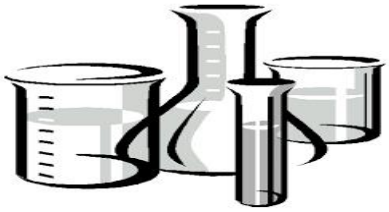
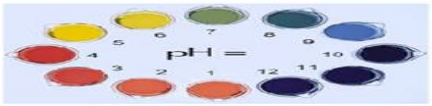
سلسلة الموسوعة الذهبية
في
الكيميـــــــاء

المنهاج الجديد ٢٠١٨

الوحدة الأولى

الحموض و القواعد





اعداد

الأستاذ: بهاء نائل حسن

Baha'a Hasan

٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

E-mail: bbaau_31@yahoo.Com

Teacher baha'a hasan

إن أصبنا فمن الله و إن أخطئنا فمن أنفسنا

الفصل الأول

الفصل الأول: مفاهيم متعلقة بالحموض و القواعد

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 بدراستها 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.

مدرس المادة: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠
bbaau_31@yahoo.com

أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

** درست سابقا بأن:
الحمض: مادة كهرلية تنتج أيون الهيدروجين H^+ عند اذابتها في الماء.
القاعدة: مادة كهرلية تنتج أيون الهيدروكسيد OH^- عند اذابتها في الماء.

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

الحموض القوية

* تتأين كليا " بدرجة عالية "
* تعطي تيار كهربائي قوي.
* الأمثلة HCl , HNO_3 , $HClO_4$, H_2SO_4 , HBr , HI

حفظ الحموض القوية

* يعبر عن تفكك الحمض القوي بسهم واحد.

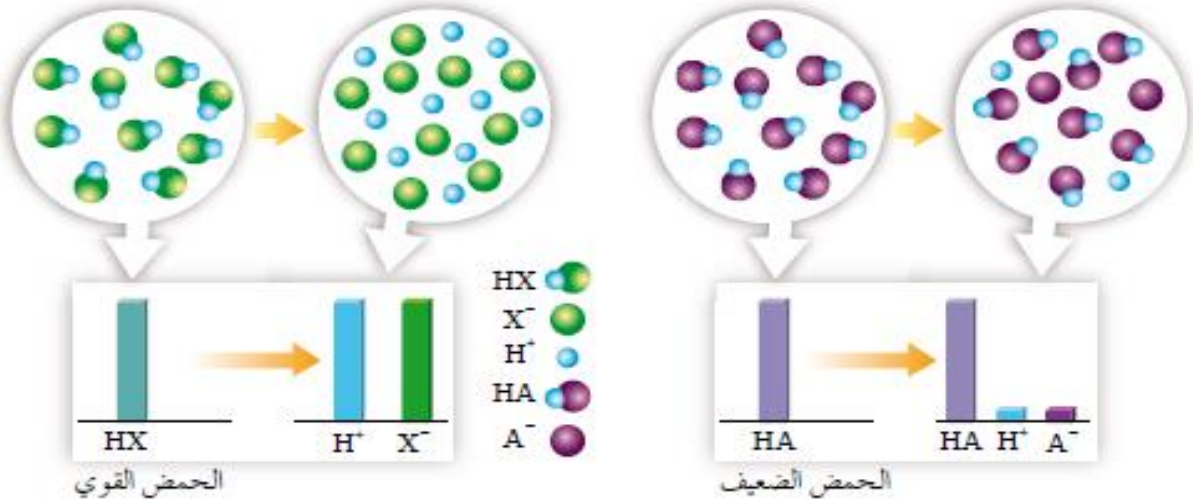
$$HCl \xrightarrow{H_2O} H^+ + Cl^-$$

الحموض الضعيفة

* تتأين جزئياً.
* تعطي تيار ضعيف.
* الأمثلة HF , HCN , CH_3COOH , H_2SO_3
* يعبر عن تفكك الحمض الضعيف بسهمين.

$$CH_3COOH \xrightleftharpoons{H_2O} CH_3COO^- + H^+$$

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



أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

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

١) مفهوم أرهينيوس للحموض و القواعد

***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 المعادليتين الآتيتين:

يعبر عن الحمض القوي بسهم واحد

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

يعبر عن الحمض الضعيف بسهمين

$$HCN \underset{}{\overset{H_2O}{\rightleftharpoons}} H^+ + CN^-$$

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

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

***القاعدة:** مادة تزيد من تركيز أيونات الهيدروكسيد OH^- عند إذابتها في الماء.
مثل: ((LiOH , $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$, KOH , NaOH))

حفظ القواعد القوية

ويمكن تفسير السلوك القاعدي كما في المعادلتين الآتيتين:

يعبر عن القواعد القوية بسهم واحد

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

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

&& 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 و القاعدية لمحاليل بعض الأملاح مثل NH_4Cl , $NaNO_2$.
و سوف يتم التحدث عن هذه النقطة في الفصل الثاني من هذه الوحدة.

مدرس المادة: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠
bbaau_31@yahoo.com

أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

تمرين

فسر السلوك (الحمضي / القاعدي) مستعيناً بالمعادلات لكل من المواد الآتية وفق مفهوم أرهينيوس.

١) $Ba(OH)_2$ ٢) H_2SO_4 ٣) HF ٤) HCOOH ٥) LiOH ٦) HNO_3

بهاء نائل حسن

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

الإجابة:

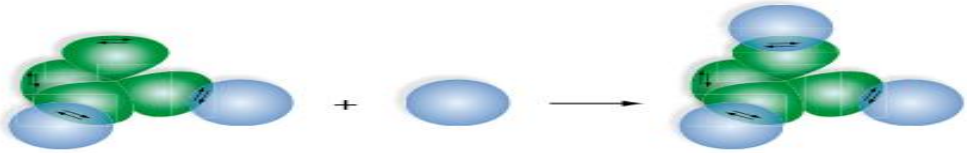
لأن حمض الهيدروكلوريك يتفكك كليا في الماء مكونا أيونات موجبة و سالبة بدرجة عالية و هذه الأيونات تتجه نحو الأقطاب التي تخالفها بالشحنه مما يؤدي إلى توليد تيار كهربائي في حين حمض الإيثانويك يتفكك جزئيا في الماء مكونا أيضاً أيونات موجبة و سالبة لكن بدرجة ضئيلة.

أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

٢) مفهوم برونستد – لوري للحموض و القواعد 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 الكتروناً منها، لذا يمكن اعتباره بروتوناً وهو جسيم متناهٍ في الصغر، ذو كثافة كهربائية عالية، و لايكون منفرداً في المحلول وإنما يرتبط بجزيء الماء فيكون أيون الهيدرونيوم H_3O^+ كما في المعادلة الآتية:

$$H_2O_{(l)} + H^+_{(aq)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)}$$



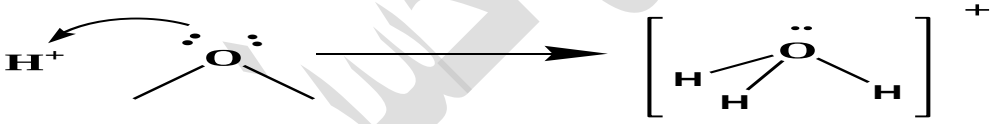
لذلك سيتم استخدام أيون الهيدرونيوم في معادلات تأين الحمض بدلاً من أيون الهيدروجين من الآن فصاعداً.

** 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^+ مكونا 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 و القواعد 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".

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

$$\underset{\text{مانح للبروتون}}{HCl_{(aq)}} + \underset{\text{مستقبل للبروتون}}{H_2O_{(l)}} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

** 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.

أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

مثال (2)

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

مستقبل للبروتون قاعدة — مانح للبروتون حمض

**** سؤال كتاب ****

سؤال

ادرس التفاعلين الآتيين، وعيّن كلًّا من الحمض والقاعدة وفق مفهوم برونستد – لوري في كل منهما:

$$N_2H_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons N_2H_5^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

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

**** 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:

	الحمض	القاعدة
(١	H_2O	NH_3
(٢	HSO_3^-	H_2O
(٣	H_2O	N_2H_4
(٤	HCOOH	H_2O
(٥	HCl	H_2O
(٦	HClO	NO_2^-
(٧	HSO_3^-	$C_6H_5COO^-$
(٨	HA	B^-

1- $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
2- $HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_3O^+$
3- $N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$
4- $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_2O$
5- $HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^-$
6- $HClO + NO_2^- \rightleftharpoons ClO^- + HNO_2$
7- $HSO_3^- + C_6H_5COO^- \rightleftharpoons SO_3^{2-} + C_6H_5COOH$
8- $HA + B^- \rightleftharpoons A^- + HB$

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

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

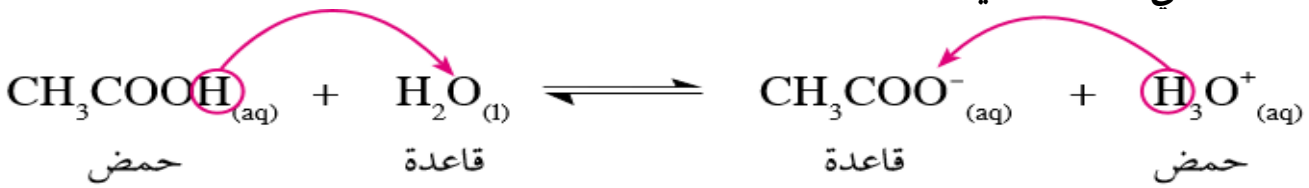
$$HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_3O^+$$

حمض — قاعدة
(مانح بروتون) — (مستقبل بروتون)

أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

** **الأزواج المترافقة**

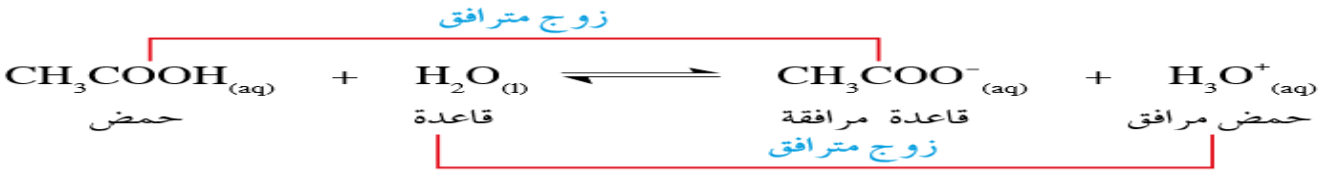
في التفاعلات المنعكسة نلاحظ أن كلا التفاعلين، الأمامي والعكسي. يتضمن انتقال للبروتون من الحمض إلى القاعدة كما في المعادلة الآتية:



في التفاعل الأمامي: نلاحظ أن CH_3COOH حمض لأنه يمنح البروتون للماء وينتج عنه CH_3COO^- ، وجزيء الماء يعد قاعدة لأنه يستقبل البروتون، ويكون أيون الهيدرونيوم.

في التفاعل العكسي: نلاحظ أن أيون الهيدرونيوم يمنح البروتون إلى CH_3COO^- فيعد حمضاً، في حين CH_3COO^- 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 "

مثال: $H_2S + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HS^-$

* الحمض : H_2S القاعدة المرافقة: HS^-
* القاعدة : H_2O الحمض المرافق: H_3O^+

ملحوظة:
القاعدة المرافقة = الحمض – H^+
الحمض المرافق = القاعدة + H^+

أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

**** سؤال كتاب ****

سؤال

- عيّن القاعدة المرافقة لكل من الحموض الآتية:

$HCOOH$ ◄ H_3O^+ ◄ HF ◄

- عيّن الحَمض المرافق لكل من القواعد الآتية:

OH^- ◄ NO_3^- ◄ NH_3 ◄

- عيّن الأزواج المترافقة في التفاعل الآتي:

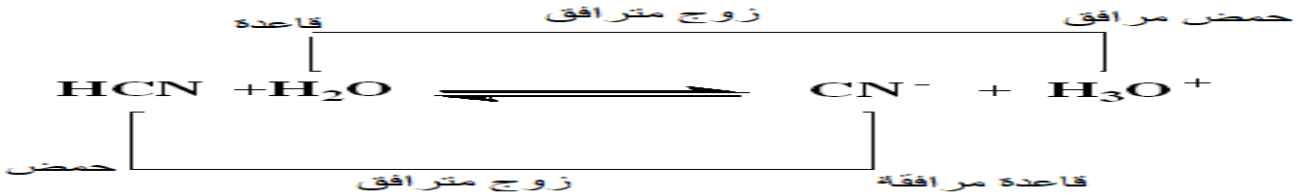
$$HCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CN^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

**** الحل ****

١) القاعدة المرافقة، أ) $HCOO^-$ ب) H_2O ج) F^-

٢) الحمض المرافق، أ) H_2O ب) HNO_3 ج) NH_4^+

٣)



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

جزيء الماء H_2O 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^- ، HCO_3^- ، HSO_3^- ، $HCrO_4^-$ ، HPO_4^{-2} ، $H_2PO_4^-$ .....

أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

** سؤال كتاب **

سؤال

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

كحمض:

$$HCO_3^- + N_2H_4 \rightleftharpoons CO_3^{-2} + N_2H_5^+$$
$$HS^- + N_2H_4 \rightleftharpoons S^{-2} + N_2H_5^+$$

كقاعدة:

$$HCO_3^- + HNO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3 + NO_2^-$$
$$HS^- + HNO_2 \rightleftharpoons H_2S + NO_2^-$$

تمرين

١) حدد الأزواج المترافقة في كل من المعادلات الآتية:

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

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

3- $H_2SO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HSO_3^-$

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

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

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

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

8- $H_2S + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HS^-$

٢) حدد القاعدة المرافقة لكل من:

أ. HX ب. $HClO$ جـ. $H_2PO_4^-$

٣) حدد الحمض المرافق لكل من:

أ. S^{-2} ب. X^- جـ. CN^-

أولا: 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 برونوستد – لوري .
الإجابة:

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

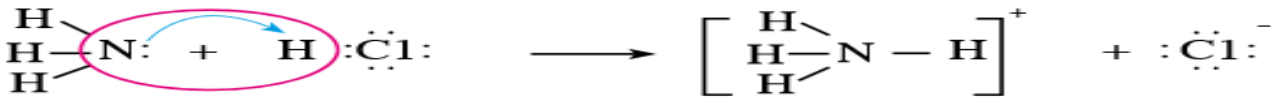
من أجمل لحظات السعادة, حين تحقق أشياء يعتقد الناس .... أنك:
لا تستطيع تحقيقها

أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

٣) مفهوم لويس للحموض و القواعد

** 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 و القواعد **(وهو مفهوم لويس).**

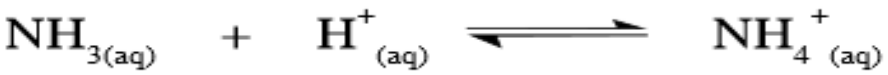
قاعدة حمض



** 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 و القواعد؛ 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:



<u>الحمض:</u> مادة تستطيع أن تستقبل زوجاً أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة من مادة أخرى لإحتوائها على افلاك فارغة.

<u>القاعدة:</u> 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 زوجا من الإلكترونات غير الرابطة، وعليه يكون الماء قاعدة و أيون Zn^{2+} حمضاً كما توضح المعادلة الآتية:

أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

حموض لويس

أ. الأيونات الموجبة للفلزات مثل:(Ag^{+} , Co^{+3} , Cd^{+2} , Ni^{+2} , Cu^{+2})
ب. Be , B غير مشحون، أي مركب يحتوي على أحد العنصرين, لأنها قادرة على استقبال زوج الكترونات.
جـ. CO_2 , SO_2 , NO_2

قواعد لويس

١. جميع الأيونات السالبة: (O^{-2} , N^{-3} , HSO_3^{-} , Br^{-} , I^{-} , CN^{-})
٢. أي مركب يحتوي على أحد العناصر " غير مشحون " (S) (P) (O) (N)
مثل: PH_3 , NF_3 , NCl_3 , PBr_3

** سؤال كتاب **

سؤال

■ حدّد حمض لويس وقاعدته في التفاعلات الآتية:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 6H_2O_{(l)} \rightleftharpoons [Cu(H_2O)_6]^{2+}_{(aq)}$$

$$Co^{3+}_{(aq)} + 6NH_{3(aq)} \rightleftharpoons [Co(NH_3)_6]^{3+}_{(aq)}$$

$$HF_{(aq)} + CN^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons F^{-}_{(aq)} + HCN_{(aq)}$$

■ 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^{-}

٢) أ: يزيد من تركيز OH^{-} عند اذابتها في الماء.
ب: برونستد – لوري
ج: مانح للبروتون H^{+} في تفاعلاته.
د: لويس
هـ: مانح لزوج أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة.

أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

تمرين

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

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

2- $Ag^{+} + 2NH_3 \rightleftharpoons [Ag(NH_3)_2]^{+}$

3- $Cu^{2+} + 6H_2O \rightleftharpoons [Cu(H_2O)_6]^{2+}$

4- $BF_3 + F^{-} \rightleftharpoons BF_4^{-}$

5- $Cd^{+2} + 4I^{-} \rightleftharpoons [CdI_4]^{-2}$

6- $Ni^{+2} + 4NH_3 \rightleftharpoons [Ni(NH_3)_4]^{+2}$

7- $BF_3 + NH_3 \rightleftharpoons H_3N - BF_3$

	الحمض	القاعدة
١		
٢		
٣		
٤		
٥		
٦		
٧		

ب) حدد حمض وقاعدة لويس في كل من:

١) $[Ag(NH_3)_2]^{+}$ ٢) $[Fe(CN)_6]^{3-}$

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

1- $CH_3COOH + NH_2^{-} \rightleftharpoons$

2- $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons$

3- $NH_3 + HA \rightleftharpoons$

4- $CN^{-} + HCO_3^{-} \rightleftharpoons$

5- $NH_3 + CH_3NH_3^{+} \rightleftharpoons$

6- $HF + CH_3COO^{-} \rightleftharpoons$

7- $N_2H_4 + NH_4^{+} \rightleftharpoons$

8- $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons$

9- $C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons$

bbaau_31@yahoo.com

مدرس المادة: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

أولا: مفاهيم الحموض والقواعد

خلاصة مهمة

١) إذا لم يحدد السؤال اسم العالم فإننا نعتمد 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 شمولا, 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 المعادليتن الآتيتين:

$$\underset{\text{حمض}}{H_2S_{(aq)}} + \underset{\text{قاعدة}}{H_2O_{(l)}} \rightleftharpoons \underset{\text{حمض مرافق}}{H_3O^+_{(aq)}} + \underset{\text{قاعدة مرافقة}}{HS^-_{(aq)}}$$

$$\underset{\text{قاعدة}}{NH_{3(aq)}} + \underset{\text{حمض}}{H_2O_{(l)}} \rightleftharpoons \underset{\text{حمض مرافق}}{NH_4^+{}_{(aq)}} + \underset{\text{قاعدة مرافقة}}{OH^-_{(aq)}}$$

** في التفاعل الآتي:

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

* 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 جدا 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:

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

* نظرا لأن الماء يتأين بدرجة ضئيلة جدا فإن تركيزه ثابتا، وبالتالي يمكن ادخال تركيزه في ثابت الاتزان للماء حيث أن ثابت الاتزان Kc يعبر عنه باستخدام الرمز Kw ويسمى ثابت تأين الماء.

$Kw = [H3O^+][OH^-] = ١ \times ١٠^{-١٤}$ عند ٢٥ °س. لاحظ أن ثابت الإتزان للماء يتأثر بدرجة الحرارة.

* لحساب $[H_3O^+] = \frac{Kw\ (١ \times ١٠^{-١٤})}{[OH^-]}$

* لحساب $[OH^-] = \frac{Kw\ (١ \times ١٠^{-١٤})}{[H_3O^+]}$

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

ثانياً: التأين الذاتي للماء

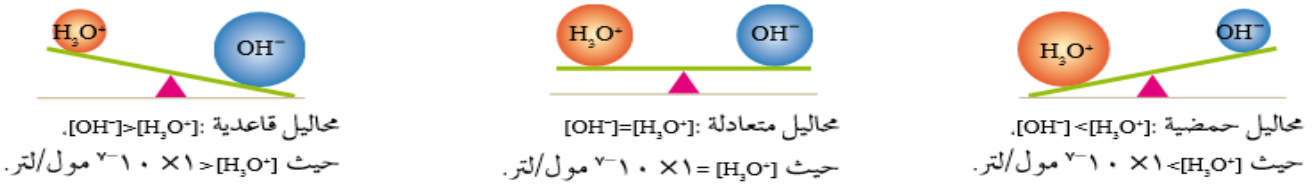
لأن [H_3O^+] = [OH^-] فإن الماء يكون متعادلاً، ويمكن استخدام [H_3O^+] و [OH^-] لتصنيف المحاليل المائية المختلفة.

٨٨ تصنف المحاليل إلى:

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

٢) محاليل حمضية $[H_3O^+] > [OH^-]$ ، $[H_3O^+] > ١ \times ١٠^{-٧}$ مول / لتر

٣) محاليل قاعدية $[H_3O^+] < [OH^-]$ ، $[H_3O^+] < ١ \times ١٠^{-٧}$ مول / لتر



سؤال: احسب $[H_3O^+]$ في محلول يحتوي على $[OH^-] = ١ \times ١٠^{-٥}$ مول / لتر. وبين سلوك المحلول.

الحل : * لحساب $[H_3O^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{[OH^-]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-٥}} = ١ \times ١٠^{-٩}$ مول / لتر

محلول قاعدي

سؤال: احسب $[OH^-]$ في محلول يحتوي على $[H_3O^+] = ٤ \times ١٠^{-٥}$ مول / لتر.

الحل: * لحساب $[OH^-] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{[H_3O^+]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٤ \times ١٠^{-٥}} = ٠,٢٥ \times ١٠^{-٩}$ مول / لتر

محلول حمضي

سؤال

■ 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	١×١٠^{-٤}		
٢		٢×١٠^{-٢}	
٣			متعادل

المحلول رقم (١): $[OH^-] = ١ \times ١٠^{-١٠}$ ،،، طبيعة المحلول: حمضي

المحلول رقم (٢): $[H_3O^+] = ٥ \times ١٠^{-١٣}$ ،،، طبيعة المحلول: قاعدي

المحلول رقم (٣): $[H_3O^+] = [OH^-] = ١ \times ١٠^{-٧}$

ثالثا: محاليل الحموض و القواعد القوية

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

$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

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 [H_3O^+] ويعد الحمض المصدر الرئيس لتركيز أيون الهيدرونيوم في المحلول، ويهمل تركيز [H_3O^+] الناتج من التأين الذاتي للماء نظراً لضآلة قيمته، و بالتالي يكون [H_3O^+] = [الحمض القوي] .

سؤال: احسب تركيز H_3O^+ و OH^- في محلول حمض HNO_3 تركيزه ١×١٠$^{-٣}$مول/لتر

الحل:

الحمض HNO_3 حمض قوي يتفكك كليا بالماء

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

سوف يكون تركيز H_3O^+ مساويا لتركيز HNO_3 ويساوي ١×١٠$^{-٣}$ مول/لتر.

$[H_3O^+]$ = ١ × ١٠ $^{-٣}$ مول / لتر.

لحساب $[OH^-] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{[H_3O^+]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-٣}}$ = ١×١٠ $^{-١١}$ مول / لتر.

** لاحظ أن $[H_3O^+] > [OH^-]$, 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:

$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

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، و بالتالي يكون $[OH^-]$ = [القاعدة القوية] .

أسئلة

١) احسب تركيز $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$ في كل من المحلولين.
أ) محلول HBr تركيزه ١×١٠^{-٤} مول / لتر.
ب) محلول NaOH تركيزه ١×١٠^{-٣} مول / لتر.

الإجابة: أ)

$$HBr \xrightarrow{H_2O} H_3O^+ + Br^-$$

الحمض HBr حمض قوي

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

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

ب)

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

القاعدة NaOH قوية

$[NaOH] = [OH^-] = ١ \times ١٠^{-٣}$ مول / لتر.

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-٣}}$$

$[H_3O^+] = ١ \times ١٠^{-١١}$ مول / لتر.

---

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

الإجابة:

$$HClO_4 \xrightarrow{H_2O} H_3O^+ + ClO_4^-$$

$HClO_4$ حمض قوي يتأين كليا في الماء ومنه تركيز $[H_3O^+] = [HClO_4] = ١ \times ١٠^{-٣}$ مول / لتر.

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-٣}} = ١ \times ١٠^{-١١}$$ مول / لتر.

ثالثا: محاليل الحموض و القواعد القوية

قوانين مهمة جداً

١) عدد المولات (مول) = الكتلة (غم) / الكتلة المولية (غم/مول) أو الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية

٢) التركيز [ ] (مول / لتر) = عدد المولات / حجم المحلول (لتر) أو عدد المولات = التركيز × حجم المحلول

أو الحجم = عدد المولات / التركيز

ملحوظة: لحساب الكتلة: ك = ح × ت × ك.م

** سؤال كتاب **

سؤال

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

◄ محلول HCl تركيزه ٢ × ١٠$^{-٣}$ مول/لتر.

◄ محلول HNO_3 تركيزه ٥ × ١٠$^{-٢}$ مول/لتر.

١) محلول HCl

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

HCl حمض قوي يتأين كليا في الماء ومنه تركيز [H_3O^+] = [HCl] = ٢ × ١٠$^{-٣}$ مول / لتر.

[OH^-] = K_w / [H_3O^+] = ١ × ١٠$^{-١٤}$ / ٢ × ١٠$^{-٣}$ = ٥ × ١٠$^{-١٢}$ مول / لتر.

٢) محلول HNO_3

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

HNO_3 حمض قوي يتأين كليا في الماء ومنه تركيز [H_3O^+] = [HNO_3] = ٥ × ١٠$^{-٢}$ مول / لتر.

[OH^-] = K_w / [H_3O^+] = ١ × ١٠$^{-١٤}$ / ٥ × ١٠$^{-٢}$ = ٢ × ١٠$^{-١٣}$ مول / لتر.

ثالثا: محاليل الحموض و القواعد القوية

** سؤال كتاب **

سؤال

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

◄ محلول KOH تركيزه ٤×١٠^{-٢} مول/لتر.

◄ محلول LiOH حُضر بإذابة $٢,٥ \times ١٠^{-٤}$ مول منه في الماء؛ للحصول على محلول حجمه ١٠٠ مل.

١) محلول KOH .

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

KOH قاعدة قوية تتأين كلياً في الماء ومنه [OH^-] = [KOH] = ٤×١٠^{-٢} مول / لتر .

$$[H_3O^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{[\ OH^-\ ]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٤ \times ١٠^{-٢}} = ٠,٢٥ \times ١٠^{-٩}$$ مول / لتر

٢) محلول LiOH .

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

المعلوم في السؤال هو عدد المولات = $٢,٥ \times ١٠^{-٤}$ و الحجم = ١٠٠ مل.

نقوم بتحويل الحجم إلى لتر و ذلك بالقسمة على ١٠٠٠ فيصبح الحجم = ٠,١ لتر

التركيز [ ] = $\frac{\text{عدد المولات}}{\text{حجم المحلول (لتر)}} = \frac{٢٥ \times ١٠^{-٥}}{٠,١} = ٢٥ \times ١٠^{-٤}$ مول / لتر

LiOH قاعدة قوية تتأين كلياً في الماء ومنه [OH^-] = [LiOH] = ٢٥×١٠^{-٤} مول / لتر .

$$[H_3O^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{[\ OH^-\ ]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢٥ \times ١٠^{-٤}} = ٤ \times ١٠^{-١٢}$$ مول / لتر

ملحوظة

** الحموض والقواعد القوية تتفكك كليا في الماء.

$$[H_3O^+] = [HCl] = [\ HBr] = [\ HClO_4] = [\ HNO_3] = \underline{2 \times [\ H_2SO_4]}$$

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

** يعني ذلك أنه إذا كان تركيز [HCl] = ٠,١ مول / لتر فإن تركيز [H_3O^+] = ٠,١ مول / لتر.

في حين إذا كان تركيز [H_2SO_4] = ٠,١ مول/ لتر فإن تركيز [H_3O^+] = ٠,١ × ٢ = ٠,٢ مول / لتر, وهذا الأمر نفسه يطبق على القواعد أعلاه.

رابعاً: الرقم الهيدروجيني

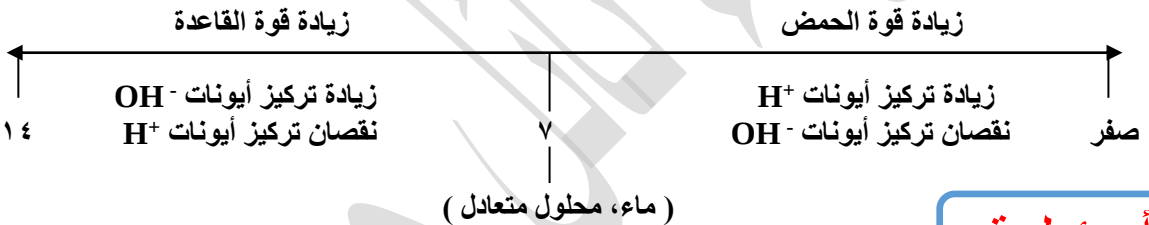
** لقد تعرفنا سابقاً طريقة حساب أيون الهيدرونيوم و أيون الهيدروكسيد في محاليل الحموض و القواعد القوية و بالتدقيق في قيم تركيزهما نجدها قليلة في كثير من الأحيان، فتركيزهما في الماء النقي يساوي ١ × ١٠ $^{-٧}$ مول / لتر ، ولا يخفى أن يكون هناك صعوبة في التعامل مع الأسس السالبة و إجراء عمليات حسابية عليها؛ لذا فقد اصطلح الكيميائيون للتعبير عن هذه التراكيز من خلال ما يسمى **بالرقم الهيدروجيني (pH)** والذي يمكننا من التعامل مع الأسس بطريقة أسهل .

الرقم الهيدروجيني pH: اللوغاريتم السالب للأساس ١٠ لتركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول.

pH = - لو $[H_3O^+]$

لحساب $[H_3O^+]$ اذا كان pH معلوم في السؤال نستخدم العلاقة
$[H_3O^+] = ١٠^{-PH}$

* كلما زادت قيمة pH قل تركيز $[H_3O^+]$ وزاد تركيز $[OH^-]$.
** العلاقة بين pH و $[H_3O^+]$ عكسية.
** العلاقة بين pH و $[OH^-]$ طردية.



أسئلة

١) لديك الجدول التالي ادرس جيدا ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

المحلول	pH
A	12
B	3
C	8
D	7
E	2.2

أ) الحمض الأقوى ب) القاعدة الأقوى جـ) محلول له أعلى $[H_3O^+]$
د)محلول له أعلى $[OH^-]$ و) ماء نقي. ز) محلول متعادل
ط) احسب $[H_3O^+]$ في المحلول A.

الإجابة: أ) E ب) A جـ) E د) A
و) D ز) D
ط) PH = لو$[H_3O^+]$ ⟵ $[H_3O^+] = ١٠^{-PH} = ١٠^{-١٢}$
$[H_3O^+] = ١ \times ١٠^{-١٢}$ مول / لتر

رابعاً: الرقم الهيدروجيني

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

المحلول	$[H_3O^+]$
A	٢×١٠^{-١١}
B	٦×١٠^{-٨}
C	٥×١٠^{-٢}
D	١×١٠^{-٧}
E	١×١٠^{-٣}

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

الإجابة:

١) A ٢) C ٣) C ٤) A ٥) C ٦) A ٧) D

٨) $[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-٣}} = ١ \times ١٠^{-١١}$ مول/ لتر

---

٣) احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه ٢×١٠^{-٣} مول/لتر لو٢ = ٠,٣

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

HCl حمض قوي فإن تركيز $H_3O^+ = ٢ \times ١٠^{-٣}$

وعليه فإن:

$pH = -$ لو $[H_3O^+] = -$ لو $[٢ \times ١٠^{-٣}] = ٣ - $ لو٢ $= ٣ - ٠,٣ = ٢,٧$

---

٤) عينة عصير فواكه رقمها الهيدروجيني PH = ٤,٧٦ فما تركيز H_3O^+ في العصير. ($١٠^{-٠,٢٤} = ١,٧٣$)

الحل:

$pH = -$ لو $[H_3O^+]$

$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-٤,٧٦} = ١٠^{-٠,٢٤} \times ١٠^{-٥}$ $[H_3O^+] = ١,٧٣ \times ١٠^{-٥}$ مول / لتر.

---

٥) احسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول HNO_3 تركيزه ٠,٠٠١ مول / لتر. ثم احسب تركيز [-OH] ؟

الحل:

الإجابة: pH = ٣ $[OH^-] = ١ \times ١٠^{-١١}$ مول / لتر

رابعاً: الرقم الهيدروجيني

٦) ** سؤال كتاب **

سؤال

- احسب الرقم الهيدروجيني (pH) لكلا المحلولين الآتيين:
  - حمض البيروكلوريك $HClO_4$ الذي تركيزه ١,٥ × ١٠$^{-٢}$ مول/لتر.
  - حمض HBr الذي تركيزه ٣ × ١٠$^{-٣}$ مول/لتر.

  علمًا بأن لو ١,٥ = ٠,١٨، لو ٣ = ٠,٥
- بيّن أي المحلوليين أكثر حمضية.

١) أ) حمض $HClO_4$:

$$HClO_4 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + ClO_4^-$$

$HClO_4$ حمض قوي يتأين كليا في الماء ومنه تركيز [H_3O^+] = [$HClO_4$] = ١,٥ × ١٠$^{-٢}$ مول / لتر.

pH = - لو [H_3O^+] = - لو [١,٥ × ١٠$^{-٢}$] = ٢ – لو١,٥ = ٢ – ٠,١٨ = ٠,٢

ب) حمض HBr :

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

HBr حمض قوي يتأين كليا في الماء ومنه تركيز [H_3O^+] = [HBr] = ٣ × ١٠$^{-٣}$ مول / لتر.

pH = - لو [H_3O^+] = - لو [٣ × ١٠$^{-٣}$] = ٣ – لو٣ = ٣ – ٠,٥ = ٢,٥

٢) المحلول الأكثر حمضية هو $HClO_4$.

٧) ** سؤال كتاب **

سؤال

- إذا علمت أن قيمة pH لعينة دم الإنسان = ٧,٤، فما تركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في دمه؟ علمًا بأن لو ٤ = ٠,٦

pH = - لو [H_3O^+]

[H_3O^+] = ١٠ $^{-pH}$ = ١٠ $^{-٧,٤}$ = ١٠ ^{٠,٦} × ١٠ $^{-٨}$ مول / لتر. **[H_3O^+] = ٤ × ١٠ $^{-٨}$ مول / لتر.**

رابعاً: الرقم الهيدروجيني

٨) أذيب ٠,٢ مول من NaOH في ١ لتر من الماء.احسب الرقم الهيدروجيني , لو٥ = ٠,٧

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

PH = - لو $[H_3O^+]$.

نجد [NaOH] = عدد المولات / الحجم = ٠,٢ / ١ = ٢×١٠$^{-1}$ مول/لتر

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

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

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

$[H_3O^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-1}}$ $\quad [H_3O^+] = \frac{1}{2} \times 10^{-13}$

$[H_3O^+] = 5 \times 10^{-14}$ $\quad pH = -$ لو $[H_3O^+]$ $\quad pH = -$ لو $[5 \times 10^{-14}]$

PH = ١٤ – لو٥ = ١٤ – ٠,٧ = ١٣,٣

أنا مصمم على بلوغ الهدف,
فإما 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

$Ca(OH)_2$ = ٧٤ غم / مول. لو٢ = ٠,٣

PH = - لو $[H_3O^+]$

نريد أن نجد تركيز $[H_3O^+]$

التركيز = عدد المولات / الحجم ** عدد المولات مجهول أيضا

عدد المولات = الكتلة / الكتلة المولية = ٣٧ / ٧٤ = ٠,٥ مول

التركيز = ٠,٥ / ٢ = ٠,٢٥ مول / لتر

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

٠,٢٥ مول/ لتر $\quad$ ٢ × ٠,٢٥ مول/ لتر

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

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

$[H_3O^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{0,5}$ $\quad [H_3O^+] = 2 \times 10^{-14}$

PH = - لو $[H_3O^+]$ = ١٤ – لو٢ = ١٤ – ٠,٣ = ١٣,٧ pH

رابعاً: الرقم الهيدروجيني

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

الإجابة:

$$HCl \xrightarrow{H_2O} H_3O^+ + Cl^-$$

HCl : حمض قوي ... $[H_3O^+] = [HCl]$

$pH = -$ لو $[H_3O^+]$ $\longleftrightarrow$ $[H_3O^+] = ١٠^{-pH}$ **$[H_3O^+] = ١٠^{-٤}$ مول/ لتر.**

$[HCl] = [H_3O^+] = ١٠^{-٤}$ مول/ لتر.

---

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

الإجابة:

---

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

أ) $[H_3O^+]$ **ب) $[OH^-]$** ** علما بأن الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم = ٤٠ غم / مول.

الإجابة:

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

$[OH^-] = [NaOH]$

$[NaOH] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}}$ $\longleftrightarrow$ **عدد المولات $= \frac{\text{الكتلة}}{\text{ك . م}}$**

عدد المولات $= \frac{٢}{٤٠} = ٠,٠٥$ مول

$[NaOH] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \frac{٠,٠٥}{١} = ٠,٠٥$ مول/ لتر

ومنها $[OH^-] = ٠,٠٥$ مول / لتر.

$[H_3O^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٥ \times ١٠^{-٢}} = ٢ \times ١٠^{-١٣}$ مول/ لتر.

---

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

الإجابة:

PH = ٠,٦

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) ١ × ١٠ $^{-١١}$ ج) ١ × ١٠ $^{-١١}$

---

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 = ١ × ١٠ $^{-٤}$
** المحلول C تركيز [OH^-] فيه = ٢ × ١٠ $^{-١٠}$

أ) هل المحاليل السابقة تعتبر قواعد أم حموض ؟ لماذا ؟
ب) أي المحاليل أقوى كحمض ؟
ج) ما العلاقة بين pH و قوة 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) وضّح المقصود بكل من:

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

٢) ادرس التفاعلين الآتيين، وعيّن الحمض والقاعدة في كل منهما وَفق مفهوم برونستد – لوري.

$$PO_4^{3-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HPO_4^{2-}{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$HNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow NO_3^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

٣) أكمل الجدول الآتي:

معادلة التفاعل	الحمض	القاعدة المرافقة	القاعدة	الحمض المرافق
$HF + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3 + F^-$				H_2CO_3
$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons \ldots\ldots + OH^-$	H_2O			
$N_2H_5^+ + H_2O \rightleftharpoons \ldots\ldots + \ldots\ldots$			H_2O	
$\ldots\ldots + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + \ldots\ldots$		$C_6H_5COO^-$		

٤) ادرس التفاعلين الآتيين، ثم أجب عمّا يأتي:

$$H_2SO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+{}_{(aq)} + HSO_3^-{}_{(aq)}$$

$$CO_3^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCO_3^-{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

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

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

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

٦) فسّر مستعينًا بمعادلات السلوك القاعدي للأمونيا NH_3 وفق مفهومي برونستد – لوري، ولويس.

٧) عيّن حمض لويس وقاعدته في التفاعلين الآتيين:

$$Ag^+{}_{(aq)} + 2NH_{3(aq)} \rightleftharpoons [Ag(NH_3)_2]^+{}_{(aq)}$$

$$Fe^{3+}{}_{(aq)} + 6CN^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons [Fe(CN)_6]^{3-}{}_{(aq)}$$

أسئلة الفصل

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

أ) محلول تركيز H_3O^+ فيه = ٣×١٠ $^{-١١}$ مول/لتر.

ب) محلول قيمة pH له = ٢

جـ) محلول تركيز أيونات OH^- فيه = ٢×١٠ $^{-١٠}$ مول/لتر.

٩) أي من الآتية يعد أمفوتيريًّا:

HCO_3^- ، CH_3NH_2 ، H_2O ، $HCOO^-$

١٠) تم إذابة ٠,٨١ غ من HBr في الماء فتكوّن محلول حجمه ٥٠٠مل. احسب pH للمحلول، علمًا بأن الكتلة المولية لـ HBr = ٨١ غ/مول، لو٢= ٠,٣

١١) احسب كتلة KOH اللازمة لتحضير محلول حجمه لتر، والرقم الهيدروجيني له ١٢,٣، علمًا بأن الكتلة المولية لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH = ٥٦ غ/مول، لو٥= ٠,٧

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

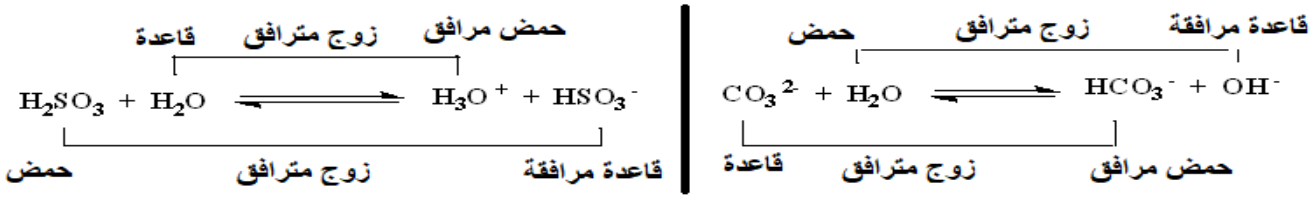
السؤال الثالث:

الحمض المرافق	القاعدة	القاعدة المرافقة	الحمض	معادلة التفاعل
H_2CO_3	HCO_3^-	F^-	HF	$HF + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3 + F^-$
	CH_3NH_2	OH^-	H_2O	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$
H_3O^+	H_2O	N_2H_4	$N_2H_5^+$	$N_2H_5^+ + H_2O \rightleftharpoons N_2H_4 + H_3O^+$
H_3O^+	H_2O	$C_6H_5COO^-$	C_6H_5COOH	$C_6H_5COOH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H_3O^+$

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.

$$HCN \xrightleftharpoons{H_2O} H^+ + CN^-$$

اجابة أسئلة الفصل

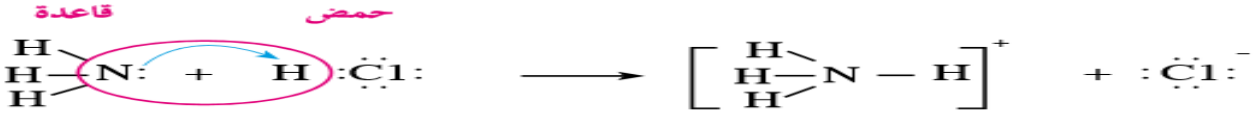
السؤال السادس: حسب مفهوم برونستد – لوري:

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

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

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 جـ) حمضي

السؤال التاسع: HCO_3^- / H_2O .

السؤال العاشر:

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

$[HBr] = [H_3O^+]$ لأنه حمض قوي يتأين كلياً.

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

$pH = -$ لو $[H_3O^+] = ٢ -$ لو $٢ = ١,٧$

$[HBr] =$ عدد المولات / الحجم

عدد المولات $= ٠,٨١ / ٨١ = ٠,٠١$

$[HBr] = ٠,٠١ / ٠,٥ = ٠,٠٢$

السؤال الحادي عشر:

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

ك = ح × ت × ك.م

$= ١ \times ٢ \times ١٠^{-٢} \times ٥٦$

ك = ١,١٢ غم

إيجاد تركيز KOH .

$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-١٢,٣} \Leftarrow [H_3O^+] = ٥ \times ١٠^{-١٣}$ مول/لتر

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

السؤال الثاني عشر: أن يضيف كبريتات الألمنيوم و القليل 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 ؟

أ) CO_3^{2-} ب) H_2S جـ) H_2SO_3 د) HCO_3^-

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

الإجابة:

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

وزارة ٢٠٠١

النجاح كعلم الكيمياء, إذا كانت الظروف مواتيه فستكون النتائج حتمية

١) إحدى الصيغ الآتية تسلك سلوك القاعدة فقط:

أ) $HCOO^-$ ب) NH_4^+ جـ) H_2O د) HCO_3^-

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:

$$B(OH)_3 + Cl^- \rightleftharpoons [B(OH)_3Cl]^-$$

حمض قاعدة

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 $[Co(NH_3)_4]^{2+}$

الحمض: Co^{2+} القاعدة: NH_3

وزارة ٢٠١١

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

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

٢) المادة التي تعد حمضاً حسب مفهوم لويس فقـط :

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 = ١ × ١٠ $^{-١٤}$).

الإجابة: عزيزي الطالب كما ذكرنا سابقا أنه لحساب الكتلة.

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

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^+] = ١٠ − pH = ١ × ١٠ $^{-١٣}$ مول / لتر

[OH^-] = ١ × ١٠ $^{-١}$ مول / لتر = [KOH]

ك = ٠,٥ × ١ × ١٠ $^{-١}$ × ٥٦ = ٢,٨ غم.

وزارة ٢٠١٠

احسب عدد مولات $Ba(OH)_2$ اللازم إذابتها في الماء النقي لتكوين محلول حجمه ٥ لترات و قيمة pH له = ١٠ ,
علما بأن: K_w = ١ × ١٠ $^{-١٤}$

الإجابة:

عدد المولات = التركيز × الحجم (معلوم في السؤال)

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

يجب علينا حساب تركيز [OH^-] لإيجاد تركيز $Ba(OH)_2$.
لاحظ أن pH معلومة في السؤال يمكن من خلالها إيجاد [H_3O^+]

[H_3O^+] = ١٠ − pH = ١ × ١٠ $^{-١٠}$ ومنها يمكن حساب [OH^-]

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

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

عدد المولات = ٥ × ١٠ $^{-٥}$ × ٥ = ٢,٥ × ١٠ $^{-٤}$

مدرس المادة: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

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

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

قبل التأين	س	صفر	صفر
بعد التأين	صفر	س	س

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

** الحموض الضعيفة: هي الحموض التي تتأين جزئيا في الماء.

** يعبر عن تفكك الحموض الضعيفة بسهمين ⟵⟶ (تفاعل منعكس)

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

التركيز عند البداية	١,٠ مثلاً (على افتراض)	صفر	صفر
التركيز عند الإتزان	٠,١ - س	س	س

$$\underset{\text{حمض}}{HA_{(aq)}} + \underset{\text{قاعدة}}{H_2O_{(l)}} \rightleftharpoons \underset{\text{حمض مرافق}}{H_3O^+_{(aq)}} + \underset{\text{قاعدة مرافقة}}{A^-_{(aq)}}$$

** 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، و دمجه مع ثابت الاتزان و عندها يرمز لثابت الاتزان بالرمز Ka ويسمى ثابت تأين الحمض الضعيف.

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

** يمكن التعبير عن ثابت التأين للحمض الضعيف Ka بالعلاقة الآتية:

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

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

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

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

** العلاقة طردية بين Ka و $[H_3O^+]$

** العلاقة عكسية بين Ka و PH

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

اسم الحمض	الصيغة	Ka
حمض الكبريتيت	H_2SO_3	$١٠\times١,٥^{-٢}$
حمض الهيدروفلوريك	HF	$١٠\times٧,٢^{-٤}$
حمض النيتريت	HNO_2	١٠×٤^{-٤}
حمض الميثانويك	HCOOH	$١٠\times١,٧^{-٤}$
حمض البنزويك	C_6H_5COOH	$١٠\times٦,٥^{-٥}$
حمض الإيثانويك	CH_3COOH	$١٠\times١,٨^{-٥}$
حمض الكربونيك	H_2CO_3	$١٠\times٤,٣^{-٧}$
حمض الهيبوكلوريت	HOCl	$١٠\times٣,٥^{-٨}$
حمض هيدروسيانيك	HCN	$١٠\times٦,٢^{-١٠}$

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

**** سؤال كتاب ****

سؤال

- 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: C_6H_5COOH 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 ١×١٠^{-٢} مول/لتر أكبر أم أقل من ٢؟ 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 ١×١٠^{-٢} مول/لتر

أسئلة

١) احسب قيمة PH لمحلول حمض الميثانويك HCOOH الذي تركيزه ٠,١ مول / لتر علما بأن لو ٤,١ = ٠,٦١ وقيمة Ka = $١,٧ \times ١٠^{-٤}$.

الحل: في البداية نكتب معادلة تأين الحمض:

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

حيث تركيز المواد الناتجة $[HCOO^-] = [H_3O^+]$

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

$$١,٧ \times ١٠^{-٤} = \frac{س^٢}{٠,١} \quad س^٢ = \sqrt{١,٧ \times ١٠^{-٥}} \quad س = ٤,١ \times ١٠^{-٣} \text{ مول / لتر}$$

$[H_3O^+]$ = $٤,١ \times ١٠^{-٣}$ مول / لتر
بمعرفة تركيز $[H_3O^+]$ يمكن حساب PH للمحلول.
PH = - لو $[H_3O^+]$
PH = - لو [$٤,١ \times ١٠^{-٣}$] ٣ – لو ٤,١ ٣ – ٠,٦١ = ٢,٣٩

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

٢) محلول من الحمض الضعيف CH_3COOH تركيزه ٠,٠١ مول / لتر ورقمه الهيدروجيني (٤,٣) لو٥ = ٠,٧
أ) أكتب معادلة تأين الحمض. ب) احسب Ka للحمض.

الحل:

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

ب) $Ka = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{س^2}{[CH_3COOH]}$

يجب علينا يا زعيم إيجاد قيمة $[H_3O^+]$ وذلك من خلال قيمة PH المعلومة في السؤال:

$PH = \text{لو}[H_3O^+] \longleftrightarrow [H_3O^+] = ١٠^{-PH} = ١٠^{-٤,٣} = ١٠^{٠,٧} \times ١٠^{-٥}$

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

$Ka = \frac{(٥ \times ١٠^{-٥})^2}{١ \times ١٠^{-٢}} = \frac{٢٥ \times ١٠^{-١٠}}{١ \times ١٠^{-٢}} = ٢٥ \times ١٠^{-٨}$

*** ملحوظات:**

١) الحمض الذي يملك أكبر قيمة Ka هو الحمض الأقوى ويملك قاعدة مرافقة أضعف.
٢) الحمض الذي يملك أقل قيمة Ka هو الحمض الأضعف وتكون قاعدته المرافقة هي الأقوى.
٣) كلما زادت Ka زادت قوة الحمض وقلت قوة القاعدة.
٤) $٢ \times ١٠^{-٤} > ٢ \times ١٠^{-٥}$ ٥) $١,٥ \times ١٠^{-٣} > ١ \times ١٠^{-٣}$

---

٣) احسب قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول حمض البنزويك C_6H_5COOH الذي تركيزه ٠,٠١ مول / لتر علما بأن Ka للحمض = $٦,٣ \times ١٠^{-٥}$.

الإجابة: pH = ٣,١

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

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

الحمض	Ka
Hx	١×١٠^{-٧}
Hy	١×١٠^{-٥}
Hz	١×١٠^{-١٠}

أ) ما صيغة الحمض الأقوى ب) ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى
ج) أيهما يكون [+H3O] في محلوله أعلى Hx أم Hz.
د) أيهما لمحلوله أعلى رقم هيدروجيني Hy أم Hz .
هـ) حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة في المعادلة.

$$HX + Z^- \rightleftharpoons HZ + X^-$$

الإجابة: أ) Hy ب) Z^- جـ) Hx د) Hz هـ)

حمض مرافق — قاعدة
$HX + Z^- \rightleftharpoons HZ + X^-$
حمض — قاعدة مرافقة

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

الحمض	Ka
CH_3COOH	٦×١٠^{-٥}
H_2SO_3	١×١٠^{-٢}
HF	١×١٠^{-٤}
HCN	٤×١٠^{-١٠}

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.

$$HF + CH_3COO^- \rightleftharpoons$$

الإجابة: $HCN < CH_3COOH < HF < H_2SO_3$

١) H_2SO_3 ٢) CN^- ٣) HCN ٤)

حمض مرافق — زوج مترافق — قاعدة
$HF + CH_3COO^- \rightleftharpoons F^- + CH_3COOH$
حمض — زوج مترافق — قاعدة مرافقة

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 إحسب ثابت تأين حمض البنزويك Ka , إذا علمت أن الكتلة الذرية لكل من (C = ١٢ H = ١ O = ١٦) .

الإجابة:

$$C_6H_5COOH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H_3O^+$$

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

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

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

$Ka = \frac{(10^{-3} \times 1)^2}{0,03}$

$Ka = 3 \times 10^{-5}$

ايجاد تركيز الحمض $[C_6H_5COOH]$

التركيز = عدد المولات / الحجم

عدد المولات = الكتلة / الكتلة المولية = ٧,٤ غ / ١٢٢ غ/ مول = ٠,٠٦ مول

معلوم في السؤال = ٢ لتر

التركيز = ٠,٠٦ / ٢ = ٠,٠٣ 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
$[H_3O^+]$	3×10^{-6}	1×10^{-3}	1×10^{-6}	$1,5 \times 10^{-4}$

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

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

الإجابة:

١) $HCN < H_2S < HF < H_2SO_3$ ٢) $Ka = \frac{[H_3O^+][CN^-]}{[HCN]} = \frac{(١ \times ١٠^{-٦})^٢}{٠,١} = ١ \times ١٠^{-١١}$

٣) $[OH^-] = ٠,٣ \times ١٠^{-٨}$ مول/ لتر ٤) H_2SO_3 ٥) CN^- ٦) HSO_3^- ٧) سهل ٨) سهل

٩) $pH = -$ لو $[H_3O^+] = ٤ -$ لو $١,٥ = ٤ - ٠,٢ = ٣,٨$ ١٠) H_2SO_3

أسئلة وزارية

وزارة ٢٠٠١

لديك أربعة محاليل مائية لبعض الحموض الضعيفة بتراكيز متساوية (٠,١ مول / لتر) لكل منها.
بالاعتماد على المعلومات الواردة عن كل حمض في الجدول المجاور,
أجب عما يآتي:

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

١) احسب قيمة Ka لكل من الحمضين : HA , HB .
٢) أي القاعدتين المرافقتين أقوى : C^- أم D^- .
٣) أكتب معادلة تفاعل الحمض HC مع القاعدة NH_3 , وفق تعريف برونستد – لوري , وحدد الزوجين المترافقين من الحمض و القاعدة في معادلة التفاعل نفسه.
٤) ماذا يحدث لقيمة pH للحمض HB إذا خففنا التركيز إلى ٠,٠٥ مول/ لتر,(تقل , تبقى ثابتة, تزداد).

الإجابة:

١) **الحمض HA**

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

٠,١ — ٧×١٠^{-٦} — ٧×١٠^{-٦}

$$Ka = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(٧ \times ١٠^{-٦})^٢}{١٠^{-١} \times ١} = ٤,٩ \times ١٠^{-١٠}$$

الحمض HB

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

لإيجاد تركيز H_3O^+ من خلال قيمة pH

$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-٤}$ مول / لتر.

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

$$K_b = \frac{[H_3O^+][B^-]}{[HB]} = \frac{(١ \times ١٠^{-٤})^٢}{١٠^{-١} \times ١} = ١ \times ١٠^{-٧}$$

٤) تزداد

بعد تثبيت قيم Ka

الحمض	Ka
HA	$٤,٩ \times ١٠^{-١٠}$
HB	١×١٠^{-٧}
HC	$٤,٥ \times ١٠^{-٤}$
HD	$٦,٤ \times ١٠^{-٥}$

$HA < HB < HD < HC$
زيادة قوة الحمض بزيادة Ka

٢) D^- ٣) $HC + NH_3 \rightleftharpoons C^- + NH_4^+$

حمض — قاعدة مرافقة
قاعدة — حمض مرافق

وزارة ٢٠٠٤

١) إذا علمت أن Ka للحمض HOCl يساوي ٢,٨ × ١٠ $^{-٨}$, وتركيزه (٠,٢٥ مول / لتر) احسب تركيز [H_3O^+].

الإجابة:

[H_3O^+] = ٨,٤ × ١٠ $^{-٥}$ مول/ لتر

٢) إذا كانت قيمة pH لمحلول HCN تساوي (٥), احسب تركيز الحمض علماً بأن ثابت تأين الحمض Ka يساوي ٥ × ١٠ $^{-١٠}$

الإجابة: تركيز [HCN] = ٠,٢ مول / لتر

وزارة ٢٠٠٨

لديك المحلولين اللذين يحملان الرقمين (١ , ٢) , المحلول (١) هو محلول KOH تركيزه (١ × ١٠ $^{-٤}$) مول / لتر, المحلول (٢) هو محلول H_2S تركيزه (١ × ١٠ $^{-١}$) مول / لتر. قيمة Ka له تساوي (١ × ١٠ $^{-٧}$).
احسب قيمة: ١) pH للمحلول رقم (١). ٢) pH للمحلول رقم (٢).

الإجابة:

١)

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

KOH قاعدة قوية تتأين كليا في الماء [OH^-] = [KOH]
[OH^-] = ١ × ١٠ $^{-٤}$ ومنها يمكننا ايجاد [H_3O^+]

[H_3O^+] = K_w / [OH^-] = ١ × ١٠ $^{-١٤}$ / ١ × ١٠ $^{-٤}$ = ١ × ١٠ $^{-١٠}$ مول/ لتر.

pH = - لو [H_3O^+] = ١٠ – لو ١ = ١٠

٢)

$$H_2S + H_2O \rightleftharpoons HS^- + H_3O^+$$

يتم حساب تركيز [H_3O^+] من خلال قيمة Ka

Ka = س^{٢} / [H_2S] = س^{٢} = ١ × ١٠ $^{-٧}$ × ١ × ١٠ $^{-١}$

س^{٢} = $\sqrt{١ \times ١٠^{-٨}}$ س = ١ × ١٠ $^{-٤}$ مول/ لتر

[H_3O^+] = ١ × ١٠ $^{-٤}$

pH = - لو [H_3O^+] = ٤ – لو ١ = ٤

ثانياً: الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

** القاعدة الضعيفة: هي القاعدة التي تتأين جزئيا 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.

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

قبل التأين	١,٠ على افتراض	صفر	صفر
بعد التأين	١,٠ – س	س	س

** يمكن تعبير ثابت الاتزان للتفاعل:

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

و كما في الحموض الضعيفة, فإن تركيز الماء يبقى ثابتا, ويمكن دمجه مع ثابت الإتزان, وعندها يرمز له بالرمز K_b، ويسمى ثابت تأين القاعدة الضعيفة. و يعبر عنه رياضياً كما يلي:

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

** 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 التأين لعدد من القواعد الضعيفة عند ٢٥°س.

اسم القاعدة	صيغة القاعدة	معادلة التأين	Kb
إيثيل أمين	$C_2H_5NH_2$	$C_2H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5NH_3^+ + OH^-$	$٦,٥ \times ١٠^{-٤}$
ميثيل أمين	CH_3NH_2	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	$٤,٤ \times ١٠^{-٤}$
أمونيا	NH_3	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$	$١,٨ \times ١٠^{-٥}$
هيدرازين	N_2H_4	$N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$	$١,٣ \times ١٠^{-٦}$
بيريدين	C_5H_5N	$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$	$١,٧ \times ١٠^{-٩}$
أنيلين	$C_6H_5NH_2$	$C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+ + OH^-$	$٣,٨ \times ١٠^{-١٠}$

سؤال

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

١) NH_3 ٢) $C_2H_5NH_3^+$

3) قاعدة مرافقة — زوج مترافق — حمض

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

قاعدة — زوج مترافق — حمض مرافق

٤) الأمونيا NH_3 ٥) الهيدرازين

ثانياً: الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

أسئلة

١) احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول الهيدرازين N_2H_4 الذي تركيزه ٠,٠١ مول/لتر $K_b = ١,٣ \times ١٠^{-٦}$

الحل: أولاً نكتب معادلة التأين للهيدرازين.

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

	N_2H_4	$N_2H_5^+$	OH^-
التركيز في البداية	٠,٠١	صفر	صفر
التركيز عند الإتزان	٠,٠١ - س	س	س

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

$$K_b = \frac{س^٢}{[N_2H_4]} = ١,٣ \times ١٠^{-٦} = \frac{س^٢}{١٠^{-٢}}$$

$$س^٢ = \sqrt{١,٣ \times ١٠^{-٨}}$$

س = $١,١٤ \times ١٠^{-٤}$ مول / لتر. = $[OH^-]$

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

$PH = - \text{لو} [H_3O^+]$

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

$١٠^{-١٤} \times ١ = س \times ١٠^{-٤} \times ١,١٤$

$[H_3O^+] = ٨,٨ \times ١٠^{-١١}$

$PH = - \text{لو} ٨,٨ \times ١٠^{-١١}$

$PH = ١١ - \text{لو} ٨,٨$ $\quad ١١ - ٠,٩٤٤$ $\quad pH = ١٠,٠٥٦$

٢) محلول قاعدة ضعيفة تركيزه ٠,١ مول / لتر ورقمه الهيدروجيني ٩ , فما قيمة K_b لهذا المحلول.

$pH = - \text{لو} [H_3O^+] = [H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-٩}$

$[H_3O^+] = ١ \times ١٠^{-٩}$ مول/ لتر

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

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

$K_b = \frac{[AH^+][OH^-]}{[A]} = \frac{(١ \times ١٠^{-٥})^٢}{٠,١}$

$K_b = ١ \times ١٠^{-٩}$

ثانياً: الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

٣) احسب الرقم الهيدروجيني PH لمحلول الأنيلين $C_6H_5NH_2$ الذي تركيزه ٠,٠٢ مول / لتر.
$K_b = ٤ \times ١٠^{-١٠}$, لو ٣ = ٠,٥

الإجابة:

$pH = -$ لو $[H_3O^+]$

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

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

$$K_b = \frac{س^٢}{[C_6H_5NH_2]} = س^٢ = \sqrt{٤ \times ١٠^{-١٠} \times ٢ \times ١٠^{-٢}}$$

$س = ٢,٨ \times ١٠^{-٦}$ مول/ لتر $= [OH^-]$

ومن تركيز $[OH^-]$ نحسب $[H_3O^+]$

$$[H_3O^+] = \frac{Kw}{[OH^-]} = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢,٨ \times ١٠^{-٦}} = ٣ \times ١٠^{-٩}$$

$pH = -$ لو $[H_3O^+]$ = ٩ – لو ٣ = ٩ – ٠,٤٨ = ٨,٥

$pH = ٨,٥$

٤) وجد أن الرقم الهيدروجيني لقاعدة ضعيفة مجهولة يساوي ٩ فإذا علمت أن تركيزها ٠,٢٣ مول / لتر .

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

الإجابة:

$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١ \times ١٠^{-٩}$ ومنها نجد

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

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

$$K_b = \frac{[AH^+][OH^-]}{[A]} = \frac{(١ \times ١٠^{-٥})^٢}{٠,٢٣}$$

$K_b = ٤,٣٥ \times ١٠^{-١٠}$

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 , علما بأن ثابت التأين للأمونيا $K_b = ١,٨ \times ١٠^{-٥}$, و الكتلة المولية للأمونيا ١٧ غ/ مول.

الإجابة:

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

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

- معلوم في السؤال
- معلوم في السؤال لكن يجب التحويل إلى لتر بالقسمة على ١٠٠٠
- مجهول يجب علينا إيجاده

$[H_3O^+] = ١٠^{-pH} = ١٠^{-١٢}$ مول / لتر.

$[OH^-] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-١٢}} = ١ \times ١٠^{-٢}$ مول/ لتر.

$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = ١,٨ \times ١٠^{-٥} = \frac{(١ \times ١٠^{-٢})^٢}{[NH_3]}$

$[NH_3] = \frac{(١ \times ١٠^{-٢})^٢}{١,٨ \times ١٠^{-٥}} = ٥,٥$ مول/ لتر.

الكتلة = الحجم × التركيز × الكتلة المولية

الكتلة = $\frac{٤٠٠}{١٠٠٠} \times ٥,٥ \times ١٧$

الكتلة = ٣٧,٤ غم.

---

٦) احسب كتلة الهيدروكسيل أمين NH_2OH اللازم إذابتها في الماء لتحضير محلول حجمه ٥٠٠ سم^٣ , ورقمه الهيدروجيني ١٠ , علما بأن K_b للقاعدة $= ١ \times ١٠^{-٨}$, 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

القاعدة	Kb
$C_2H_5NH_2$	$٢,٥ \times ١٠^{-٤}$
$C_6H_5NH_2$	$٤,٣ \times ١٠^{-١٠}$
N_2H_4	$١,٣ \times ١٠^{-٦}$
NH_3	$١,٨ \times ١٠^{-٥}$
C_5H_5N	$١,٧ \times ١٠^{-٩}$

٧) يمثل الجدول المجاور (١,٠ مول / لتر) من محاليل بعض القواعد أدرسه جيدا و أجب عما يليه:

١) ما هي صيغة الحمض المرافق الأضعف.

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 التأين 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:

$$C_6H_5NH_2 < C_5H_5N < N_2H_4 < NH_3 < C_2H_5NH_2$$

قوة القاعدة بزيادة قيمة K_b

١) $C_2H_5NH_3^+$ ٢) $C_2H_5NH_2$ ٣) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

٤) $C_2H_5NH_2$ ٥) سهل ٦) $C_2H_5NH_2$ ٧) سهل

أسئلة وزارية

وزارة ٢٠٠٠

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

صيغة القاعدة	K_b
NH_2OH	١×١٠^{-٨}
CH_3NH_2	٤×١٠^{-٤}
$C_6H_5NH_2$	٤×١٠^{-١٠}
N_2H_4	١×١٠^{-٦}

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 محلول $C_6H_5NH_2$ (التركيز نفسه).

٥) احسب قيمة pH لمحلول N_2H_4 تركيزه (٠,٠١ مول / لتر) مستعينا بمعادلة التفاعل الآتية:

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

$K_w = ١ \times ١٠^{-١٤}$

الإجابة: كلما زادت قيمة K_b زادت قوة القاعدة.

$C_6H_5NH_2 < NH_2OH < N_2H_4 < CH_3NH_2$

زيادة قوة القاعدة بزيادة قيمة K_b

١) $C_6H_5NH_3^+$ (٣,٢ $NH_2OH + H_2O \rightleftharpoons NH_3OH^+ + OH^-$ (٤ CH_3NH_2

قاعدة — حمض مرافق

حمض — قاعدة مرافقة

٥) pH = - لو $[H_3O^+]$ يجب ايجاد $[H_3O^+]$ وذلك من خلال ايجاد تركيز OH^-

$K_b = \frac{[N_2H_5^+][OH^-]}{[N_2H_4]} = \frac{س^٢}{١ \times ١٠^{-٢}} = ١ \times ١٠^{-٦} = \frac{س^٢}{١ \times ١٠^{-٢}}$ ومنها $س^٢ = ١ \times ١٠^{-٨}$ $س = ١ \times ١٠^{-٤}$ مول / لتر

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

pH = - لو $[H_3O^+]$ = ١٠ – لو ١

pH = ١٠

وزارة ٢٠١٣

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

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

١) اختر من الجدول الرمز الذي يمثل:

أ) محلول الحمض الأقوى ب) محلول قاعدة فيها $[OH^-]$ يساوي ١×١٠^{-٦} مول/ لتر.

ج) محلول NaOH د) محلول حمض فيه $[H_3O^+]$ يساوي $٠,١ \times ١٠^{-٢}$ مول / لتر.

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

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

الإجابة: كلما زادت قيمة pH زادت قوة القاعدة و قلت قوة الحمض.

١)

أ) D ب) B جـ) G قاعدة قوية. د) A

٢) Ka عكسي مع pH C

٣) $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-11}$ مول/ لتر.

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

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

$K_b = \frac{[FH^+][OH^-]}{[F]} = \frac{(1 \times 10^{-3})^2}{2 \times 10^{-1}}$

$K_b = 5 \times 10^{-6}$

وزارة ٢٠١٤

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

المحلول	قيم Ka , K_b
HNO_2	$Ka = 4 \times 10^{-4}$
CH_3COOH	$Ka = 1 \times 10^{-5}$
H_2CO_3	$Ka = 4 \times 10^{-7}$
CH_3NH_2	$K_b = 4 \times 10^{-4}$
C_5H_5N	$K_b = 1 \times 10^{-5}$

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 (CH_3COOH أم H_2CO_3) يكون فيه تركيز $[OH^-]$ هو الأقل.

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

$CH_3NH_2 + C_5H_5NH^+ \rightleftharpoons$ ..... + ...

الإجابة:

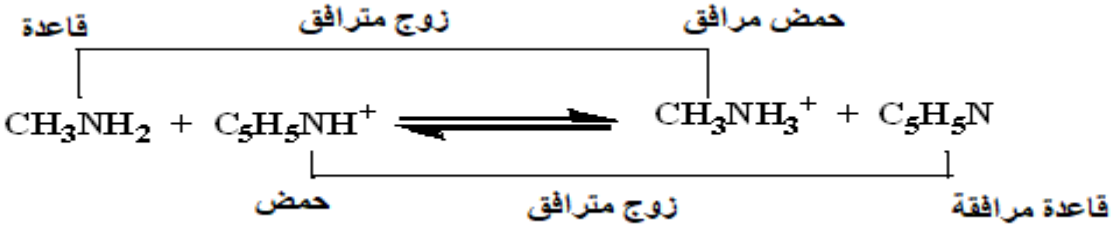
كلما زادت قيمة Ka زادت قوة الحمض, كلما زادت قيمة K_b زادت قوة القاعدة.

الحموض $H_2CO_3 < CH_3COOH < HNO_2$

القواعد $C_5H_5N < CH_3NH_2$

١) HNO_2 ٢) HCO_3^- ٣) H_2CO_3 ٤) CH_3COOH

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 و أخرى سالبة، ولبعض هذه الأيونات القدرة على التفاعل مع الماء، و انتاج أيونات H_3O^+ أو OH^- .

** **التميه:** 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 التميه.
- **عملية التميه:** 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 يبقي 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 .

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

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

مصدره الحمض الضعيف HCN
** ايون قاعدي قوي (يتميه) **
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.

$$CN^- + H_2O \underset{}{\overset{H_2O}{\rightleftharpoons}} HCN + OH^-$$

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

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

سؤال: مستعينا بالمعادلات , فسر السلوك القاعدي لملح NaF .

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

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

- Na^+: مصدره القاعدة القوية NaOH ** ايون حمضي ضعيف (لا تميه) **
- F^-: مصدره الحمض الضعيف HF ** ايون قاعدي قوي (تميه) **

ملاحظة
الايون الذي يتميه هو الايون القوي

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

لاحظ انه تميه 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: $N_2H_5NO_3$.

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

- NO_3^-: 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^+ .
- $N_2H_5^+$: حمض مرافق قوي نسبياً للقاعدة الضعيفة N_2H_4 وعليه فإنها تتميه، أي تتفاعل مع الماء فتمنحه البروتون H^+ فتتكون أيونات H_3O^+ في المحلول و يزداد تركيزها فيه، ويقل الرقم الهيدروجيني عن ٧ ، ويكون تأثير الملح حمضياً.

معادلة التميه :

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

لاحظ انه قد ازداد تركيز H_3O^+ وبالتالي سوف تقل قيمه PH , اذا الملح $N_2H_5NO_3$ حمضي.

** ينطبق ذلك على باقي الأملاح الحمضية المشابهة للملح $N_2H_5NO_3$.

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

٣) الأملاح المتعادلة

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

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

أيونات Cl^- نعد 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^+ .

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^+ .

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

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

حمض ضعيف + قاعدة قوية ← ملح تأثيره قاعدي

حمض قوي + قاعدة ضعيفة ← ملح تأثيره حمضي

حمض قوي + قاعدة قوية ← ملح متعادل

** سؤال كتاب **

سؤال

- حدّد طبيعة محاليل كل من الأملاح الآتية (حمضي، قاعدي، متعادل):
  KF ، $NaClO_4$ ، $CH_3CH_2NH_3Br$.
- فسّر مستعينًا بمُعادلات السلوك الحمضي أو القاعدي أو المتعادل لكل من الأملاح الآتية:
  CH_3COONa ، $LiCl$ ، N_2H_5Br
- أيُّ الملحين الآتيين يعد ذوبانه في الماء تميّها: C_5H_5NHCl ، KI؟

الحل: ١) KF ~ قاعدي ~ ٢) $NaClO_4$ ~ متعادل ~ ٣) $CH_3CH_2NH_3Br$ ~ حمضي ~

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

٢) أ - الملح CH_3COONa

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

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

مصدره الحمض الضعيف CH_3COOH
** ايون قاعدي قوي (يتميه) **
تتفاعل مع الماء وتسحب منه H^+ ويتكون نتيجة لذلك الحمض CH_3COOH و أيون الهيدروكسيد فيزداد تركيز أيون الهيدروكسيد في المحلول وتزداد قاعديته، ويصبح الرقم الهيدروجيني له أكبر من ٧ ويكون تأثير الملح قاعدياً.

معادلة التميه:

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

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

ب – الملح LiCl .

$$LiCl \xrightarrow{H_2O} Li^+ + Cl^-$$

أيونات Cl^- نعد 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^+ .

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

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

ج – الملح N_2H_5Br

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

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

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

معادلة التميه :

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

لاحظ انه قد ازداد تركيز H_3O^+ وبالتالي سوف تقل قيمه PH , اذا الملح N_2H_5Br حمضي.

٣) الملح C_5H_5NHCl

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

تمرين

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

١) KCl ٢) KCN ٣) $CH_3NH_3NO_3$ ٤) $BaCl_2$

٥) Li_2SO_4 ٦) NH_4Br ٧) $LiNO_3$ ٨) $NaHS$

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

أسئلة وزارية

سؤال وزاري ٢٠٠١

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

محلول الملح	PH
KX	١٠
KY	٧
KZ	٩

١) رتب الحموض HX , HY , HZ تصاعديا حسب قوتها :

٢) اكتب معادلة تفاعل Z^- مع الماء , ثم حدد الزوجين المرافقين 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) $Z^- + H_2O \rightleftharpoons HZ + OH^-$

ق ح حمض م قاعدة م

٣) تبقى pH ثابتة.

سؤال وزاري ٢٠٠٣

في الجدول المجاور خمسة محاليل تركيز كل منها = ١مول /لتر وهي (قاعدة ضعيفة وحمضان ضعيفان وملحان) اعتمادا على المعلومات الواردة عن كل منها في الجدول و اجب عما يأتي:

المحلول	المعلومات
القاعدة B	$Kb = ١ \times ١٠^{-٦}$
الحمض HC	$[H_3O^+] = ٨ \times ١٠^{-٣}$
الحمض HD	$Ka = ٤,٩ \times ١٠^{-١٠}$
الملح KX	PH = ٩
الملح KZ	$[OH^-] = ١ \times ١٠^{-٣}$

١) ايهما اضعف كقاعدة C^- ام D^- ؟

٢) احسب قيمة PH للقاعدة B.

٣) أي الحمضين اقوى HX ام HZ ؟ وضح اجابتك ؟

٤) اكتب معادلة موزونة تمثل التفاعل بين محلول الحمض HD و الملح NaC , ثم: حدد الزوجين المترافقين من الحمض و القاعدة في التفاعل السابق.

الحل:

١) C^- ٢) pH = ١١ ٣) HX لأن العلاقة بين pH و $[H_3O^+]$ عكسية.

٤) (C^- / HC) (HD / D^-)

قاعدة م حمض حمض م قاعدة

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

تمرين

أ) اعتمد على الجدول الاتي , الذي يبين معلومات لكل من الاملاح الاتية (KA , KB , KC , KD)
تركيز كل منها (٠,١ مول / لتر)

الملح	المعلومات
KA	$[H_3O^+] = ١ \times ١٠^{-٩}$
KB	PH = ١١
KC	$[OH^-] = ١ \times ١٠^{-٤}$
KD	PH = ٨

١) رتب الحموض حسب قوتها.
٢) 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 الازواج المترافقة.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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

محلول الملح	PH
XHCL	٤
BHCL	٦
AHCL	٥

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 تميها.
٤) اكتب معادلة تفاعل القاعدة X مع الملح BHCL
٥) ماذا يحدث لقيمة PH لمحلول BHCL اذا خفف تركيزه الى ٠,١ مول / لتر.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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 او محلول القاعدة الضعيفة؟؟؟

** درست سابقا محاليل الحموض الضعيفه 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 الاتية :

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

اذا اضيف الى المحلول السابق الملح CH_3COONa , فاذا تتوقع ان يحدث لقيمة PH ؟؟؟

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

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 ؟؟

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

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

يقل تركيزه

بالتالي سوف تزداد قيمة PH

يزداد تركيز
الايون المشترك

الجهة التي يرجحها الاتزان للتفاعل الأول (الحمض)
حسب مبدأ لوتشاتلييه
اي أن أيونات CH_3COO^- ستتفاعل مع H_3O^+
وتكون الحمض CH_3COOH وهذا يقلل من تركيز H_3O^+
في المحلول (كما يقلل من تأين الحمض)
وبالتالي سوف تزداد قيمة pH .

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 الإبتدائي

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

بينما

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

أي أن $[A^-]$ = [الملح]

رابعاً: تأثير الأيون المشترك

**ماذا تتوقع ان يحدث عند اضافة ملح مثل NH_4Cl أي محلول القاعدة NH_3 ؟

- القاعدة NH_3 تتأين جزئياً في الماء كما في المعادلة الآتية:

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

- يتفكك الملح كلياً في الماء كما في المعادلة الآتية:

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

@@ عند إضافة الملح إلى محلول القاعدة يزداد الأيون المشترك NH_4^+ الذي يتفاعل مع OH^- ويمنحه البروتون ويقلل من تأين القاعدة NH_3 ، اي 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 الإبتدائي.

الابتدائي $[NH_3] = [NH_3]$

الملح $[NH_4Cl] = [NH_4^+]$

أسئلة:

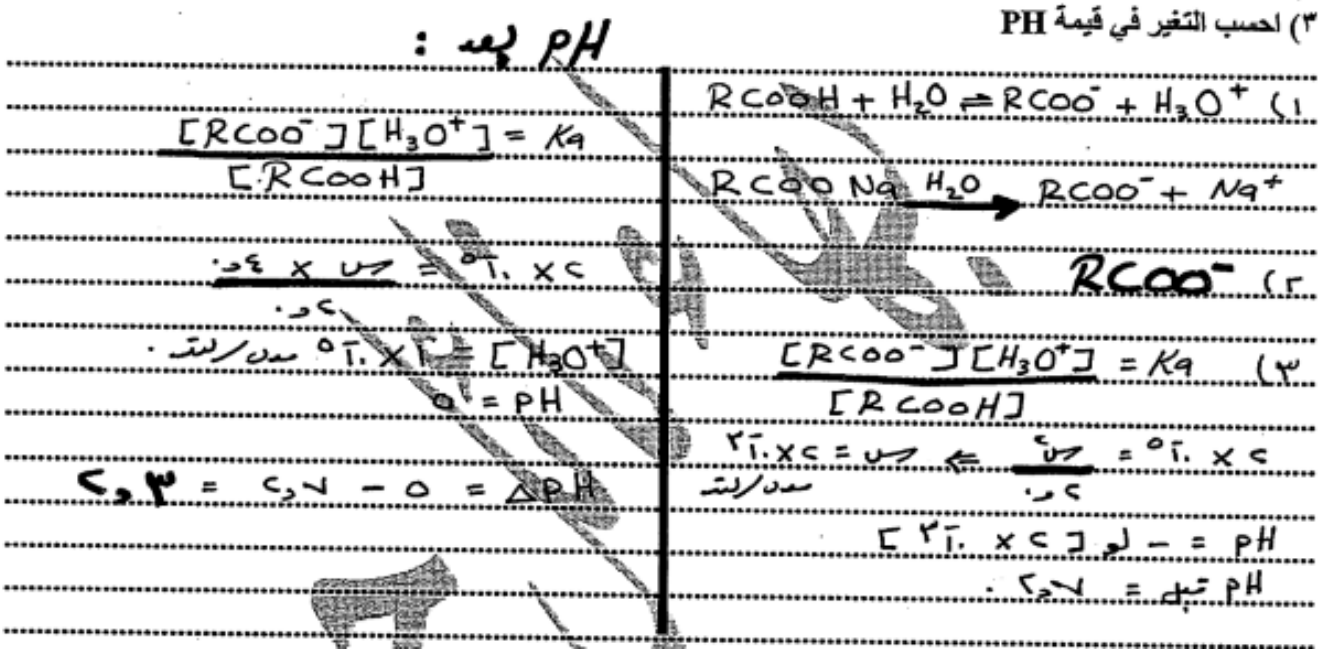
محلول مكون من ٠,٢ مول/لتر RCOOH ، ($Ka = ٢ \times ١٠^{-٥}$) و ٠,٤ مول / لتر من RCOONa اجب عما يلي :

علما ان (لو٢ = ٠,٣)

١) اكتب معادلة تأين الحمض والملح في الماء.

٢) ما صيغة الايون المشترك.

٣) احسب التغير في قيمة PH



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 اذا كانت Ka للحمض تساوي ١ × ١٠ $^{-٥}$ أجب ما يأتي :

١) ما صيغة الايون المشترك

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

١) X^-

٢) عدد المولات = التركيز × الحجم

$$Ka = \frac{[X^-][H_3O^+]}{[HX]}$$

$$١ \times ١٠^{-٥} = \frac{س \times ١٠^{-٢} \times ١٠^{-٣}}{٢}$$

$$س = ١ \times ١٠^{-٥}$$ مول/لتر .

عدد المولات = أ. × ح = ٢ مول.

الإجابة: ١) X^- ٢) ٠,٢ مول

محلول مكون من RNH_2 تركيزها (٠,٠٤ مول / لتر) والملح RNH_3Cl تركيزه (٠,٠٤ مول / لتر) أجب عما يلي :

١) اكتب معادلة تفكك كل منها في الماء.

٢) حدد صيغة الايون المشترك.

٣) اذا كانت PH للمحلول تساوي (٨,٣) احسب Kb لـ RNH_2 . لوه = ٠,٧

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

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

٢) RNH_3^+

٣) $$Kb = \frac{[RNH_3^+][OH^-]}{[RNH_2]}$$

$$Kb = \frac{١٠^{-٦} \times ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٢}{٤ \times ١٠^{-٢}}$$

$$Kb = ٨ \times ١٠^{-٦}$$

$$[OH^-] = \frac{١٤ - ٨,٣}{[H_3O^+]}$$

$$[H_3O^+] = ١٠^{-٨,٣}$$

$$= ١٠^{-٩} \times ١٠$$

$$= ٥ \times ١٠^{-٩}$$ مول/لتر

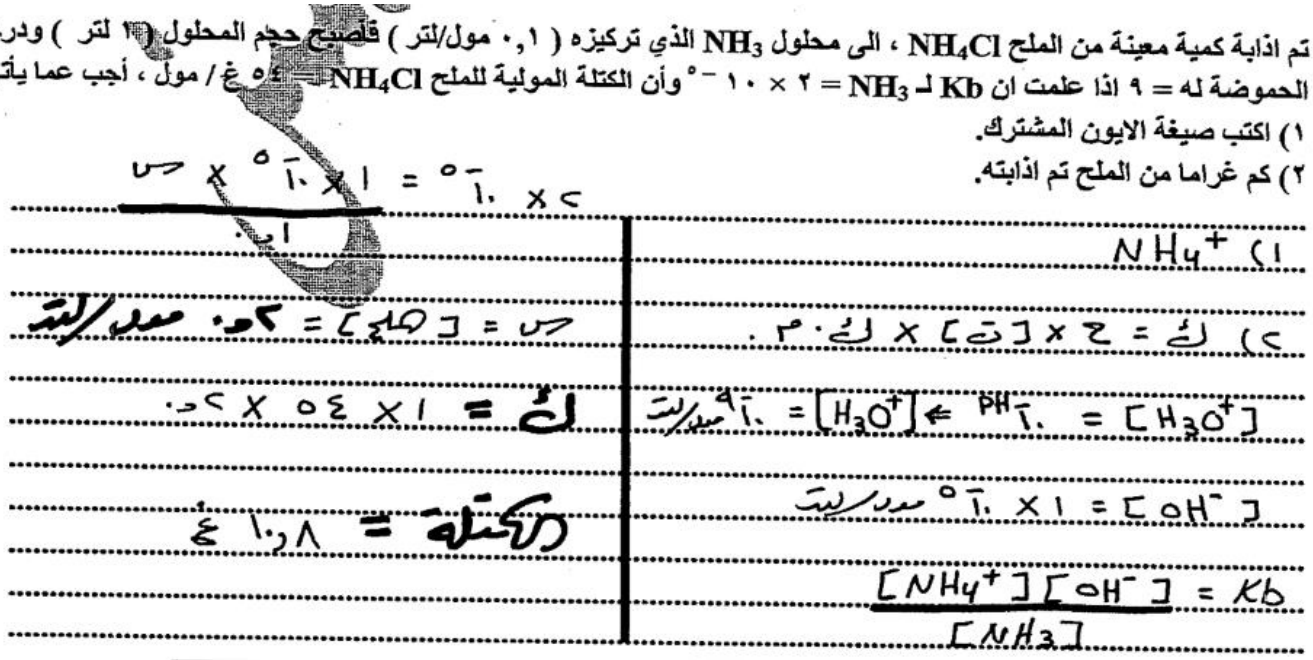
$$[OH^-] = ٢ \times ١٠^{-٦}$$ مول/لتر .

رابعاً: تأثير الأيون المشترك

تم اذابة كمية معينة من الملح NH_4Cl ، الى محلول NH_3 الذي تركيزه (٠,١ مول/لتر) فاصبح حجم المحلول (١ لتر) ودرجة الحموضة له = ٩ اذا علمت ان Kb لـ $NH_3 = ٢ \times ١٠^{-٥}$ وأن الكتلة المولية للملح NH_4Cl = ٥٤ غ / مول ، أجب عما يأتي :

١) اكتب صيغة الايون المشترك.

٢) كم غراما من الملح تم اذابته.



**** سؤال كتاب ****

سؤال

- وضّح 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. علمًا بأن Ka للحمض $= ٤ \times ١٠^{-٤}$.

١)

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

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

HCOONa ← الجهة التي يرجحها الاتزان للتفاعل الأول (الحمض) حسب مبدأ لوتشاتلييه

اي أن أيونات $HCOO^-$ ستتفاعل مع H_3O^+ وتكون الحمض HCOOH وهذا يقلل من تركيز H_3O^+ في المحلول (كما يقلل من تأين الحمض) وبالتالي سوف تزداد قيمة pH .

$HCOO^-$ ← يزداد تركيز الايون المشترك

H_3O^+ ← يقل تركيزه

بالتالي سوف تزداد قيمة PH

رابعاً: تأثير الأيون المشترك

(٢

$Ka = ٤ \times ١٠^{-٤}$

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

لو ٨ / ٣ = ٠,٤

٠,٢ مول / لتر

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

٠,٣ مول (عدد المولات)

(١) لتر = الحجم

$[NaNO_2] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}}$

$= \frac{٠,٣}{١} = ٠,٣$ مول / لتر

$pH = -$ لو $[H_3O^+]$

$Ka = \frac{[NO_2^-][H_3O^+]}{[HNO_2]} = ٤ \times ١٠^{-٤} = \frac{٠,٣ \times [H_3O^+]}{٠,٢}$

$[H_3O^+] = \frac{٨}{٣} \times ١٠^{-٤}$ مول / لتر

$pH = -$ لو $[\frac{٨}{٣} \times ١٠^{-٤}] = ٠,٤ - ٤ = ٣,٦$

** سؤال كتاب **

سؤال

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

K_b للهيدرازين $= ١,٣ \times ١٠^{-٦}$، فأجب عن الأسئلة الآتية: لو ٢ = ٠,٣

◄ احسب قيمة pH للمحلول.

◄ كم تصبح قيمة pH للمحلول عند إضافة ٠,٣ مول من الملح N_2H_5Cl إلى لتر منه.

(١

$K_b = ١,٣ \times ١٠^{-٦}$

٠,٢ مول/ لتر

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

$K_b = \frac{[N_2H_5^+][OH^-]}{[N_2H_4]} = ١,٣ \times ١٠^{-٦} = \frac{س^٢}{٠,٢}$

$س^٢ = ٢٦ \times ١٠^{-٨}$ ،،،، $س = [OH^-] = ٥,١ \times ١٠^{-٤}$ مول/لتر

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

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

رابعاً: تأثير الأيون المشترك

٢)

$K_b = ١,٣ \times ١٠^{-٦}$

٠,٢ مول/ لتر $N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$

$N_2H_5Cl \xrightarrow{H_2O} N_2H_5^+ + Cl^-$

٠,٣ مول (عدد المولات)
(١) لتر = الحجم

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

$= \frac{٠,٣}{١} = ٠,٣$ مول / لتر

$K_b = \frac{[N_2H_5^+][OH^-]}{[N_2H_4]} = ١,٣ \times ١٠^{-٦} = \frac{٠,٣ \times [OH^-]}{٠,٢}$

$[OH^-] = ٩ \times ١٠^{-٧}$ مول/لتر

$[H_3O^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٩ \times ١٠^{-٧}} = ١ \times ١٠^{-٨}$ مول / لتر

$pH = -$ لو $[H_3O^+] = pH = -$ لو $[١ \times ١٠^{-٨}] = ٨$

** 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 غلى 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 للأكسجين 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:

المحلول المنظم الحمضي ← الحمض الضعيف وقاعدته المرافقة (HCN/CN^-)

← الحمض الضعيف وملحه القاعدي (CH_3COOH/CH_3COOK)

المحلول المنظم القاعدي ← القاعدة الضعيفة وحمضها المرافق (NH_3/NH_4^+)

← القاعدة الضعيفة وملحها الحمضي (CH_3NH_2/CH_3NH_3Cl)

** 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.

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

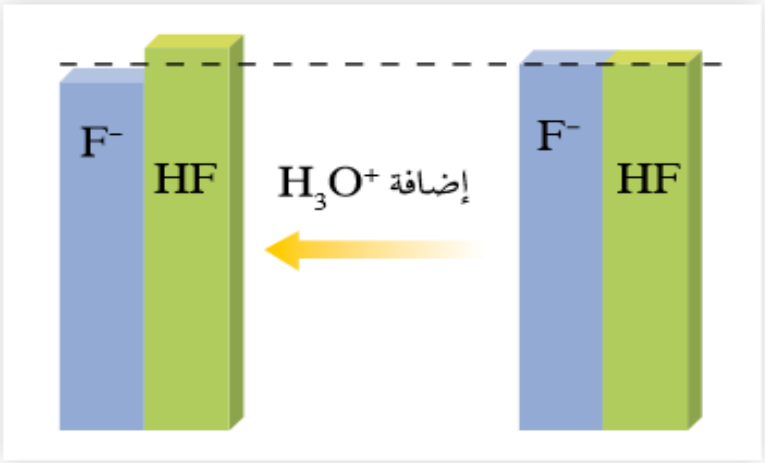
- يقاوم المحلول المنظم التغير في قيمة pH عن طريق التخلص من H_3O^+ أو OH^- المضاف إليه.

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:

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

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 .



المحلـول المنظم قبل إضافة الحمض القوي

المحلـول المنظم بعد إضافة الحمض القوي

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

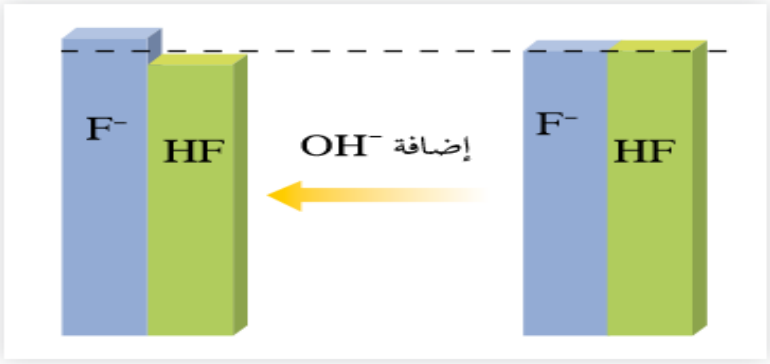
خامساً: المحاليل المنظمة

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:

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

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.



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

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:

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

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:

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

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 **

سؤال

■ وضّح كيف يقاوم المحلول المنظم (NH_3 / NH_4Cl) 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:

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

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

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

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 **

سؤال

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

- NaI / HI
- $NaNO_3 / HNO_3$
- $KClO / HClO$
- N_2H_5Br / N_2H_4

الحل: المحلول (KClO / HClO) المحلول (N_2H_5Br / N_2H_4)

خامساً: المحاليل المنظمة

أسئلة

محلول منظم يتكون من الحمض CH_3COOH والملح CH_3COONa تركيز كل منها (٠,٣ مول / لتر)
و Ka للحمض = ٢ × ١٠ $^{-٦}$ (لو٢=٠,٣) (لو٤=٠,٦)، اجب عما يلي :

١) اكتب معادلة تفكك كل منهما في الماء.
٢) اكتب صيغة الايون المشترك.
٣) احسب قيمة PH للمحلول.
٤) كم تصبح قيمة PH بعد اضافة (٠,١ مول/لتر) HCL الى المحلول السابق.

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

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

٢) CH_3COO^-

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

$= \frac{\text{ح} \times ٠,٣}{٠,٣} = ٢ \times ١٠^{-٦}$

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

$PH = -\log[H_3O^+] = -\log(٢ \times ١٠^{-٦}) = ٥,٧$

٤) $K_a = \frac{([H_3O^+] - [CH_3COO^-]) \cdot [H_3O^+]}{[H_3O^+] + [CH_3COOH]}$

$= \frac{(\text{ح} - ٠,١) \cdot \text{ح}}{\text{ح} + ٠,٣} = ٢ \times ١٠^{-٦}$

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

$PH = -\log(٤ \times ١٠^{-٦}) = ٥,٤$

محلول منظم حجمه ١ لتر يتكون من القاعدة A تركيزه (٠,١ مول/لتر) وملح القاعدة الضعيفة AHBr تركيزها ٠,٢ مول/لتر
اذا علمت ان Kb للقاعدة A = ١ × ١٠ $^{-٦}$ والكتلة المولية لـ NaOH = ٤٠ غم/مول لو ٢ = ٠,٣ اجب عما يأتي :

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

١) $A + H_2O \rightleftharpoons AH^+ + OH^-$

$AHBr \xrightarrow{H_2O} AH^+ + Br^-$

٢) $PH = ٧,٧$

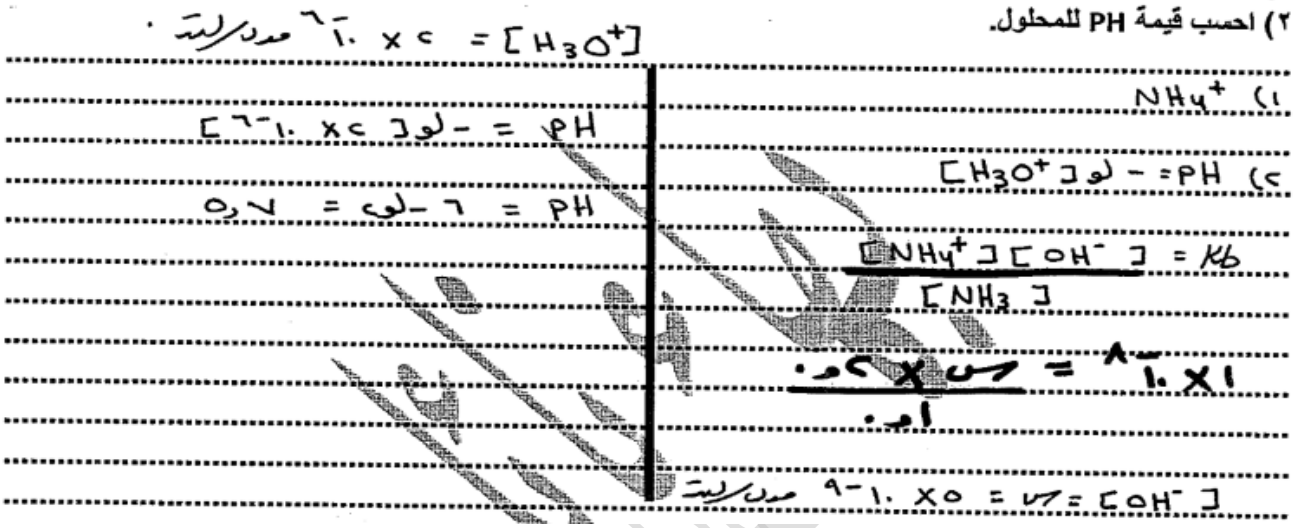
٣) AH^+

٤) $PH = ٨$

خامساً: المحاليل المنظمة

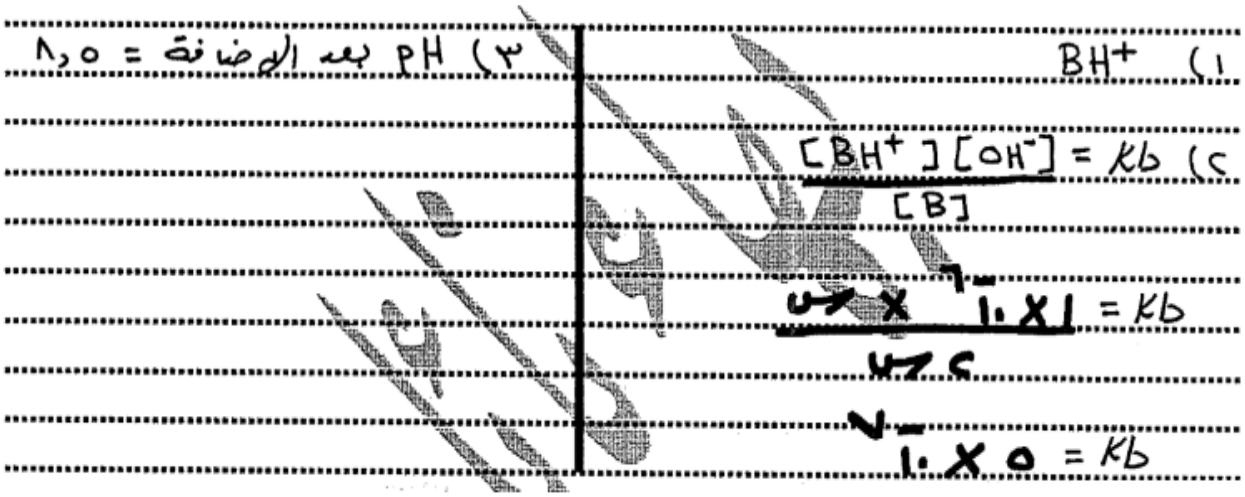
محلول منظم حجمه ١,٠ لتر يتكون من القاعدة NH_3 بتركيز (١,٠ مول/لتر) والملح $(NH_4)_2SO_4$ بتركيز (١,٠ مول/لتر) .
اذا علمت ان Kb للقاعدة $NH_3 = 1 \times 10^{-8}$. حمض أ ب لو ٤ = ٠,٣

١) اكتب صيغة الايون المشترك .
٢) احسب قيمة PH للمحلول.



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



خامساً: المحاليل المنظمة

سؤال وزارة شتوي ٢٠١٦

تم تحضير محلول مكون من القاعدة B والملح $BHNO_3$ بالتركيز نفسه، فإذا كان تركيز $H_3O^+ = ٢ \times ١٠^{-٩}$ مول / لتر ،
أجب عما يلي: ($K_w = ١ \times ١٠^{-١٤}$ ، لوه = ٠,٧)
١) ما صيغة الأيون المشترك.
٢) احسب قيمة Kb للقاعدة B
٣) احسب النسبة [القاعدة] / [الملح] لتصبح pH = ٨,٣
٤) ما طبيعة تأثير المحلول $BHNO_3$ (قاعدي ، حمضي ، متعادل)

١) BH^+

٢) $K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$

$[OH^-] = \frac{١٠^{-١٤} \times ١}{٢ \times ١٠^{-٩}} = ٠,٥ \times ١٠^{-٦}$ مول / لتر

$K_b = ٠,٥ \times ١٠^{-٦}$

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

$٠,٥ \times ١٠^{-٦} = \frac{[الملح]}{[القاعدة]} \times ٠,٤$

$\frac{[القاعدة]}{[الملح]} = \frac{٤}{٥} = (٥:٤)$

٤) حمضي .

سؤال وزارة صيفي ٢٠١٦

محلول يتكون من الحمض HX بتركيز (٠,٤) مول / لتر وملحه BaX_2 بتركيز (٠,٢) مول / لتر، اذا علمت أن Ka للحمض يساوي (١×١٠^{-٥})، لـو $\frac{٥}{٣}$ تساوي (٠,٢). أجب عما يلي:

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

١) $pH = - لو [H_3O^+]$

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

$[H_3O^+] = \frac{٠,٤ \times ٠,٢}{٠,٤} = ١ \times ١٠^{-٥}$

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

$pH = ٥$

٢) $K_a = \frac{([H_3O^+] + [X^-])[H_3O^+]}{([H_3O^+] + [HX])}$

$١ \times ١٠^{-٥} = \frac{(٠,٤ + س)(س)}{(٠,٤ - س)}$

$[H_3O^+] = \frac{٥}{٣} \times ١٠^{-٥}$ مول / لتر

$pH = - لو [\frac{٥}{٣} \times ١٠^{-٥}]$

$pH = ٥ - لو \frac{٥}{٣}$

$pH = ٤,٨$

خامساً: المحاليل المنظمة

**** سؤال كتاب****

■ محلـول منظم حجمه لتـر يتكون من القاعدة NH_3 تركيزها ٠,٣ مول/لتر والملح NH_4Cl تركيزه ٠,٤ مول/لتر. فإذا علمت أن K_b لـ $NH_3 = ١,٨ \times ١٠^{-٥}$ 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.

$K_b = ١,٨ \times ١٠^{-٥}$

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

٠,٣ مول/لتر

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

٠,٤ مول/لتر

١) $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{NH_3} = ١,٨ \times ١٠^{-٥} = \frac{٠,٤ \times [OH^-]}{٠,٣}$

$[OH^-] = ١,٣٥ \times ١٠^{-٥}$ مول/ لتر. ==> $[H_3O^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١,٣٥ \times ١٠^{-٥}}$

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

$pH = ١٠ - لو ٧ = ١٠ - ٠,٨ = ٩,٢$

٢)

$[\ ] = ٠,٢ / ١$

$[\ ] = ٠,٢$ مول/ لتر

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

$١,٨ \times ١٠^{-٥} = \frac{٠,٦ \times [OH^-]}{٠,١}$ ==> $[OH^-] = ٣ \times ١٠^{-٦}$ مول/لتر ==> $[H_3O^+] = ٣ \times ١٠^{-٩}$ مول/لتر

$pH = ٩ - لو ٣ = ٩ - ٠,٥ = ٨,٥$

٣)

$[\ ] = ٠,٢ / ١$

$[\ ] = ٠,٢$ مول / لتر

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

$١,٨ \times ١٠^{-٥} = \frac{٠,٢ \times [OH^-]}{٠,٥}$ <== $[OH^-] = ٤٥ \times ١٠^{-٦}$ مول/لتر <== $[H_3O^+] = ٢ \times ١٠^{-١٠}$ مول/لتر

$pH = ١٠ - لو ٢$ ==> $١٠ - ٠,٣$ <== $pH = ٩,٧$

تطبيقات حياتية

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

** الأنسان من أكثر المخلوقات تنويعاً 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 (HCO_3^- / H_2CO_3).

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

- آلية عمل محلول حمض الكربونيك وأيون الكربونات الهيدروجينية (HCO_3^- / H_2CO_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) وضّح المقصود بكل مما يأتي:

الملح، التميّه، المحلول المنظم، الأيون المشترك.

٢) اكتب معادلة التأين لكل من الأملاح الآتية في الماء:

CH_3COONa ، KHS ، $NaBr$ ، NH_4Cl

٣) أيُّ الأملاح الآتية يتميّه في الماء، وأيها لا يتميّه؟

NH_4Cl ، $NaCN$ ، $LiCl$ ، CH_3COOK

٤) ما الحمض والقاعدة اللذان يكوّنان كلًّا من الأملاح الآتية عند تفاعلهما؟

KI ، $HCOONa$ ، NH_4NO_3 ، $NaOCl$

٥) صنّف محاليل الأملاح الآتية إلى حمضية وقاعدية ومتعادلة:

$LiBr$ ، N_2H_5Cl ، KNO_3 ، $NaCN$ ، KNO_2

٦) اكتب معادلات كيميائية توضح السلوك الحمضي أو القاعدي لمحاليل الأملاح الآتية:

أ) CH_3NH_3Cl ب) C_6H_5COOK

٧) احسب قيمة pH لمحلول الحمض HX الذي تركيزه ٠,٢ مول/لتر، علمًا بأن K_a للحمض $= ٢ \times ١٠^{-٥}$.

٨) احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول منظم مكوّن من محلول حمض البنزويك C_6H_5COOH الذي تركيزه ٠,٢ مول/لتر، ومحلول بنزوات الصوديوم C_6H_5COONa الذي تركيزه ٠,١ مول/لتر. علمًا بأن K_a للحمض $= ٦,٥ \times ١٠^{-٥}$.

٩) كم غرامًا من $NaNO_2$ يجب إضافتها إلى ١٠٠ مل من محلول HNO_2 بتركيز ٠,١ مول/لتر لتعطي محلولًا له pH = ٤؟ علمًا بأن K_a للحمض $HNO_2 = ٤ \times ١٠^{-٤}$ والكتلة المولية للملح $NaNO_2$ = ٦٩ غ/مول.

أسئلة الفصل

١٠) محلـول منظم مكوّن من قاعدة ضـعيفة C_5H_5N تركيزهـا ٠,٣ مول/لتر، وملح C_5H_5NHBr تركيزه ٠,٣ مول/لتر. فإذا علمت أن Kb للقاعدة $C_5H_5N = ١,٧ \times ١٠^{-٩}$، أجب عما يأتي:

أ) ما صيغة الأيون المشترك؟

ب) احسب pH للمحلول المنظم.

جـ) 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 وضّـح كيفية عمل الدم على مقاومة الزيادة في تركيز H_3O^+ فيه.

١٢) لديـك خمسـة محاليل مائية بتراكيز محدّدة. معتمدًا علـى المعلومات الواردة في الجدول، أجب عن الأسئلة الآتية:

المحلول	المعلومات	تركيز المحلول (مول/لتر)
HCN	$Ka = ٦,٢ \times ١٠^{-١٠}$	٠,٣
HNO_2	$[NO_2^-] = ١,١ \times ١٠^{-٢}$	٠,٣
NH_3	$[NH_4^+] = ١,٩ \times ١٠^{-٣}$	٠,٢
N_2H_5Cl	pH = ٤,٧	٠,٥
NH_4Cl	$[H_3O^+] = ١,٣ \times ١٠^{-٥}$	٠,٥

أ) ما قيمة pH لمحلول HCN؟

ب) احسب قيمة Kb لمحلول NH_3.

جـ) ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى؟

د) أي الحمضـين الموجوديـن فـي الجدول له أعلى Ka؟

هـ) أي المحلولين الملحيّين N_2H_5Cl أو NH_4Cl أقل قدرة على التميّه؟

و) مـاذا تتوقـع أن يحدث لقيمة pH لمحلول NH_3 عند إضـافة كمية مـن ملح NH_4Br 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 Ka للحمض $= ٢ \times ١٠^{-٥}$ احسب:

أ) تركيز H_3O^+ للمحلول المنظم.

ب) كم غرامًا من NaOH الصلب يجب إذابتها في لتر من المحلول المنظم لتصبح قيمة pH للمحلول النهائي تساوي ٥. علمًا 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:

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

$$NaBr \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Br^-$$

$$KHS \xrightarrow{H_2O} K^+ + HS^-$$

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

السؤال الثالث: الأملاح التي تتميه: NH_4Cl / NaCN / CH_3COOK
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 N_2H_5Cl ===> حمضي
KNO_3 ===> متعادل NaCN ===> قاعدي KNO_2 ===> قاعدي

السؤال السادس: الملح : CH_3NH_3Cl :

$$CH_3NH_3Cl \xrightarrow{H_2O} CH_3NH_3^+ + Cl^-$$

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^+ .

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.

معادلة التميه :

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

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

مدرس المادة: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

اجابة أسئلة الفصل

الملح C_6H_5COOK :

$$C_6H_5COOK \xrightarrow{H_2O} C_6H_5COO^- + K^+$$

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 ٧ 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 التميه:

$$C_6H_5COO^- + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COOH + OH^-$$

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

السؤال السابع:

$Ka = ٢ \times ١٠^{-٥}$

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

٠,٢ مول/لتر

$Ka = \frac{[X^-][H_3O^+]}{[X]} = ٢ \times ١٠^{-٥} <== \frac{س^٢}{٠,٢}$

س = $[H_3O^+] = ٢ \times ١٠^{-٣}$ مول/ لتر.

pH = ٣ – لو ٢ ==> ٣ – ٠,٣ = ٢,٧

السؤال الثامن:

$Ka = ٦,٥ \times ١٠^{-٥}$

$$C_6H_5COOH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H_3O^+$$

٠,٢ مول/لتر

$$C_6H_5COONa \xrightarrow{H_2O} C_6H_5COO^- + Na^+$$

٠,١ مول/ لتر

$Ka = [H_3O^+][C_6H_5COO^-] / [C_6H_5COOH] = ٦,٥ \times ١٠^{-٥} <== \frac{[H_3O^+] \times ٠,١}{٠,٢}$

$[H_3O^+] = ١٣ \times ١٠^{-٥}$ مول / لتر

pH = ٥ – لو ١٣ ===> ٥ – ١,١ = ٣,٩

اجابة أسئلة الفصل

السؤال التاسع:

ك = ح × ت × ك.م ==> نحول الحجم إلى لتر نقسم على ١٠٠٠
$[H_3O^+]$ = ١٠ $^{-pH}$ = ١٠ $^{-٤}$ مول/لتر <== $[H_3O^+]$
من Ka نجد $[NO_2^-]$ = [الملح] = ٠,٤ مول/ لتر
ك = ٠,١ × ٠,٤ × ٦٩ = ٢,٧٦ غم

السؤال العاشر:

١) $C_5H_5NH^+$

٢) من K_b نجد تركيز $[OH^-]$ = ١,٧ × ١٠ $^{-٩}$ مول/لتر. ==> من K_w نجد تركيز $[H_3O^+]$
$[H_3O^+]$ = ٦ × ١٠ $^{-٦}$ مول / لتر ==> pH = ٥,٢

٣) pH = ٤,٦

السؤال الحادي عشر: 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.

السؤال الثاني عشر: أ) pH = ٥,٤ ,,,,,, ب) K_b = ١,٨ × ١٠ $^{-٥}$,,,,,,,, ج) CN^-
د) HNO_2 ,,,,,,, هـ) NH_4Cl ,,,,,, و) تقل

السؤال الثالث عشر:

Ka = ٢ × ١٠ $^{-٥}$

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

٠,٤ مول/لتر

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

٠,٥ مول/لتر

أ) $Ka = \frac{[H_3O^+][Z^-]}{[HZ]}$ ==> ٢ × ١٠ $^{-٥}$ = $\frac{٠,٥ \times [H_3O^+]}{٠,٤}$ ==> $[H_3O^+]$ = ١,٦ × ١٠ $^{-٥}$ مول/لتر

ب) ٢ × ١٠ $^{-٥}$ = $\frac{[H_3O^+] \times ٠,٥ + س}{٠,٤ - س}$ <== س = $[OH^-]$ = [NaOH] = ٠,١ مول/لتر

ك = ح × ت × ك.م ===> ك = ١ × ٠,١ × ٤٠ = ٤ غم.

$[H_3O^+]$ = ١٠ $^{-٥}$ مول / لتر

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 جـ) Cu^{2+} د) H_2O

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

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

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

أ) خفض قيمة pH ب) رفع قيمة pH

جـ) لا تتأثر قيمة pH د) تصبح pH = ٧

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

أ) KBr ب) $NaNO_3$ جـ) $N_2H_5NO_3$ د) KOH

(٥) إذا كانت قيمة pH لمحلول مكوّن من الحمض HA والملح KA لهما التركيز نفسه تساوي ٤، فإن Ka للحمض يساوي:

أ) $١٠^{-٤}$ ب) $١٠^{-٨}$ جـ) ٤ د) $١٠^{-١٦}$

(٦) الرقم الهيدروجيني لخليط مكون من الحمض الضعيف HC (Ka = ٢×١٠^{-٥})، وملحه NaC لهما التركيز نفسه هو:

أ) ٥ ب) أكبر من ٥ جـ) أقل من ٥ د) ٧

(٧) ما أثر إضافة الملح KNO_2 إلى محلول HNO_2؟

أ) زيادة $[H_3O^+]$ ب) نقص $[H_3O^+]$

جـ) نقص قيمة pH د) نقص $[HNO_2]$

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

أ) صفرًا ب) ١ جـ) ٢ د) ٤

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

الحمض	K_a
HX	$٦,٣ \times ١٠^{-٥}$
HY	$٤,٥ \times ١٠^{-٤}$
HZ	$١,٨ \times ١٠^{-٥}$
HQ	$١,٧ \times ١٠^{-٤}$

أ) اكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض الأضعف.

ب) أيُّ المحلولين HY أم HQ يكون تركيز H_3O^+ فيه أقل إذا كان لهما التركيز نفسه؟

جـ) احسب pH للحمض HX الذي تركيزه ٠,٠٢ مول/لتر.

د) احسب الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم الذي حُضّر بإذابة ٠,٠١ مول من الملح KY في ٥٠٠ مل من محلول الحمض HY الذي تركيزه ٠,٠١ مول/لتر .

هـ) حُضّر 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) بيّن 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.

جـ) مول من NaCN إلى ٥٠٠ مل من محلول HCN.

د) مول من CH_3NH_3Cl إلى ٥٠٠ مل من محلول CH_3NH_2.

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

القاعدة	K_b
NH_3	$١,٨ \times ١٠^{-٥}$
CH_3NH_2	$٤,٤ \times ١٠^{-٤}$
C_5H_5N	$١,٧ \times ١٠^{-٩}$
N_2H_4	$١,٣ \times ١٠^{-٦}$
$C_6H_5NH_2$	$٣,٨ \times ١٠^{-١٠}$

أ) ما صيغة القاعدة الأقوى؟

ب) ما صيغة الحمض المرافق الذي له أقل pH؟

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

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

$$CH_3NH_2 + NH_4^+ \rightleftharpoons \text{.....} + \text{.....}$$

هـ) كم غرامًا من N_2H_5Cl يجب إضافتها إلى ٤٠٠ مل من محلول N_2H_4 بتركيز ٠,٤ مول/لتر لتصبح قيمة pH للمحلول تساوي ٨,٤٢؟ مع العلم أن الكتلة المولية للملح N_2H_5Cl=٦٩ غ/مول.

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

٥) فسّر مستعينًا بالمعادلات، كلًّا مما يأتي:

أ) التأثير الحمضي لمحلول الملح NH_4NO_3.

ب) التأثير القاعدي لمحلول الملح NaOCl.

جـ) التأثير القاعدي للأمينات RNH_2 حسب مفهوم لويس.

٦) الجدول الآتي يبيّن عددًا من المحاليل الافتراضية وقيم pH لها، أي هذه المحاليل يمثل:

المحلول الافتراضي	A	B	C	D	E	F
pH	٤,٥	٨,٧	٠	٧	١٢	٦

أ) القاعدة الأقوى.

ب) محلول NaCl.

جـ) محلول HNO_3 الذي تركيزه ١ مول/لتر.

د) قاعدة $[OH^-]$ فيها = ٥×١٠^{-٦} مول/لتر.

هـ) حمض $[H_3O^+]$ فيه = ٣×١٠^{-٥} مول/لتر.

اجابات أسئلة الوحدة

السؤال الأول:

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
ج	د	أ	د	أ	ج	ب	أ

السؤال الثاني: أ) Z^- ب) HQ ج) pH = ٣ د) pH = ٣,٧ هـ) ٠,١ 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 = ٨,٨ د) مكرر بكثرة في الدوسية.
هـ) الكتلة = ٥,٥٢ غم و) pH = ٨,١٢

السؤال الخامس: مكرر في الدوسية و أسئلة الفصل.

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

أسئلة منوعة

السؤال الأول

يمثل الجدول المجاور محاليل بعض القواعـد أدرسـه جيـدا و أجـب عمـا يليه:

القاعدة	NH_3	$C_2H_5NH_2$	N_2H_4	C_5H_5N
Kb	3×10^{-5}	6×10^{-4}	1×10^{-6}	2×10^{-9}

١) القاعدة الأضعف ٢) القاعدة التي لها أعلى PH. ٣)الحمض المرافق الأقوى

٤) في أي المحلولين (N_2H_4 أم $C_2H_5NH_2$) يكون $[H_3O^+]$ أعلى

٥) احسب PH لمحلول N_2H_4 تركيزه ٠,٠١ مول / لتر.

الإجابة: $C_5H_5N < N_2H_4 < NH_3 < C_2H_5NH_2$

١) C_5H_5N ٢) $C_2H_5NH_2$ ٣) $C_5H_5NH^+$ ٤) N_2H_4 ٥) pH = ١٠

السؤال الثاني

الجدول الآتي يبين تركيز $[H_3O^+]$ لعدد من الحموض الضعيفة وتركيزها (١مول/لتر).

الحمض	CH_3COOH	HNO_2	HCOOH	HOCl
$[H_3O^+]$	5×10^{-4}	2×10^{-9}	4×10^{-4}	1×10^{-9}

١) صيغة الحمض الأقوى. ٢) صيغة الحمض الذي له أقل $[OH^-]$

٣) صيغة القاعدة المرافقة الأقوى. ٤) أي الحمضين (HNO_2 أم HOCl) له Ka أقل ؟

٥) احسب Ka لـ HCOOH.

الإجابة: كلما زاد $[H_3O^+]$ زادت قوة الحمض وزادت قيمة Ka وقلت قيمة pH .

$HOCl < HNO_2 < HCOOH < CH_3COOH$

١) CH_3COOH ٢) CH_3COOH ٣) OCl^- ٤) HOCl ٥) $Ka = \frac{(4\times10^{-4})^2}{1} = 1,6\times10^{-7}$

السؤال الثالث

أذيب ٠,٢ مول من حمض HNO_3 في ٤ لتر من الماء, احسب تركيز $[H_3O^+]$ في المحلول .

الإجابة:

$$HNO_3 \xrightarrow{H_2O} H_3O^+ + NO_3^-$$

بما أن الحمض HNO_3 حمض قوي يتأين كليا في الماء

أولا: يجب حساب تركيز HNO_3 من خلال العلاقة الآتية: $[HNO_3] = [H_3O^+] = 5\times10^{-2}$ مول/ لتر.

التركيز = عدد المولات / الحجم = ٠,٢ / ٤ = 5×10^{-2} مول / لتر.

أسئلة منوعة

السؤال الرابع

الجدول الآتي يبين قيم [OH^-] لعدد من القواعد الضعيفة وتركيزها (٠,٠٠١ مول / لتر).

القاعدة	NH_3	CH_3NH_2	N_2H_4	C_5H_5N
[OH^-]	3×10^{-6}	4×10^{-5}	2×10^{-6}	6×10^{-8}

١) صيغة القاعدة التي لها أعلى Kb. 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 Kb لمحلول 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 ٢) C_5H_5N ٣) CH_3NH_2 ٤) NH_4^+
٥)

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

٦)

$$CH_3NH_2 + N_2H_5^+ \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + N_2H_4$$

(CH_3NH_2 / $CH_3NH_3^+$) ($N_2H_5^+$ / N_2H_4)

٧) $K_b = 4\times10^{-9}$

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 = (٤٠ غ/مول).

ملحوظة: لحساب الكتلة
ك = ح × ت × ك.م

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

1×10^{-1} 1×10^{-1}

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

[H_3O^+] = 10^{-pH} = 1×10^{-13} مول / لتر.

[OH^-] = $\frac{Kw}{[H_3O^+]}$ = $\frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-13}}$ = 1×10^{-1}

[OH^-] = 1×10^{-1} مول / لتر

NaOH قاعدة قوية تتأين كليا [OH^-] = [NaOH]

ك = ح × ت × ك.م = $2\times1\times10^{-1}\times40$

ك = ٨ غم

اختبر نفسك

السؤال الأول

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

صيغة الحمض	Ka
HClO	٣×١٠^{-٨}
HNO_2	$٤,٥ \times ١٠^{-٤}$
CH_3COOH	$١,٨ \times ١٠^{-٥}$
HCN	$٤,٩ \times ١٠^{-١٠}$

١) ما صيغة الحمض الذي له أقل pH .
٢) أي الحموض له أقوى قاعدة مرافقة؟ ما صيغتها؟
٣) أيها يكون تركيز أيونات H_3O^+ في محلوله أعلى, HNO_2 أم CH_3COOH ؟
٤) في محلول حمض HClO الذي تركيزه ٠,٠٣ مول / لتر , هل تكون قيمة pH أكبر, أم أقل من ٣؟ وضح اجابتك. علما أن لو ٣ = ٠,٥

السؤال الثاني

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

الحمض	pH
HA	٣
HB	٢,٥
HC	٤
HD	٦

١) اكتب صيغة الحمض الأضعف.
٢) اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأضعف.
٣) أكتب صيغة القاعدة المرافقة لأقوى حمض.
٤) رتب القواعد المرافقة لهذه الحموض حسب قوتها.
٥) رتب الحموض السابقة حسب تزايد تركيز أيونات H_3O^+ .
٦) اكتب معادلة تفاعل الحمض HC في الماء, ثم حدد الأزواج المترافقة.
٧) اكتب صيغة الحمض الذي لمحلوله أكبر [OH^-] .

السؤال الثالث

لديك أربعة محاليل مائية لبعض القواعد الضعيفة المتساوية في التركيز (٠,١ مول / لتر), بالاعتماد على المعلومات الواردة في الجدول المجاور, اجب عن الأسئلة الآتية:

القاعدة	المعلومات
A	$K_b = ١ \times ١٠^{-٦}$
B	pH = ١١
C	$[H_3O^+] = ١ \times ١٠^{-٨}$
D	$[DH^+] = ٥ \times ١٠^{-٥}$

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

مدرس المادة: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

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 . Ka للحمض = ٤ × ١٠ $^{-٤}$

السؤال الخامس

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

المحلول	المعلومات	التركيز (مول / لتر)
الحمض HA	Ka = ١ × ١٠ $^{-٥}$	٠,١
القاعدة X	[OH^-] = ١ × ١٠ $^{-٤}$ مول / لتر	٠,٠١
القاعدة Y	Kb = ٤ × ١٠ $^{-٥}$	٠,٤
الملح KC	pH = ٩,٧	٠,١
الحمض HB	pH = ٤	٠,٠١
الملح KD	[H_3O^+] = ١ × ١٠ $^{-١١}$ مول / لتر	٠,٠١
الملح ZHCl	[OH^-] = ١ × ١٠ $^{-١١}$ 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) اذا خفف تركيز الملح KC إلى ٠,٠١ مول / لتر ماذا يحدث لقيمة pH .
٧) ما صيغة الأيون الذي يتميه 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 Ka للحمض = ١ × ١٠ $^{-٥}$ ((لو٥ = ٠,٧ , لو٢ = ٠,٣)). أجب عما يأتي:
١) احسب PH للمحلول
٢) ما صيغة الأيون المشترك.
٣) احسب PH بعد اضافة (٠,١ مول / لتر) من $Ba(OH)_2$.

ج) محلول منظم يتكون من القاعدة CH_3NH_2 تركيزها (٠,٥ مول/ لتر) و الملح CH_3NH_3Br تركيزه (٠,٣ مول / لتر) إذا علمت أن Kb للقاعدة = ٣ ×١٠ $^{-٤}$ وأن (لو٢ = ٠,٣ لو٥ = ٠,٧)
وأن الكتلة المولية لـ HCl = ٣٧ 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	$Ka = ٦ \times ١٠^{-٤}$
HCN	$Ka = ٤ \times ١٠^{-١٠}$
HClO	$[H_3O^+] = ١ \times ١٠^{-٥}$, [HClO] = ٠,١مول/ لتر
C_5H_5N	$K_b = ١ \times ١٠^{-٩}$, [C_5H_5N] = ٠,١ مول/ لتر
CH_3NH_2	$K_b = ٤ \times ١٠^{-٤}$
NH_3	$[H_3O^+] = ١ \times ١٠^{-١١}$, [NH_3] = ٠,٠١ مول/ لتر

١) ما صيغة الحمض الأقوى.
٢) ما صيغة القاعدة الأضعف.
٣) إحسب قيمة pH للقاعدة C_5H_5N.
٤) ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى.
٥) ما صيغة الحمض المرافق الأضعف.
٦) اكتب معادلة تفاعل القاعدة CH_3NH_2 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 اقل [H_3O^+] .
١١) ما صيغة القاعدة الأكثر تأين في الماء.

السؤال السابع

فسر مستعيناً بالمعادلات، كلا مما يأتي:
١) التأثير القاعدي لـ CH_3NH_2 حسب مفهوم لويس.
٢) التأثير الحمضي لمحلول الملح RNH_3Br .
٣) التأثير القاعدي لمحلول الملح $Ca(OCl)_2$.
٤) التأثير الحمضي لـ $HClO_4$ حسب مفهوم أرهينيوس.
٥) التأثير القاعدي لـ NH_3 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 جـ) أقل من ٢ د) ١

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

أ) $[H_3O^+] < [I^-]$ ب) $[H_3O^+] > [I^-]$ جـ) pH = ١ د) pH = صفر

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

أ) HNO_3 ب) NaF جـ) KOH د) $Ba(OH)_2$

٤) مكونات المحلول LiOH :

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

٥) مكونات المحلول HF :

أ) (H_3O^+ , F^-) ب) (H_3O^+) جـ) (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 جـ) ثبات قيمة pH د) زيادة قيمة pH

٧) إذا علمت أن pH للقهوة = ٥ فإن:

أ) قاعدية ب) $[H_3O^+] = ١ \times ١٠^{-٣}$ جـ) $[OH^-] = ١ \times ١٠^{-٨}$ د) $[OH^-] = ٠,١ \times ١٠^{-٨}$

تم بحمد الله

مع دعائي لكم بالتفوق و الابداع و النجاح
الأستاذ: بهاء نائل حسن