في حياتنا على ضبط الرقم الهيدروجيني ضمن مدى محدد أثناء حدوث التفاعلات الكيميائية، ويستخدم لذلك المحاليل المنظمة.**

استخدامات المحاليل المنظمة

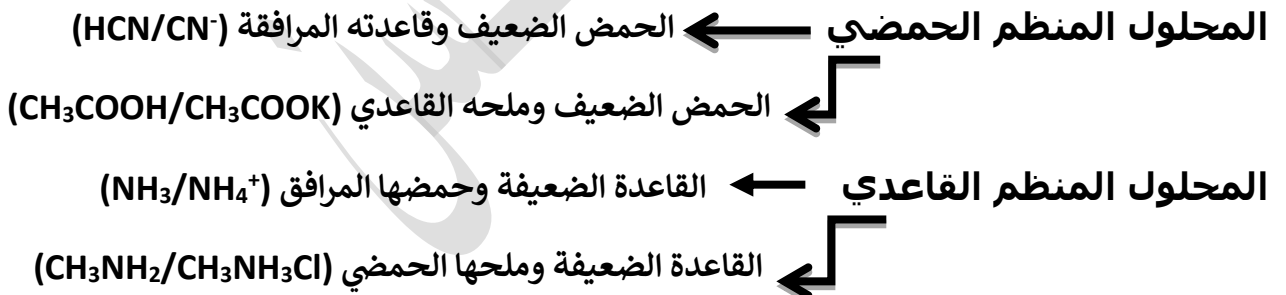
- (١) تلعب دوراً مهماً في عمليات الترسيب و الطلاء و صناعة الشامبو ودباغة الجلود وغيرها.
- (٢) لها أهمية كبيرة في العمليات الفسيولوجية التي تحدث في أجسام الكائنات الحية عند درجة حموضة معينة مثل: نقل الدم للأوكسجين من الرئتين الى الخلايا التي تحدث عند رقم هيدروجيني يساوي ٧,٤ تقريباً.

**** يمكن الحصول على المحلول المنظم باحدى طريقتين هما:**

(١) حمض ضعيف مثل CH_3COOH و أحد أملاحه من قاعدة قوية مثل CH_3COONa ويعرف هذا المحلول (محلول منظم حمضي).

(٢) قاعدة ضعيفة مثل NH_3 وأحد أملاحه من حمض قوي مثل NH_4Cl ويعرف هذا المحلول (المحلول المنظم قاعدي)

**** المحاليل المنظمة نوعان هما:**



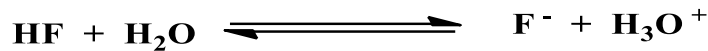
**** تتميز المحاليل المنظمة بقدرتها على مقاومة التغير في الرقم الهيدروجيني، إذ أنه يتغير بمقدار طفيف عند إضافة كمية قليلة من الحمض القوي أو القاعدة القوية.**

**** المحلول المنظم:** هو محلول يقاوم التغير في قيمة pH عند إضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إليه.

خامساً: المحاليل المنظمة

المحلول المنظم الحمضي

** يعتمد عمل المحلول المنظم الحمضي على وجود كل من الحمض الضعيف وقاعدته المرافقة وكذلك النسبة بين تركيزيهما، و المثال الآتي يوضح آلية عمل المحلول المنظم الحمضي عند إضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إليه.



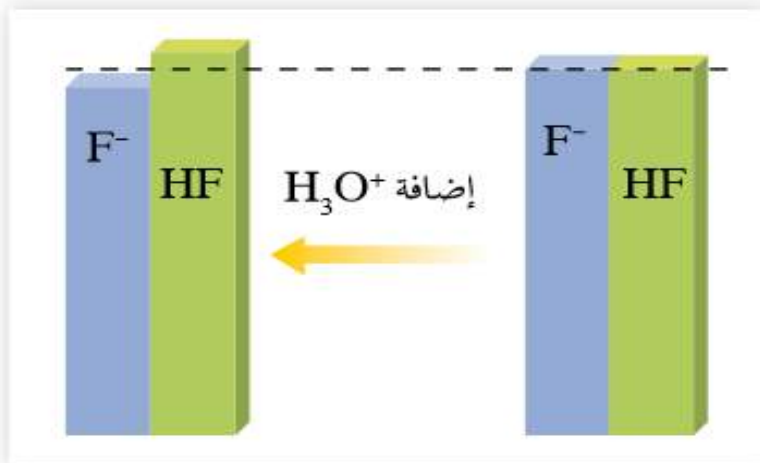
- يقاوم المحلول المنظم التغير في قيمة pH عن طريق التخلص من H_3O^+ أو OH^- المضاف إليه.

(١) عند إضافة حمض قوي مثل HCl .

يتأين الحمض HCl كلياً في المحلول منتجاً أيونات H_3O^+ وهذه الأيونات تتفاعل مع القاعدة المرافقة F^- ويتكون الحمض HF كما في المعادلة الآتية:



وبهذا يزداد تركيز الحمض HF ويقل تركيز القاعدة F^- (بنفس مقدار H_3O^+ المضاف) وهكذا يتخلص المحلول من الزيادة الحاصلة في تركيز H_3O^+ نتيجة إضافة الحمض HCl ولا يحدث تغير كبير على قيمة pH .



المحلول المنظم بعد
إضافة الحمض القوي

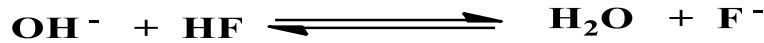
المحلول المنظم قبل
إضافة الحمض القوي

أثر إضافة حمض قوي مثل HCl إلى المحلول المنظم في تركيز كل من HF و F^- .

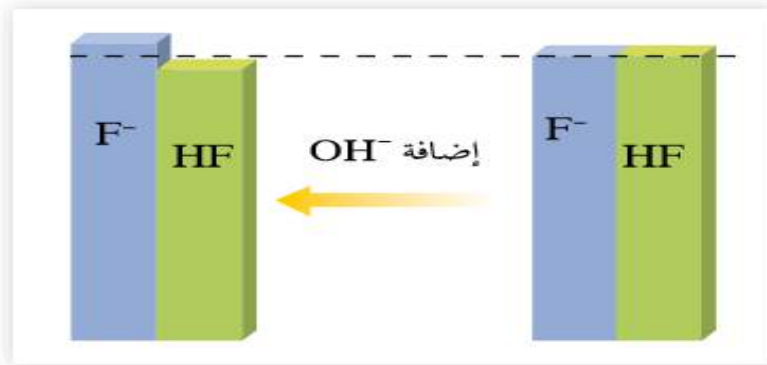
خامساً: المحاليل المنظمة

(٢) عند إضافة قاعدة قوية مثل NaOH .

تتأين القاعدة NaOH كلياً في المحلول منتجة أيونات OH^- التي تتفاعل مع الحمض الضعيف HF في المحلول كما في المعادلة:



وهذا يقلل من تركيز الحمض HF ويتكون نتيجة لذلك القاعدة المرافقة F^- ويزداد تركيزها في المحلول وبهذا يتخلص المحلول من الزيادة في تركيز OH^- الناتج عن إضافة القاعدة القوية NaOH ولا يحدث تغير كبير على قيمة pH للمحلول المنظم.



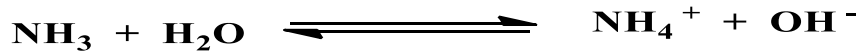
المحلول المنظم بعد
إضافة القاعدة القوية

المحلول المنظم قبل
إضافة القاعدة القوية

أثر إضافة قاعدة قوية مثل NaOH إلى المحلول المنظم في تركيز كل من F^- و HF .

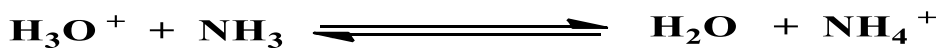
المحلول المنظم القاعدي

يتكون المحلول المنظم القاعدي من قاعدة ضعيفة و حمضها المرافق، مثل القاعدة NH_3 و الحمض المرافق NH_4^+ فالأيونات OH^- و NH_4^+ تكون في حالة اتزان مع جزيئات القاعدة غير متأينة كما في المعادلة الآتية:



(١) عند إضافة حمض قوي مثل HCl .

الحمض HCl يتأين كلياً في المحلول فإن أيونات H_3O^+ تتفاعل مع القاعدة NH_3 في المحلول كما في المعادلة:



خامساً: المحاليل المنظمة

وهذا يقلل من تركيز القاعدة NH_3 فيتكون الحمض المرافق NH_4^+ ويزداد تركيزه وبهذا يتخلص المحلول من الزيادة في تركيز H_3O^+ ولا تتأثر قيمة pH للمحلول المنظم بشكل ملموس.

**** سؤال كتاب ****



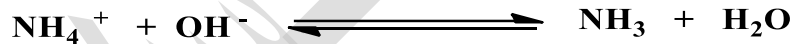
■ وضح كيف يقاوم المحلول المنظم ($\text{NH}_4\text{Cl} / \text{NH}_3$) التغير في قيمة pH عند إضافة كمية قليلة من قاعدة قوية مثل NaOH إليه.

(٢) عند إضافة قاعدة قوية مثل NaOH .

الأيونات OH^- و NH_4^+ تكون في حالة اتزان مع جزيئات القاعدة غير متأينة كما في المعادلة الآتية:



القاعدة القوية تتأين كلياً في المحلول منتجة OH^- الذي يتفاعل مع الحمض المرافق NH_4^+ كما في المعادلة الآتية:



وهذا يقلل من تركيز الحمض المرافق NH_4^+ ويتكون نتيجة لذلك القاعدة NH_3 الذي يزداد تركيزها في المحلول وبهذا يتخلص المحلول من الزيادة في OH^- الناتج عن إضافة القاعدة القوية NaOH ولا يحدث تغير كبير على قيمة pH للمحلول المنظم.

**** سؤال كتاب ****



■ أيّ المحاليل المكوّنة من أزواج المواد الآتية تصلح كمحاليل منظمة؟



المحلول ($\text{N}_2\text{H}_5\text{Br} / \text{N}_2\text{H}_4$)

المحلول ($\text{KClO} / \text{HClO}$)

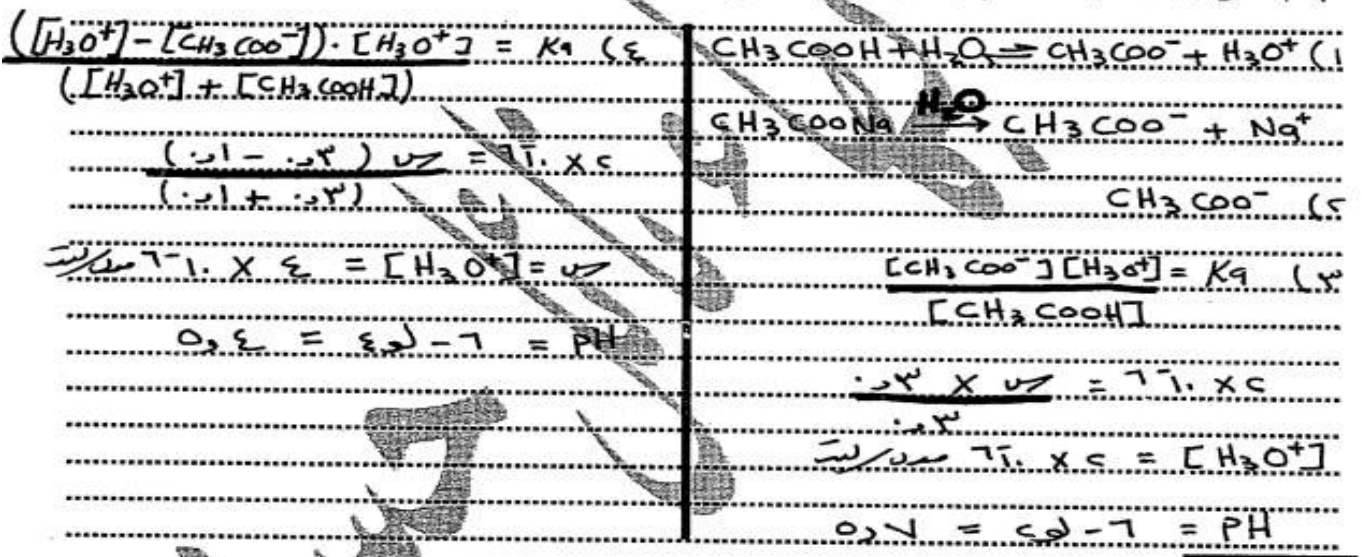
الحل:

خامساً: المحاليل المنظمة

أسئلة

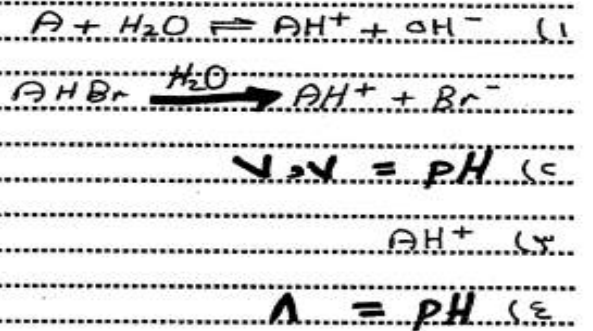
محلول منظم يتكون من الحمض CH_3COOH والملح CH_3COONa والملح CH_3COONa تركيز كل منها (٠,٣ مول / لتر) و K_a للحمض 10^{-6} (لو ٢=٠,٣) (لو ٤=٠,٦)، اجب عما يلي :

- اكتب معادلة تفكك كل منهما في الماء.
- اكتب صيغة الايون المشترك.
- احسب قيمة PH للمحلول.
- كم تصبح قيمة PH بعد اضافة (٠,١ مول/لتر) HCl الى المحلول الناتج .



محلول منظم حجمه ١ لتر يتكون من القاعدة A تركيزه (٠,١ مول/لتر) وملح القاعدة الضعيفة AHBr تركيزها ٠,٢ مول/لتر إذا علمت ان K_b للقاعدة $A = 10^{-6}$ والكتلة المولية لـ $\text{NaOH} = 40$ غم/مول لو ٢ = ٠,٣ اجب عما يأتي :

- اكتب معادلة تأين القاعدة والملح.
- احسب PH لهذا المحلول.
- اكتب صيغة الايون المشترك.
- احسب قيمة PH بعد اضافة ٢ غ من NaOH الى المحلول المنظم (اهمل التغير بالحجم).



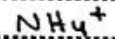
خامساً: المحاليل المنظمة

- محلول منظم حجمه ٠,١ لتر يتكون من القاعدة NH_3 بتركيز (٠,١ مول/لتر) والملح $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ بتركيز (٠,١ مول/لتر) .
إذا علمت ان K_b للقاعدة $\text{NH}_3 = 1.0 \times 10^{-8}$. احسب pH للمحلول .
(١) اكتب صيغة الايون المشترك .
(٢) احسب قيمة pH للمحلول .

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.0 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log [1.0 \times 10^{-6}]$$

$$\text{pH} = 6 - \log 1 = 6$$



$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad (2)$$

$$\frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = K_b$$

$$1.0 \times 10^{-8} = \frac{1.0 \times 10^{-6} \times [\text{OH}^-]}{1.0 \times 10^{-6}}$$

$$[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

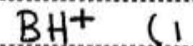
- محلول منظم رقمه الهيدروجيني (٨) مكون من القاعدة B والملح BHCl ونسبة القاعدة الى الملح تساوي (١:٢) اجب عما يلي:

(١) ما صيغة الايون المشترك.

(٢) احسب K_b للمحلول.

(٣) عند اضافة محلول KOH اصبح التغير في pH يساوي (٠,٥) ما هي قيمة pH بعد الإضافة.

$$\text{pH} = 8.5 \text{ بعد الإضافة} \quad (3)$$



$$\frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]} = K_b \quad (2)$$

$$1.0 \times 10^{-8} = \frac{1.0 \times 10^{-6} \times [\text{OH}^-]}{1.0 \times 10^{-6}}$$

$$[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-9}$$

$$1.0 \times 10^{-9} = K_b$$

خامساً: المحاليل المنظمة

سؤال وزارة شتوي ٢٠١٦

تم تحضير محلول مكون من القاعدة B والملح $BHNO_3$ بالتركيز نفسه، فإذا كان تركيز $H_3O^+ = 10^{-1} \times 2$ مول / لتر، أجب عما يلي: ($K_w = 10^{-14}$ ، $10^{-1} \times 1 = K_w$ ، $0.7 = pOH$)

- (١) ما صيغة الأيون المشترك.
(٢) احسب قيمة K_b للقاعدة B.
(٣) احسب النسبة [القاعدة] لتصبح $pH = 8.3$ [الملح]
(٤) ما طبيعة تأثير المحلول $BHNO_3$ (قاعدي، حمضي، متعادل)

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

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

(٤) حمضي.

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

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

$$10^{-1} \times 0.7 = K_b$$

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

سؤال وزارة صيفي ٢٠١٦

محلول يتكون من الحمض HX بتركيز (٠,٤) مول / لتر وملحه BaX_2 بتركيز (٠,٢) مول / لتر، إذا علمت أن K_a للحمض يساوي (10^{-1})، لو $\frac{0}{3}$ تساوي (٠,٢). أجب عما يلي:

- (١) احسب pH للمحلول
(٢) احسب pH للمحلول بعد إضافة (٠,١) مول من الحمض HCl إلى لتر من المحلول السابق (أهمل التغير في الحجم).

$$([H_3O^+] - [X^-]) \cdot [H_3O^+] = K_a$$

$$([H_3O^+] - [X^-]) \cdot [H_3O^+] = K_a$$

$$([H_3O^+] - [X^-]) \cdot [H_3O^+] = K_a$$

$$[H_3O^+] = 10^{-1} \times \frac{0.4}{0.4} = 10^{-1}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-1} \times \frac{0.4}{0.4} = 10^{-1}$$

$$pH = 1$$

$$[H_3O^+] = 10^{-1}$$

$$[X^-] [H_3O^+] = K_a$$

$$[X^-] [H_3O^+] = K_a$$

$$[H_3O^+] = 10^{-1} \times \frac{0.4}{0.4} = 10^{-1}$$

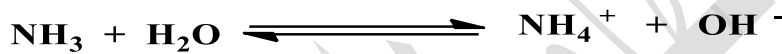
$$pH = 1$$

خامساً: المحاليل المنظمة

**** سؤال كتاب ****

- محلول منظم حجمه لتر يتكون من القاعدة NH_3 تركيزها ٠,٣ مول/لتر والملح NH_4Cl تركيزه ٠,٤ مول/لتر. فإذا علمت أن $\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$ احسب:
- ◀ pH للمحلول المنظم.
 - ◀ pH للمحلول عند إضافة ٠,٢ مول من الحمض HBr إلى المحلول.
 - ◀ pH للمحلول عند إضافة ٠,٢ مول من القاعدة KOH إلى المحلول.

$$K_b = 1,8 \times 10^{-5}$$



٠,٣ مول/لتر

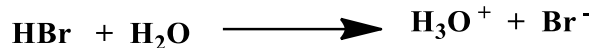


٠,٤ مول/لتر

$$\begin{aligned} \frac{0,4 \times [\text{OH}^-]}{0,3} &= 1,8 \times 10^{-5} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = K_b \quad (1) \\ \frac{1,4 - 1,0 \times 1}{1,35 \times 10^{-5}} &= [\text{H}_3\text{O}^+] \Leftrightarrow [\text{OH}^-] = 1,35 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر} \\ 1,0 \times 10^{-7} &= [\text{H}_3\text{O}^+] \\ 9,2 &= 10 - 0,8 = 7 - 10 = \text{pH} \end{aligned}$$

$$1 / 0,2 = []$$

$$0,2 \text{ مول/لتر} = []$$

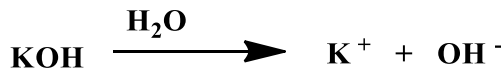


$$1,8 \times 10^{-5} = \frac{0,6 \times [\text{OH}^-]}{0,1} \Leftrightarrow [\text{OH}^-] = 3 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر} \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 3 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = 9 - 3 = 6 - 9 = 8,5$$

$$1 / 0,2 = []$$

$$0,2 \text{ مول/لتر} = []$$



$$1,8 \times 10^{-5} = \frac{0,2 \times [\text{OH}^-]}{0,5} \Leftrightarrow [\text{OH}^-] = 4,5 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر} \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 10^{-10} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = 10 - 1,3 = 8,7 \Leftrightarrow \text{pH} = 10 - 0,3 = 9,7$$

تطبيقات حياتية

** تلعب المحاليل المنظمة دوراً مهماً في صحة أجسام الكائنات الحية، ويعد وجودها ضرورياً لعمل أجهزة الجسم، وسير العمليات الحيوية فيه.

** الإنسان من أكثر المخلوقات تنوعاً في الأطعمة، فالطماطم و عصائر الفواكة التي يتناولها الإنسان ذات خصائص حمضية، وبعض الخضروات كالخيار ذات خصائص قاعدية، وهذا قد يؤثر في حموضة الدم وانتظام العمليات الحيوية فيه.

** يعد الدم محلولاً منظماً طبيعياً يتراوح الرقم الهيدروجيني له بين (٧,٣٥ – ٧,٤٥)؛ ويحتوي على عدة أنظمة من المحاليل المنظمة التي تعمل على ضبط الرقم الهيدروجيني له عند هذه الحدود باستمرار.

** من أهم هذه المحاليل محلول حمض الكربونيك وأيون الكربونات الهيدروجينية ($\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$).



- آلية عمل محلول حمض الكربونيك وأيون الكربونات الهيدروجينية ($\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$).

عند انخفاض تركيز أيون الهيدرونيوم في الدم، يزداد تأين حمض الكربونيك لإنتاج أيونات هيدرونيوم جديدة للمحافظة على تركيز ثابت من أيون الهيدرونيوم فيبقى الرقم الهيدروجيني للدم ثابتاً عند ٧,٤ تقريباً.

أما عند زيادة تركيز أيون الهيدرونيوم فإنه يتفاعل مع الأيون HCO_3^- ويتكون الحمض H_2CO_3 وهو ضعيف التأين، فهو يتفكك في الرئة مكوناً الماء وثاني أكسيد الكربون الذي يتم التخلص منه عن طريق التنفس (الزفير) وبذلك يتخلص الدم من زيادة أيون الهيدرونيوم، ويبقى محافظاً على درجة حموضته.

أسئلة الفصل

- (١) وضح المقصود بكل مما يأتي:
الملح، التميّه، المحلول المنظم، الأيون المشترك.
- (٢) اكتب معادلة التآين لكل من الأملاح الآتية في الماء:
 NH_4Cl ، NaBr ، KHS ، CH_3COONa
- (٣) أيّ الأملاح الآتية يتميّه في الماء، وأيها لا يتميّه؟
 CH_3COOK ، LiCl ، NaCN ، NH_4Cl
- (٤) ما الحمض والقاعدة اللذان يكوّنان كلاً من الأملاح الآتية عند تفاعلها؟
 NaOCl ، NH_4NO_3 ، HCOONa ، KI
- (٥) صنّف محاليل الأملاح الآتية إلى حمضية وقاعدية ومتعادلة:
 KNO_2 ، NaCN ، KNO_3 ، $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ، LiBr
- (٦) اكتب معادلات كيميائية توضح السلوك الحمضي أو القاعدي لمحاليل الأملاح الآتية:
(أ) $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ (ب) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOK}$
- (٧) احسب قيمة pH لمحلول الحمض HX الذي تركيزه ٠,٢ مول/لتر، علماً بأن $K_a \text{ للحمض} = 2 \times 10^{-10}$.
- (٨) احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول منظم مكوّن من محلول حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ الذي تركيزه ٠,٢ مول/لتر، ومحلول بنزوات الصوديوم $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ الذي تركيزه ٠,١ مول/لتر. علماً بأن $K_a \text{ للحمض} = 6,5 \times 10^{-5}$.
- (٩) كم غراماً من NaNO_2 يجب إضافتها إلى ١٠٠ مل من محلول HNO_2 بتركيز ٠,١ مول/لتر لتعطي محلولاً له $\text{pH} = 4$ ؟ علماً بأن $K_a \text{ للحمض} = 4 \times 10^{-4}$ والكتلة المولية للملح $\text{NaNO}_2 = 69$ غ/مول.

أسئلة الفصل

١٠) محلول منظم مكوّن من قاعدة ضعيفة C_5H_5N تركيزها ٠,٣ مول/لتر، وملح C_5H_5NHBr تركيزه ٠,٣ مول/لتر. فإذا علمت أن K_b للقاعدة $C_5H_5N = 1,7 \times 10^{-9}$ ، أجب عما يأتي:

أ) ما صيغة الأيون المشترك؟

ب) احسب pH للمحلول المنظم.

ج) كم تصبح قيمة pH عند إضافة ٠,٢ مول من HCl إلى لتر من المحلول المنظم.

١١) إذا احتوى الدم على المحلول المنظم المكون من HCO_3^- / H_2CO_3 وضّح كيفية عمل الدم على مقاومة الزيادة في تركيز H_3O^+ فيه.

١٢) لديك خمسة محاليل مائية بتراكيز محدّدة. معتمداً على المعلومات الواردة في الجدول، أجب عن الأسئلة الآتية:

المحلول	المعلومات	تركيز المحلول (مول/لتر)
HCN	$K_a = 6,2 \times 10^{-10}$	٠,٣
HNO ₂	$[NO_2^-] = 1,1 \times 10^{-2}$	٠,٣
NH ₃	$[NH_4^+] = 1,9 \times 10^{-3}$	٠,٢
N ₂ H ₅ Cl	pH = ٤,٧	٠,٥
NH ₄ Cl	$[H_3O^+] = 1,3 \times 10^{-5}$	٠,٥

أ) ما قيمة pH لمحلول HCN؟

ب) احسب قيمة K_b لمحلول NH₃.

ج) ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى؟

د) أي الحمضين الموجودين في

الجدول له أعلى K_a ؟

هـ) أي المحلولين الملحّين N₂H₅Cl أو NH₄Cl أقل قدرة على التميّه؟

و) ماذا تتوقع أن يحدث لقيمة pH لمحلول NH₃ عند إضافة كمية من ملح NH₄Br إليه (تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة).

١٣- محلول منظم مكوّن من الحمض HZ تركيزه ٠,٤ مول/لتر وملح KZ تركيزه ٠,٥ مول/لتر، فإذا علمت أن K_a للحمض $= 2 \times 10^{-5}$ احسب:

أ) تركيز H_3O^+ للمحلول المنظم.

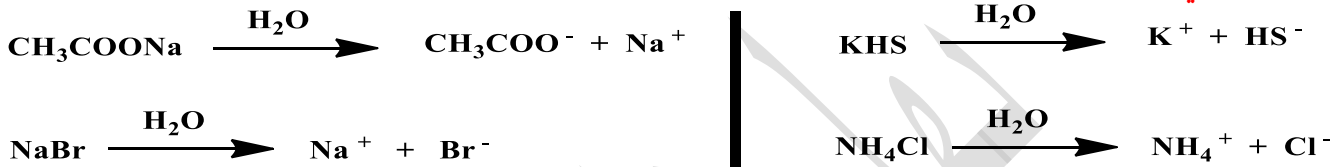
ب) كم غراماً من NaOH الصلب يجب إذابتها في لتر من المحلول المنظم لتصبح قيمة pH للمحلول النهائي تساوي ٥. علماً بأن الكتلة المولية لـ NaOH = ٤٠ غ/مول.

اجابة أسئلة الفصل

السؤال الأول:

الملح: مركب أيوني ينتج عن تعادل حمض مع قاعدة.
التميه: قدرة أيونات الملح على التفاعل مع الماء لإنتاج أيونات H_3O^+ أو OH^- أو كليهما.
المحلول المنظم: محلول يقاوم التغير في قيمة pH عند غضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إليه
الأيون المشترك: أيون ينتج من تأين مادتين مختلفتين في محلول واحد
(حمض ضعيف و ملحه أو قاعدة ضعيفة و ملحها)

السؤال الثاني:

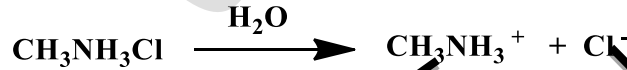


السؤال الثالث: الأملاح التي تتميه: CH_3COOK / $NaCN$ / NH_4Cl
الملح الذي لا يتميه: $LiCl$

السؤال الرابع: الملح KI <== الحمض: HI / القاعدة: KOH
الملح $HCOONa$ <== الحمض: $HCOOH$ / القاعدة: $NaOH$
الملح NH_4NO_3 <== الحمض: HNO_3 / القاعدة: NH_3
الملح $NaOCl$ <== الحمض: $HOCl$ / القاعدة: $NaOH$

السؤال الخامس: $LiBr$ <== متعادل
 KNO_3 <== متعادل
 N_2H_5Cl <== حمضي
 $NaCN$ <== قاعدي
 KNO_2 <== قاعدي

السؤال السادس: الملح: CH_3NH_3Cl



حمض مرافق قوي نسبياً للقاعدة الضعيفة CH_3NH_2 وعليه فإنه يتميه، أي يتفاعل مع الماء وتمنحه البروتون H^+ فتتكون أيونات H_3O^+ في المحلول و يزداد تركيزها فيه، ويقل الرقم الهيدروجيني عن ٧ ، ويكون تأثير الملح حمضياً.

مصدره حمض قوي أيون قاعدي ضعيف لا تتفاعل مع الماء (لا يتميه)، أي أنها لا ترتبط بالبروتون في المحلول ، ولا تؤثر في تركيز أيونات H_3O^+ .

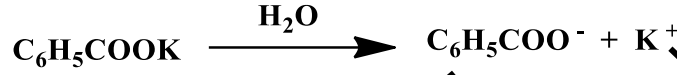
معادلة التمييه :



لاحظ انه قد ازداد تركيز H_3O^+ وبالتالي سوف تقل قيمه PH , اذا الملح CH_3NH_3Cl حمضي.

اجابة أسئلة الفصل

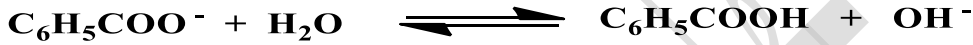
الملح C_6H_5COOK :



مصدره الحمض الضعيف C_6H_5COOH
** ايون قاعدي قوي (يتميه) **
تتفاعل مع الماء وتسحب منه H^+ ويتكون نتيجة لذلك الحمض
 C_6H_5COOH و أيون الهيدروكسيد فيزداد تركيز أيون
الهيدروكسيد في المحلول وتزداد قاعديته، ويصبح الرقم
الهيدروجيني له أكبر من 7 ويكون تأثير الملح قاعدياً.

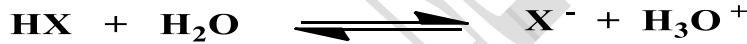
مصدره القاعدة القوية KOH
** ايون حمضي ضعيف (لا يتميه) **
تبقى في المحلول على شكل ايونات،
فلا تؤثر في تركيز H_3O^+ أو OH^-

معادلة التمييه:



لاحظ انه تمييه $C_6H_5COO^-$ في الماء، وان تركيز OH^- زاد وبالتالي سوف تزداد قيمة PH , اذا الملح قاعدي.

$$K_a = 1.0 \times 10^{-5}$$



0.2 مول/لتر

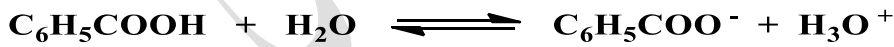
$$\frac{0.2}{0.2} = 1.0 \times 10^{-5} \rightleftharpoons \frac{[X^-][H_3O^+]}{[X]} = K_a$$

$$1.0 \times 10^{-5} = [H_3O^+] = 3.16 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر.}$$

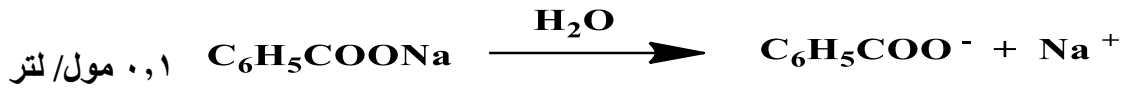
$$pH = 3 - \log 3.16 = 2.5$$

السؤال السابع:

$$K_a = 6.5 \times 10^{-6}$$



0.2 مول/لتر



$$\frac{0.1 \times [H_3O^+]}{0.2} = 6.5 \times 10^{-6} \rightleftharpoons \frac{[H_3O^+][C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = K_a$$

$$1.3 \times 10^{-5} = [H_3O^+] = 1.1 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = 5 - \log 1.1 = 4.9$$

السؤال الثامن:

اجابة أسئلة الفصل

السؤال التاسع:

$$\begin{aligned} \text{ك} &= \text{ح} \times \text{ت} \times \text{ك.م} \Rightarrow \text{نحول الحجم إلى لتر نقسم على } 1000 \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= 10^{-\text{pH}} = 10^{-4} \text{ مول/لتر} \\ \text{من } K_a &= [\text{NO}_2^-] = [\text{المح}] = 0,4 \text{ مول/لتر} \\ \text{ك} &= 0,1 \times 0,4 \times 2,76 = 0,1104 \text{ غم} \end{aligned}$$

السؤال العاشر:



$$\begin{aligned} (2) \text{ من } K_b &= \text{نجد تركيز } [\text{OH}^-] = 1,7 \times 10^{-10} \text{ مول/لتر} \Rightarrow \text{من } K_w \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= 10^{-6} \times 10^{-10} = 10^{-16} \text{ مول/لتر} \Rightarrow \text{pH} = 5,2 \end{aligned}$$

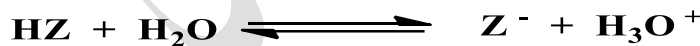
$$\text{pH} = 4,6$$

السؤال الحادي عشر: عند زيادة تركيز أيون الهيدرونيوم فإنه يتفاعل مع الأيون HCO_3^- ويتكون الحمض H_2CO_3 وهو ضعيف التآين، فهو يتفكك في الرئة مكوناً الماء وثاني أكسيد الكربون الذي يتم التخلص منه عن طريق التنفس (الزفير) وبذلك يتخلص الدم من زيادة أيون الهيدرونيوم، ويبقى محافظاً على درجة حموضته.

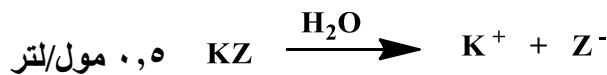
$$\begin{aligned} (1) \text{ السؤال الثاني عشر: أ) } \text{pH} = 5,4 \quad \text{ب) } K_b = 1,8 \times 10^{-5} \quad \text{ج) } \text{CN}^- \quad \text{د) } \text{HNO}_2 \\ \text{هـ) } \text{NH}_4\text{Cl} \quad \text{و) } \text{تقل} \end{aligned}$$

السؤال الثالث عشر:

$$K_a = 2 \times 10^{-5}$$



$$0,4 \text{ مول/لتر}$$



$$\text{أ) } K_a = [\text{Z}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 10^{-5} = \frac{0,5 \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HZ}]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,6 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{ب) } 2 \times 10^{-5} = \frac{0,5 \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{\text{س}} \Rightarrow \text{س} = [\text{NaOH}] = [\text{OH}^-] = 0,1 \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{ك} = \text{ح} \times \text{ت} \times \text{ك.م} \Rightarrow \text{ك} = 0,1 \times 0,1 \times 40 = 0,4 \text{ غم}$$

أسئلة الوحدة

أسئلة الوحدة

(١) اختر الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

(١) المادة التي تمثل حمض لويس فقط فيما يأتي، هي:

(أ) Cl^- (ب) NF_3 (ج) Cu^{2+} (د) H_2O

(٢) أي المواد الآتية تسلك كحمض في بعض التفاعلات وكقاعدة في تفاعلات أخرى؟

(أ) $HCOO^-$ (ب) SO_3^{2-} (ج) $CH_3NH_3^+$ (د) HCO_3^-

(٣) تؤدي إضافة محلول الملح NH_4Cl إلى محلول NH_3 إلى:

(أ) خفض قيمة pH (ب) رفع قيمة pH

(ج) لا تتأثر قيمة pH (د) تصبح $pH = 7$

(٤) المحلول الذي له أعلى pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التراكيز هو:

(أ) KBr (ب) $NaNO_2$ (ج) $N_2H_5NO_3$ (د) KOH

(٥) إذا كانت قيمة pH لمحلول مكون من الحمض HA والملح KA لهما التركيز نفسه

تساوي ٤، فإن K_a للحمض يساوي:

(أ) 10^{-4} (ب) 10^{-8} (ج) ٤ (د) 10^{-16}

(٦) الرقم الهيدروجيني لخليط مكون من الحمض الضعيف HC ($K_a = 10^{-5}$)، وملحه

NaC لهما التركيز نفسه هو:

(أ) ٥ (ب) أكبر من ٥ (ج) أقل من ٥ (د) ٧

(٧) ما أثر إضافة الملح KNO_3 إلى محلول HNO_3 ؟

(أ) زيادة $[H_3O^+]$ (ب) نقص $[H_3O^+]$

(ج) نقص قيمة pH (د) نقص $[HNO_3]$

(٨) الرقم الهيدروجيني لمحلول الحمض HBr الذي تركيزه ١ مول/لتر يساوي:

(أ) صفراً (ب) ١ (ج) ٢ (د) ٤

٢) مستعينًا بالجدول المجاور لمجموعة من الحموض الافتراضية الضعيفة، أجب عن الأسئلة الآتية:

الحمض	K_a
HX	6.3×10^{-6}
HY	4.5×10^{-4}
HZ	1.8×10^{-6}
HQ	1.7×10^{-4}

- أ) اكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض الأضعف.
 ب) أيّ المحلولين HY أم HQ يكون تركيز H_3O^+ فيه أقل إذا كان لهما التركيز نفسه؟
 ج) احسب pH للحمض HX الذي تركيزه ٠,٠٢ مول/لتر.
 د) احسب الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم الذي

خُصّر بإذابة ٠,٠١ مول من الملح KY في ٥٠٠ مل من محلول الحمض HY الذي تركيزه ٠,٠١ مول/لتر.

هـ) خُصّر محلول منظم بإذابة ٢,٣١٢ غ من الملح NaQ في ٢٠٠ مل من محلول الحمض HQ. فإذا علمت أن الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم = ٤، والكتلة المولية لـ $NaQ = ٦٨$ غ/مول. احسب تركيز الحمض HQ.

و) ما صيغة الأيون المشترك للمحلول المنظم المكون من الحمض HZ والملح KZ؟
 ٣) يبين أثر إضافة كل من المواد الآتية في قيمة pH للمحلول (تقل، تزداد، تبقى ثابتة):

- أ) مول من KCl إلى ٥٠٠ مل من محلول KOH.
 ب) مول من LiBr إلى ٥٠٠ مل من محلول HBr.
 ج) مول من NaCN إلى ٥٠٠ مل من محلول HCN.
 د) مول من CH_3NH_3Cl إلى ٥٠٠ مل من محلول CH_3NH_2 .

القاعدة	K_b
NH_3	1.8×10^{-5}
CH_3NH_2	4.4×10^{-4}
C_2H_5N	1.7×10^{-6}
N_2H_4	1.3×10^{-6}
$C_6H_5NH_2$	3.8×10^{-4}

٤) مستعينًا بالجدول المجاور لمجموعة من القواعد الضعيفة التي لها التركيز نفسه، أجب عن الأسئلة الآتية:

- أ) ما صيغة القاعدة الأقوى؟
 ب) ما صيغة الحمض المرافق الذي له أقل pH؟

(ج) احسب قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) لمحلول $C_2H_5NH_2$ ذي التركيز ٠,١ مول/لتر.

(د) أكمل المعادلة الآتية، وحدد زوجي الحمض والقاعدة المترافقين فيها:



(هـ) كم غراماً من N_2H_3Cl يجب إضافتها إلى ٤٠٠ مل من محلول N_2H_4 بتركيز

٠,٤ مول/لتر لتصبح قيمة pH للمحلول تساوي ٩,٤٢؟ مع العلم أن الكتلة

المولية للملح $N_2H_3Cl = 69$ غ/مول.

(و) كم تصبح قيمة pH للمحلول السابق إذا أضيف إليه ٠,٠٤ مول من الحمض HCl ؟

(٥) فسر مستعيناً بالمعادلات، كلاً مما يأتي:

(أ) التأثير الحمضي لمحلول الملح NH_4NO_3 .

(ب) التأثير القاعدي لمحلول الملح $NaOCl$.

(ج) التأثير القاعدي للأمينات RNH_2 حسب مفهوم لويس.

(٦) الجدول الآتي يبين عدداً من المحاليل الافتراضية وقيم pH لها، أي هذه المحاليل يمثل:

المحلول الافتراضي	A	B	C	D	E	F
pH	٤,٥	٨,٧	١	٧	١٢	٦

(أ) القاعدة الأقوى.

(ب) محلول $NaCl$.

(ج) محلول HNO_3 الذي تركيزه ١ مول/لتر.

(د) قاعدة $[OH^-]$ فيها 10×10^{-6} مول/لتر.

(هـ) حمض $[H_3O^+]$ فيه 10×10^{-3} مول/لتر.

اجابات أسئلة الوحدة

السؤال الأول:

٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
أ	ب	ج	أ	د	أ	د	ج

السؤال الثاني: (أ) Z^- (ب) HQ (ج) $pH = 3$ (د) $pH = 3,7$ (هـ) $0,1$ مول / لتر

السؤال الثالث: (أ) ثابتة (ب) ثابتة (ج) تزداد (د) تقل

السؤال الرابع: (أ) CH_3NH_2 (ب) $C_6H_5NH_3^+$ (ج) $pH = 8,8$ (د) مكرر بكثرة في الدوسية.
(هـ) الكتلة = $5,52$ غم (و) $pH = 8,12$

السؤال الخامس: مكرر في الدوسية وأسئلة الفصل.

السؤال السادس: (أ) E (ب) D (ج) C (د) B (هـ) A

أسئلة متنوعة

السؤال الأول

C ₅ H ₅ N	N ₂ H ₄	C ₂ H ₅ NH ₂	NH ₃	القاعدة
$9-10 \times 2$	$7-10 \times 1$	$4-10 \times 6$	$0-10 \times 3$	Kb

يمثل الجدول المجاور محاليل بعض القواعد أدرسه جيدا و أجب عما يليه:

- (١) القاعدة الأضعف (٢) القاعدة التي لها أعلى PH.
- (٤) في أي المحلولين (N₂H₄ أم C₂H₅NH₂) يكون [H₃O⁺] أعلى
- (٥) احسب PH لمحلول N₂H₄ تركيزه ٠,٠١ مول / لتر.
- الإجابة: C₅H₅N < N₂H₄ < NH₃ < C₂H₅NH₂

C₅H₅N (١) C₂H₅NH₂ (٢) C₅H₅NH⁺ (٣) N₂H₄ (٤) pH = ١٠ (٥)

السؤال الثاني

الجدول الآتي يبين تركيز [H₃O⁺] لعدد من الحموض الضعيفة وتركيزها (١ مول / لتر).

الحمض	CH ₃ COOH	HNO ₂	HCOOH	HOCl
[H ₃ O ⁺]	$4-10 \times 5$	$9-10 \times 2$	$4-10 \times 4$	$9-10 \times 1$

- (١) صيغة الحمض الأقوى.
- (٣) صيغة القاعدة المرافقة الأقوى.
- (٥) احسب Ka لـ HCOOH.
- (٢) صيغة الحمض الذي له أقل [OH⁻]
- (٤) أي الحمضين (HNO₂ أم HOCl) له Ka أقل ؟

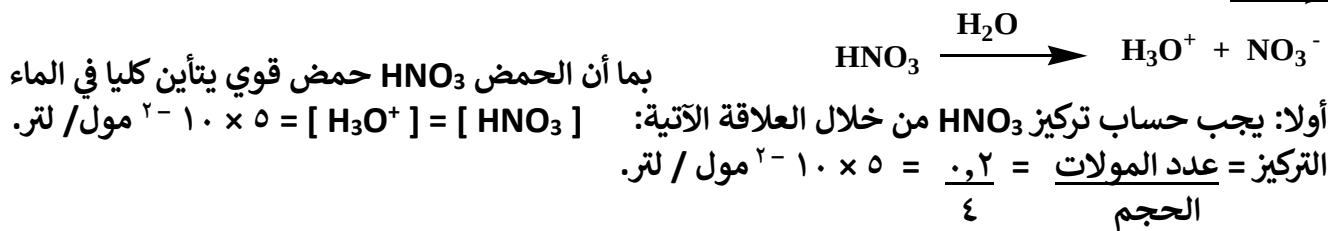
الإجابة: كلما زاد [H₃O⁺] زادت قوة الحمض وزادت قيمة Ka وقلت قيمة pH.



$$\text{CH}_3\text{COOH} (١) \quad \text{CH}_3\text{COOH} (٢) \quad \text{OCl}^- (٣) \quad \text{HOCl} (٤) \quad \text{Ka} (٥) = \frac{(4-10 \times 4)^2}{1-10 \times 1} = 1,6 \times 10^{-7}$$

السؤال الثالث

أذيب ٠,٢ مول من حمض HNO₃ في ٤ لتر من الماء, احسب تركيز [H₃O⁺] في المحلول .
الإجابة:



أسئلة متنوعة

السؤال الرابع

الجدول الآتي يبين قيم $[OH^-]$ لعدد من القواعد الضعيفة وتركيزها (0.001 مول / لتر).

القاعدة	NH_3	CH_3NH_2	N_2H_4	C_5H_5N
$[OH^-]$	10^{-3}	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6}

(١) صيغة القاعدة التي لها أعلى K_b . (٢) صيغة القاعدة الأضعف.

(٣) صيغة الحمض المرافق الذي لقاعدته أعلى $[OH^-]$.

(٤) أي الحمضين ($C_5H_5NH^+$ أم NH_4^+) له أعلى $[H_3O^+]$.

(٥) أكتب معادلة تأين القاعدة C_5H_5N مع الماء.

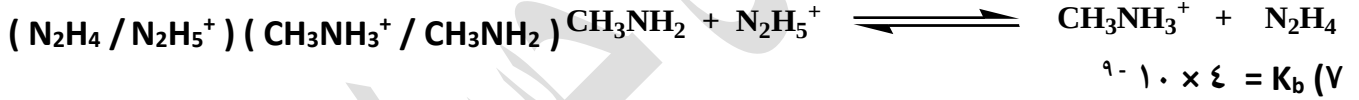
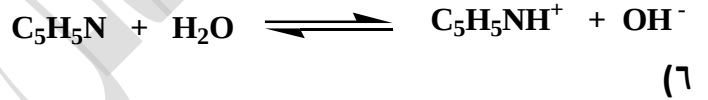
(٦) أكتب معادلة تفاعل القاعدة CH_3NH_2 مع $N_2H_5^+$. ثم حدد الأزواج المترافقة

(٧) احسب K_b لمحلل القاعدة N_2H_4 .

الإجابة: $C_5H_5N < N_2H_4 < NH_3 < CH_3NH_2$

زيادة قوة القاعدة بزيادة $[OH^-]$

(١) CH_3NH_2 كلما زاد $[OH^-]$ زادت K_b (٢) C_5H_5N (٣) CH_3NH_2 (٤) NH_4^+



السؤال الخامس

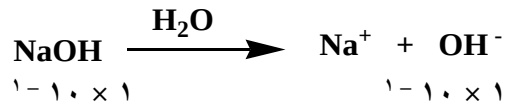
(١) ما عدد الغرامات (الكتلة) $NaOH$ اللازم إذابتها في لترين من الماء لتحضير محلول رقمه الهيدروجيني (١٣) إذا علمت أن الكتلة المولية $NaOH = 40$ (غ/مول).

ملحوظة: لحساب الكتلة
ك = ح × ت × ك.م

$[OH^-] = 10^{-1}$ مول / لتر
 $NaOH$ قاعدة قوية تتأين كلياً $[NaOH] = [OH^-]$

$$ك = ح \times ت \times ك.م = 40 \times 10^{-1} \times 2 = 8 \text{ غم}$$

$$ك = 8 \text{ غم}$$



لاحظ عزيزي الطالب أن الحجم و الكتلة المولية معلوم في السؤال لكن التركيز مجهول.

$$pH - 10 = [H_3O^+] = 10^{-13} \text{ مول / لتر.}$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-13}} = 10^{-1}$$

اختبر نفسك

السؤال الأول

Ka	صيغة الحمض
3×10^{-8}	HClO
5×10^{-4}	HNO ₂
1.8×10^{-5}	CH ₃ COOH
9×10^{-10}	HCN

الجدول المجاور يتضمن قيم Ka لعدد من الحموض الضعيفة المتساوية في التركيز . ادرسه , ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

- ما صيغة الحمض الذي له أقل pH .
- أي الحموض له أقوى قاعدة مرافقة؟ ما صيغتها؟
- أيها يكون تركيز أيونات H₃O⁺ في محلوله أعلى, HNO₂ أم CH₃COOH ؟
- في محلول حمض HClO الذي تركيزه 0.3 مول / لتر , هل تكون قيمة pH أكبر , أم أقل من 3؟ وضح اجابتك. علما أن لو 3 = 0.5 .

السؤال الثاني

pH	الحمض
3	HA
2.5	HB
4	HC
6	HD

لديك عدد من الحموض الضعيفة متساوية في التركيز وقيم pH لها , اعتمادا على الجدول المجاور, أجب عن الأسئلة التي تليه:

- اكتب صيغة الحمض الأضعف.
- اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأضعف.
- اكتب صيغة القاعدة المرافقة لأقوى حمض.
- رتب القواعد المرافقة لهذه الحموض حسب قوتها.
- رتب الحموض السابقة حسب تزايد تركيز أيونات H₃O⁺ .
- اكتب معادلة تفاعل الحمض HC في الماء, ثم حدد الأزواج المترافقة.
- اكتب صيغة الحمض الذي لمحلوله أكبر [OH⁻] .

السؤال الثالث

لديك أربعة محاليل مائية لبعض القواعد الضعيفة المتساوية في التركيز (0.1 مول / لتر), بالاعتماد على المعلومات الواردة في الجدول المجاور, اجب عن الأسئلة الآتية:

المعلومات	القاعدة
$K_b = 1 \times 10^{-7}$	A
pH = 11	B
$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-8}$	C
$[DH^+] = 5 \times 10^{-5}$	D

- احسب قيمة K_b للقاعدة C ؟
- اكتب صيغة الحمض المرافق الأقوى؟
- أي من القواعد في الجدول أكثر تأين في الماء؟
- اكتب معادلة تفاعل القاعدة B مع الماء, ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض و القاعدة.

اختبر نفسك

السؤال الرابع

أراد طالب تحضير ٤٠٠ مل من محلول حمض HNO_2 رقمه الهيدروجيني ٢,٤ , فما كتلة الحمض اللازم لذلك , إذا علمت أن الكتلة المولية للحمض = ٤٧ غ / مول . K_a للحمض = 10^{-4}

السؤال الخامس

أ) الجدول التالي يبين عدد من المحاليل وبعض المعلومات الخاصة بها أجب عما يأتي:

المحلول	المعلومات	التركيز (مول / لتر)
الحمض HA	$K_a = 1 \times 10^{-5}$	٠,١
القاعدة X	$[OH^-] = 1 \times 10^{-4}$ مول / لتر	٠,٠١
القاعدة Y	$K_b = 1 \times 10^{-5}$	٠,٤
الملح KC	$pH = 9,7$	٠,١
الحمض HB	$pH = 4$	٠,٠١
الملح KD	$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-11}$ مول / لتر	٠,٠١
الملح ZHCl	$[OH^-] = 1 \times 10^{-11}$ مول / لتر	٠,٢

- ١) أيهما أقوى كقاعدة A^- أم B^- .
- ٢) أيهما أقوى كحمض HC أم HD .
- ٣) احسب pH لمحلول الحمض HA .
- ٤) احسب pH للملح ZHCl .
- ٥) أكتب معادلة تفاعل القاعدة X مع YH^+ وحدد الأزواج المترافقة .
- ٦) إذا خفف تركيز الملح KC إلى ٠,٠١ مول / لتر ماذا يحدث لقيمة pH .
- ٧) ما صيغة الأيون الذي يتميزه في الملح ZHCl .
- ٨) أيهما له أكبر رقم هيدروجيني القاعدة (X أم Y)

ب) محلول منظم مكون من الحمض HA تركيزه (٠,٤ مول / لتر) والملح CaA_2 تركيزه (٠,٤ مول / لتر) علماً أن K_a للحمض = 1×10^{-5} (لو $10^{-5} = ٠,٧$, لو $10^{-3} = ٠,٣$) . أجب عما يأتي:

- ١) احسب PH للمحلول
- ٢) ما صيغة الأيون المشترك .
- ٣) احسب PH بعد إضافة (٠,١ مول / لتر) من Ba(OH)_2 .

ج) محلول منظم يتكون من القاعدة CH_3NH_2 تركيزها (٠,٥ مول / لتر) والملح $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$ تركيزه (٠,٣ مول / لتر) إذا علمت أن K_b للقاعدة = 3×10^{-4} وأن (لو $10^{-3} = ٠,٣$, لو $10^{-5} = ٠,٧$) وأن الكتلة المولية لـ $\text{HCl} = 37$ غ / مول .

- ١) ما صيغة الأيون المشترك .
- ٢) جد قيمة pH للمحلول المنظم .
- ٣) ما كتلة الحمض HCl التي يجب أن تضاف إلى ٢ لتر من المحلول المنظم لتصبح درجة الحموضة = ١٠

اختبر نفسك

السؤال السادس

يبين الجدول التالي معلومات خاصة لعدد من محاليل الحموض و القواعد الضعيفة, أدرسه ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

المحاليل	المعلومات
HF	$K_a = 1.0 \times 10^{-4}$
HCN	$K_a = 4.0 \times 10^{-10}$
HClO	$[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-5}$, $[HClO] = 0.1$ مول/لتر
C ₅ H ₅ N	$K_b = 1.0 \times 10^{-9}$, $[C_5H_5N] = 0.1$ مول/لتر
CH ₃ NH ₂	$K_b = 4.0 \times 10^{-4}$
NH ₃	$[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-11}$, $[NH_3] = 0.1$ مول/لتر

- (١) ما صيغة الحمض الأقوى. (٢) ما صيغة القاعدة الأضعف. (٣) إحسب قيمة pH للقاعدة C₅H₅N.
- (٤) ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى. (٥) ما صيغة الحمض المرافق الأضعف.
- (٦) اكتب معادلة تفاعل القاعدة CH₃NH₂ مع الماء, ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض و القاعدة.
- (٧) اكتب معادلة تفاعل الحمض HCN مع F⁻ ثم حدد الجهة التي يرجحها الاتزان.
- (٨) ما صيغة الحمض الذي له أقل قيمة pH. (٩) ما صيغة القاعدة التي لها أكبر pH.
- (١٠) ما صيغة الحمض الذي له أقل [H₃O⁺]. (١١) ما صيغة القاعدة الأكثر تأين في الماء.

السؤال السابع

فسر مستعيناً بالمعادلات، كلا مما يأتي:

- (١) التأثير القاعدي لـ CH₃NH₂ حسب مفهوم لويس.
- (٢) التأثير الحمضي لمحلول الملح RNH₃Br.
- (٣) التأثير القاعدي لمحلول الملح Ca(OCl)₂.
- (٤) التأثير الحمضي لـ HClO₄ حسب مفهوم أرهينيوس.
- (٥) التأثير القاعدي لـ NH₃ حسب مفهوم برونستد - لوري.

اختبر نفسك

السؤال الثامن

اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(١) الرقم الهيدروجيني لمحلول HClO تركيزه ٠,٠١ مول / لتر هو:

- (أ) ٢ (ب) أكبر من ٢ (ج) أقل من ٢ (د) ١

(٢) في محلول الحمض القوي HI الذي تركيزه ١ مول / لتر يكون:

- (أ) $[I^-] < [H_3O^+]$ (ب) $[I^-] > [H_3O^+]$ (ج) $pH = 1$ (د) $pH = 0$

(٣) إحدى المواد الآتية عجز أرهينيوس عن تفسير خصائصها الحمضية أو القاعدية:

- (أ) HNO_3 (ب) NaF (ج) KOH (د) $Ba(OH)_2$

(٤) مكونات المحلول LiOH :

- (أ) (H_3O^+, OH^-, Li^+) (ب) (Li^+, OH^-) (ج) (H_3O^+, Li^+) (د) (H_3O^+, OH^-, Li^+)

(٥) مكونات المحلول HF :

- (أ) (H_3O^+, F^-) (ب) (H_3O^+) (ج) (F^-) (د) (HF, H_3O^+, F^-)

(٦) عند تخفيف إحدى الحموض بالماء فإن ذلك يؤدي:

- (أ) زيادة تركيز H_3O^+ (ب) النقصان في قيمة pH (ج) ثبات قيمة pH (د) زيادة قيمة pH

(٧) إذا علمت أن pH للقهوة = ٥ فإن:

- (أ) قاعدية (ب) $[H_3O^+] = 10^{-3}$ (ج) $[OH^-] = 10^{-1}$ (د) $[OH^-] = 10^{-1}$

تم بحمد الله

مع دعائي لكم بالتفوق والابداع والنجاح
الأستاذ: بهاء نائل حسن