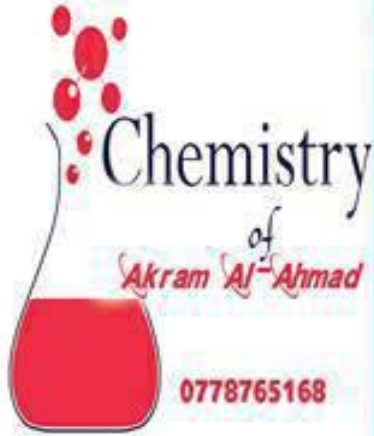


الكيمياء
المنهاج الجديد

الوحدة الأولى



الحموض والقواعد

اعداد الاستاذ:

أكرم الأحمد

ماجستير في الكيمياء

مركز أولى القبلتين

مركز أفكار الثقافي

أكاديمية النجم الساطع



منصة نشمي أكاديمي



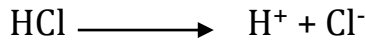
<https://www.facebook.com/akram.alahmad.96>

ماجستير في الكيمياء

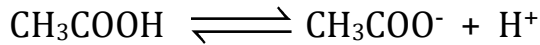
تصميم
المنهاج
0778765164

يطلق على المواد التي تسبب الحموضة في المعدة، أو التي تعطي الليمون طعمه الحمضي، أو توضع في بطاريات السيارات اسم **الحموض**، وتتصف بالطعم الحمضي. وبالمقابل، فإن هناك مواد تتفاعل مع هذه الحموض، وتخلصنا من أثر حموضتها تسمى **القواعد**، ومن أمثلتها هيدروكسيد المغنيسيوم الذي تصنع منه الأدوية التي تعمل على إزالة الحموضة الزائدة في المعدة، وهيدروكسيد الصوديوم (الصودا) والأمونيا (النشادر) وبعض المنظفات

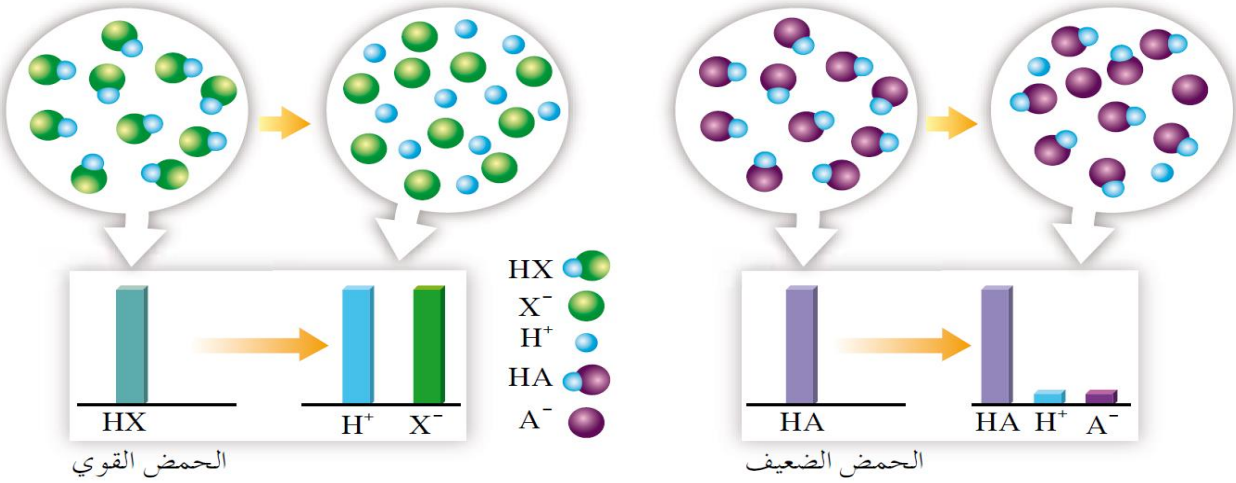
وللحموض والقواعد صفات مشتركة مثل إيصالية محاليلها المائية للتيار الكهربائي وتفاعلها مع بعضها يؤدي إلى تعادلها وتكوين الأملاح، وإن الحموض والقواعد تتفاوت في قوتها بمقدار ما يتأين منها في الماء، **فالحمض القوي** مثل HCl يتأين كلياً في الماء كما في المعادلة الآتية :



و**الحمض الضعيف** مثل CH_3COOH يتأين جزئياً في الماء، ويعبر عن معادلة تأينه بتفاعل منعكس على النحو الآتي :



تأين كل من الحمض القوي HX، والحمض الضعيف HA في الماء.



تأين الحمض القوي HX والحمض الضعيف HA في الماء.

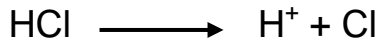
أولاً : مفاهيم الحموض والقواعد:

١ مفهوم أرهينوس للحموض والقواعد :

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

القاعدة : مادة تزيد من تركيز أيون الهيدروكسيد (OH^-) عند إذابتها بالماء .

مثال ١

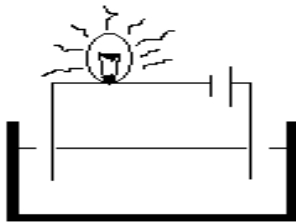


يتأين الحمض القوي HCl وفق المعادلة التالية

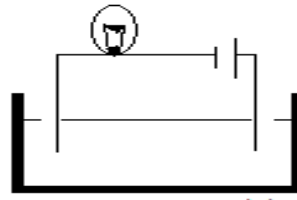


تتأين القاعدة NaOH وفق المعادلة التالية

*ميز أرهينوس بين الحموض القوية والضعيفة والقواعد القوية والضعيفة بوصفها مواد كهربية بالاعتماد على قدرة محاليلها المائية على توصيل التيار الكهربائي .



محلول حمض أو قاعدة قوية يعطي شدة اضاءة عالية



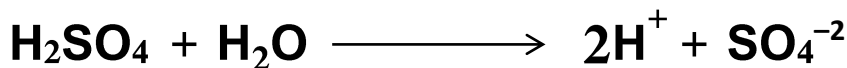
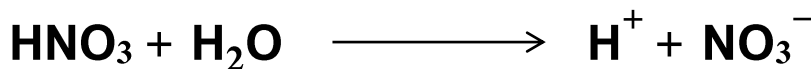
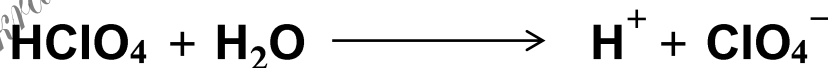
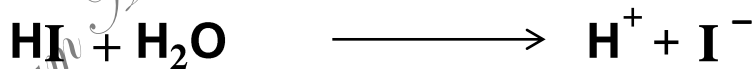
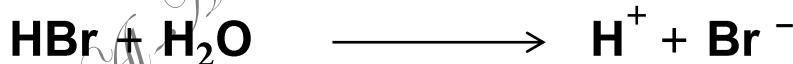
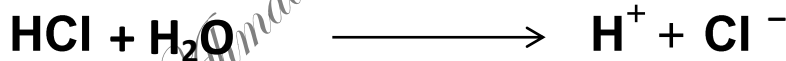
محلول حمض أو قاعدة ضعيفة يعطي شدة اضاءة خافتة

إن محاليل الحموض و القواعد تعطي شدة اضاءة عالية ذلك لأنها تتأين كليا مثل الأحماض القوية

التالية :-

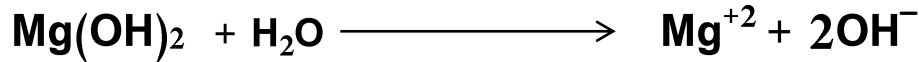
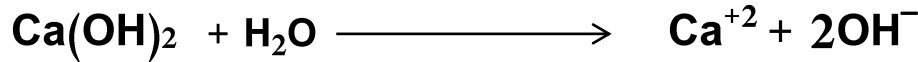
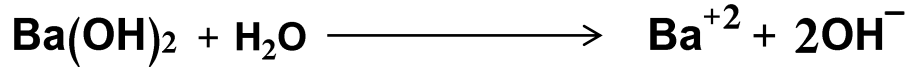
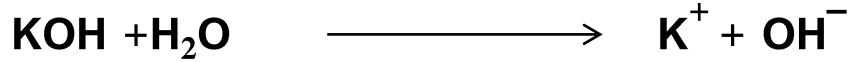
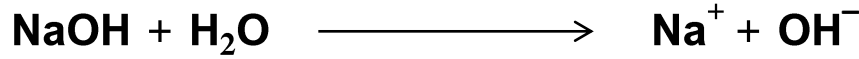
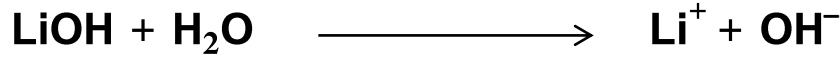
حفظ

(H_2SO_4 , HClO_4 , HNO_3 , HCl , HI , HBr)

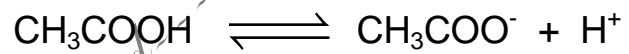


والقواعد القوية التالية :-

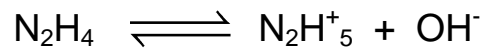
(LiOH , NaOH , KOH , Ca(OH)₂ , Ba(OH)₂)



الأحماض الضعيفة لا تتأين كلياً بل تتأين بشكل جزئي كالآتي :

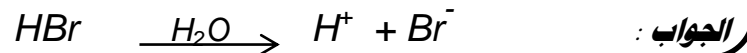


والقواعد الضعيفة أيضاً كالآتي :



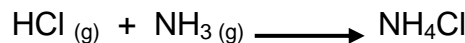
سؤال الكتاب صفحة ١٠٠٠ :

فسر السلوك الحمضي لحلول الحمض القوي HBr وفق مفهوم أرهينيوس .



أوجه القصور في تعريف أرهينيوس للحمض والقاعدة :

١- عجز مفهوم أرهينيوس عن تفسير سلوك الحموض والقواعد عندما لا تكون مذابة في الماء ، مثل الغازات :



٢- عجز عن تفسير السلوك الحمضي والقاعدي لحاليل بعض الأملاح ، مثل :

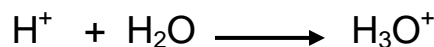


٣- عجز عن تفسير السلوك القاعدي لبعض المواد التي لا تحتوي في تركيبها على ايون الهيدروكسيد مثل الأمونيا (NH₃) .

مما دعا للبحث عن مفهوم آخر للحموض والقواعد أكثر شمولاً من مفهوم أرهينيوس

بما أن الحمض حسب مفهوم أرهينوس يزيد من تركيز أيون الهيدروجين (H^+) عند إذابته في الماء وأيون الهيدروجين هو عبارة عن ذرة الهيدروجين التي فقدت إلكترونها الوحيد ، إذا فإن (H^+) هو عبارة عن بروتون ذرة الهيدروجين وهو عبارة عن شحنة كهربائية موجبة وهو جسيم متناهٍ في الصغر ذو كثافة كهربائية عالية.

وعند وجوده في الماء يشكل ما يسمى بأيون الهيدرونيوم (H_3O^+)



ان وجود (H^+) في الماء يعمل على تكون ايون الهيدرونيوم (H_3O^+) فهذا يدل على أن تفكك حمض

(HNO_3) في الماء هو عبارة عن انتقال لأيون (H^+) من الحمض (HNO_3) إلى الماء (H_2O) :



لذلك ظهر مفهوم جديد للحموض والقواعد أكثر شمولية يعتمد على أساس انتقال البروتون (H^+) من الحمض إلى القاعدة .

٢ مفهوم برونستد – لوري للحمض والقاعدة :

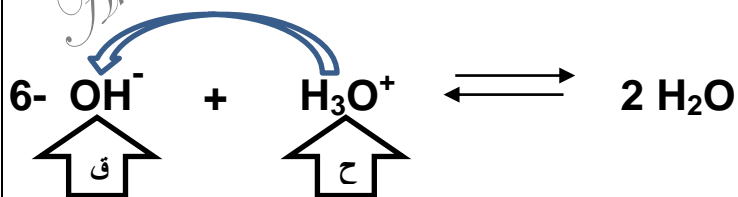
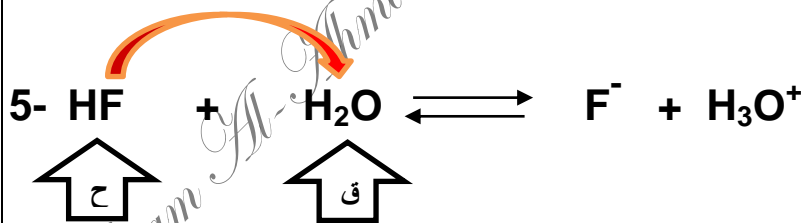
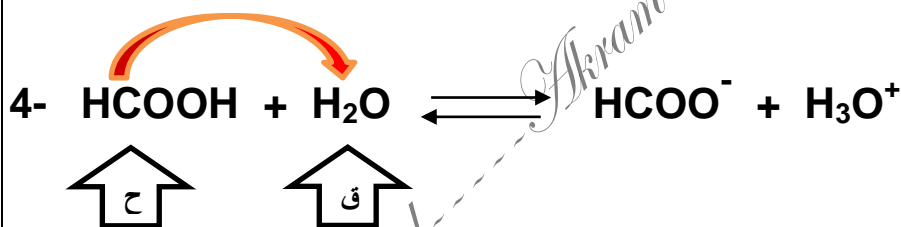
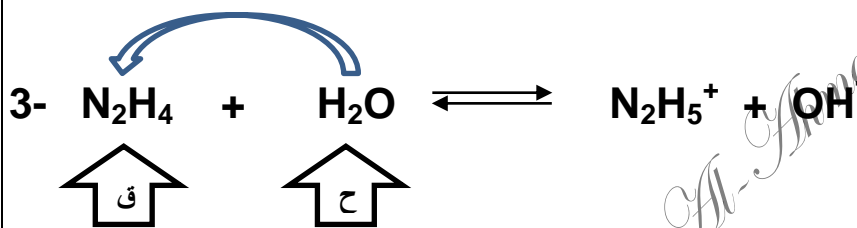
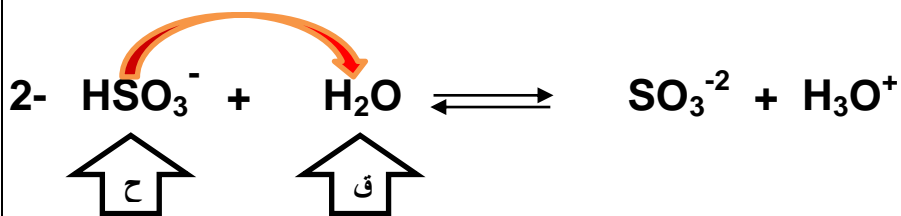
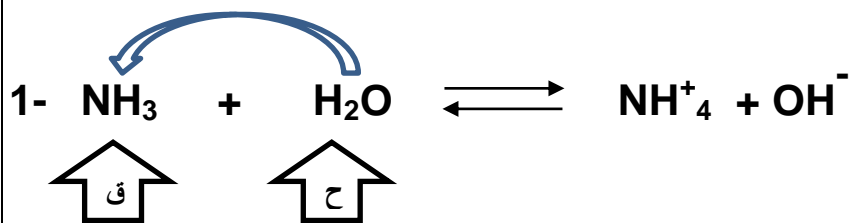
الحمض : مادة (جزيئات أو أيونات) قادرة على منح البروتون لمادة أخرى في التفاعل (مانح للبروتون) .

القاعدة : مادة (جزيئات أو أيونات) قادرة على استقبال البروتون من مادة أخرى في التفاعل (مستقبل للبروتون) .



منصة نشمي أكاديمي

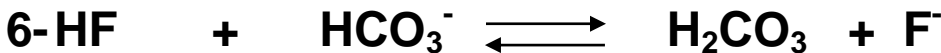
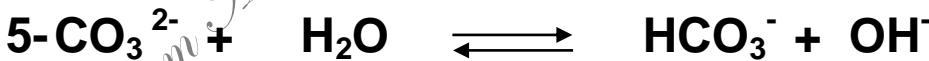
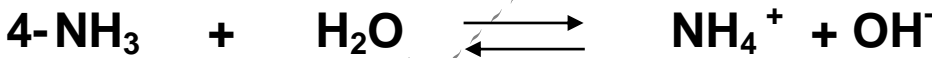
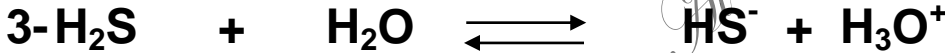
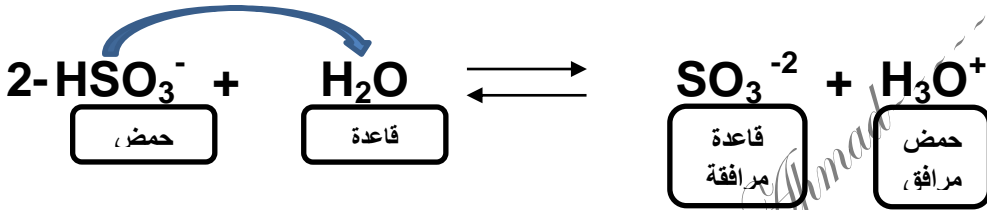
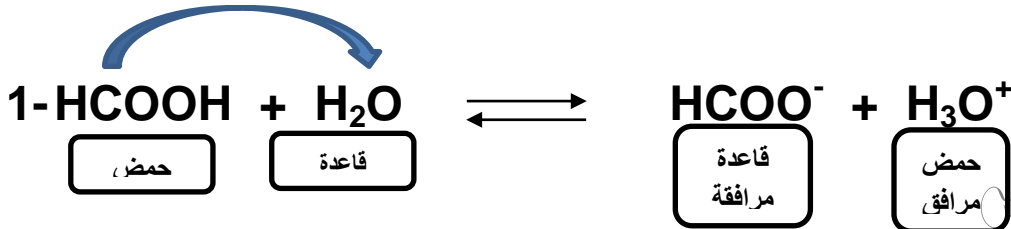
عين الحمض والقاعدة وفق مفهوم برونستد- لوري في التفاعلات التالية :



الأزواج المترافقة من الحموض والقواعد :-

يحدث انتقال البروتون (H^+) من الحمض إلى القاعدة حسب مفهوم برونستد- لوري في كلا التفاعلين الأمامي والعكسي ، وبناءً على ذلك فإنه يظهر في معادلة التفاعل المنعكس (حمضين وقاعدتين) أطلق على الحموض والقواعد التي تظهر في طرف النواتج اسم (حموض مرافقة ، قواعد مرافقة) .

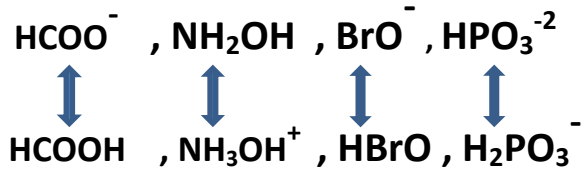
مثال ٢ :- حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في المعادلات الآتية



ملاحظة

الحمض المرافق = صيغة القاعدة + H^+

القاعدة المرافقة = صيغة الحمض - H^+



سؤال : حدد الحمض المرافق فيما يلي:

سؤال : حدد القاعدة المرافقة فيما يلي:

سؤال الكتاب صفحة ١٣ :

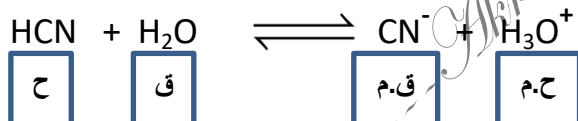
عين القاعدة المرافقة لكل من الحموض التالية :

الحمض	القاعدة المرافقة
HCOOH	HCOO ⁻
H ₃ O ⁺	H ₂ O
HF	F ⁻

عين الحمض المرافق لكل من القواعد التالية:

القاعدة	الحمض المرافق
OH ⁻	H ₂ O
NO ₃ ⁻	HNO ₃
NH ₃	NH ₄ ⁺

عين الأزواج المترافقة في التفاعل الآتي :



الجواب : HCN/CN⁻ زوج مترافق

H₂O/ H₃O⁺ زوج مترافق

ملاحظة

الماء يكون حمضاً اذا تفاعل مع قاعدة ويكون قاعدة اذا تفاعل مع حمض :

المواد المترددة (الأمفوتيرية) : هي مواد تستطيع ان تتفاعل كحمض او كقاعدة تبعاً للظروف المحيطة بها.

اذا الماء يعتبر مادة مترددة والايونات السالبة التي تحتوي على ذرة الهيدروجين في تركيبها وتكون قادرة على منحها

لمادة اخرى أيضاً تعتبر مواد مترددة ما عدا الايونات الناتجة عن الاحماض الكربوكسيلية هي ايضا تحتوي على ذرة

الهيدروجين في تركيبها لكن غير قادرة على منحها لمادة اخرى مثل : HCOO⁻ , CH₃COO⁻ لذلك لا تعتبر مواد

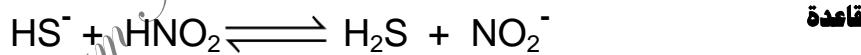
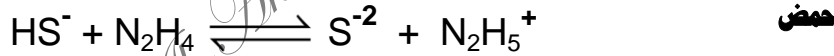
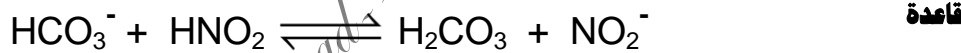
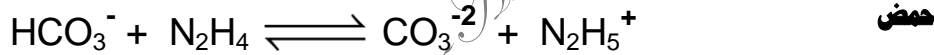
مترددة.

مثال ٣: اكتب معادلات تبين السلوك الحمضي والقاعدي للمواد التالية مع الماء : HSO_3^- , HCO_3^- , HS^- , H_2PO_3^-

$\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$	حمض
$\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$	قاعدة
$\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$	حمض
$\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$	قاعدة
$\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$	حمض
$\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$	قاعدة
$\text{H}_2\text{PO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HPO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$	حمض
$\text{H}_2\text{PO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{OH}^-$	قاعدة

سؤال الكتاب صفحة ١ : اكتب معادلات تبين سلوك كل من HS^- و HCO_3^- كحمض في تفاعلها مع

N_2H_4 وكقاعدة في تفاعلها مع HNO_2



اوجه القصور في تعريف برونستد- لوري:

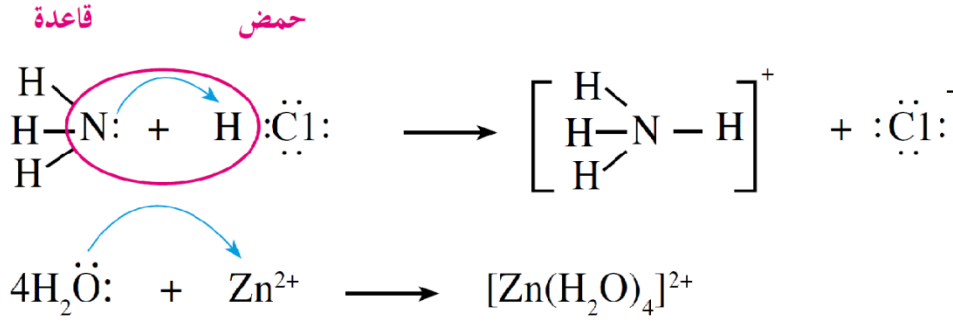
١- عجز عن تفسير السلوك الحمضي والقاعدي لبعض التفاعلات التي لا يحدث فيها انتقال للبروتون.

٢- لم يوضح كيف يرتبط البروتون في القاعدة.

٣- تعريف لويس للحموض والقواعد :-

الحمض : مادة قادرة على استقبال زوج أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة من مادة أخرى لاحتوائها على أفلاك فارغة .

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



في التفاعل الاول حدث انتقال لزوج الالكترونات غير الرابطة من الامونيا (NH₃) الى أيون الهيدروجين الموجود في (HCl) لأنه يحتوي فلك فارغ وتسمى الرابطة المتكونة في تفاعلات لويس بالرابطة **تناسقية** .

في التفاعل الثاني الذي يستقبل الالكترونات الغير رابطة من جزئ الماء هو ايون الخارصين وتكون رابطة تناسقية، ومن الجدير بالذكر ان أيونات الفلزات الانتقالية تحتوي على أفلاك فارغة لذلك تعتبر من الأحماض .

أحماض وقواعد لويس

الأحماض : مركبات البورون B والبيريديوم Be المتعادلة وجميع الأيونات الموجبة

القواعد : مركبات الامينات القاعدية (المركبات النيتروجينية N) المتعادلة وجميع الايونات السالبة

امثلة على قواعد لويس



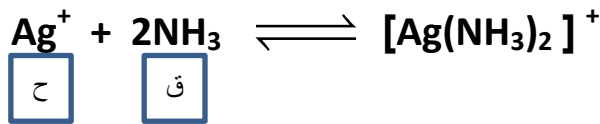
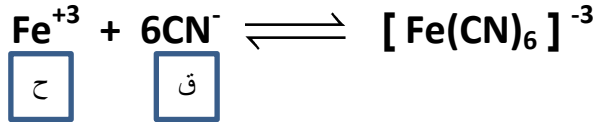
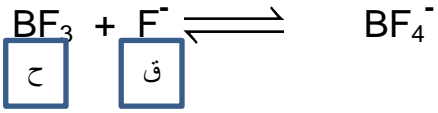
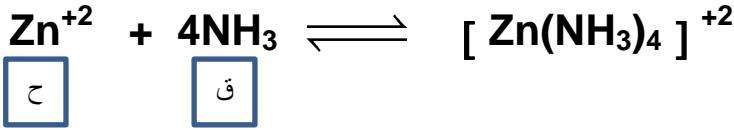
امثلة على احماض لويس



HCN

حمض على الرغم
من احتوائه على
النيتروجين

مثال ١: عين حمض وقاعدة لويس في التفاعلات التالية :-



مثال ٢ :-

أي من الآتي يعتبر من أحماض لويس :-

د- NH_3

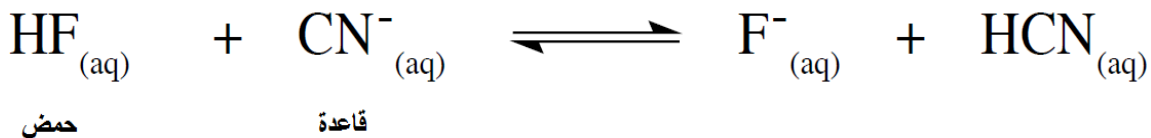
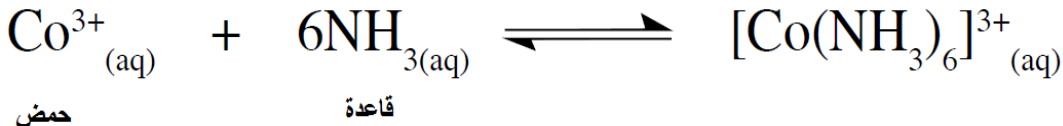
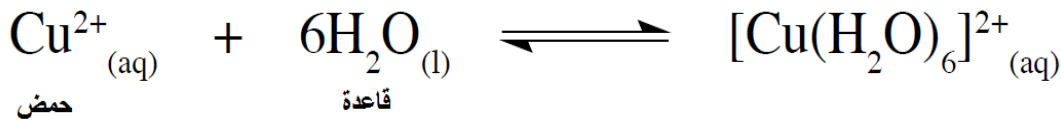
ج- $\text{B}(\text{OH})_3$

ب- HS^-

أ- N_2H_4

سؤال الكتاب صفح ١٥ :-

■ حدد حمض لويس وقاعدته في التفاعلات الآتية :



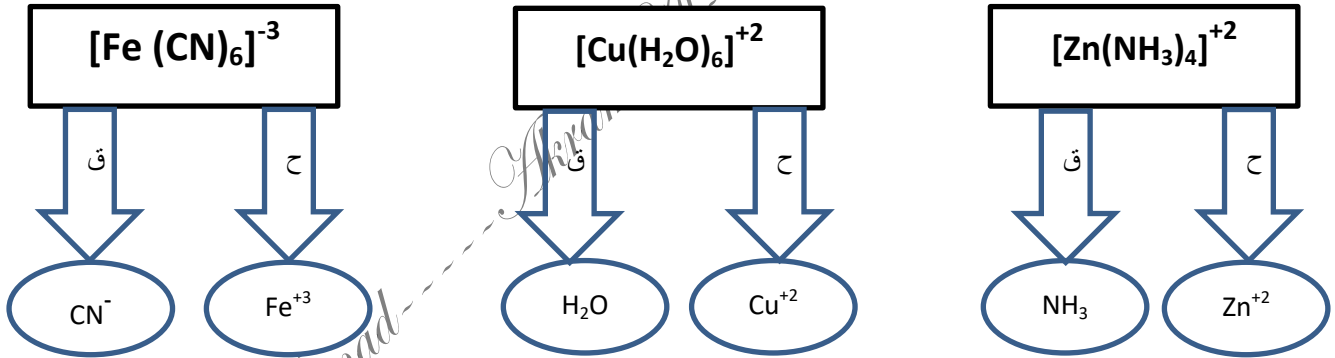
أكمل سؤال الكتاب صفحـة ١٥ :

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

التعريف	الحمض	القاعدة
أرهينيوس	يزيد من تركيز H^+ عند إذابته في الماء	يزيد من تركيز OH^- عند إذابته في الماء
برونستد- لوري	مانح للبروتون في تفاعلاته	مستقبل لبروتون (H^+) في تفاعلاته
لويس	مستقبل لزوج من الإلكترونات غير الرابطة	مانح لزوج من الإلكترونات غير الرابطة

مثال ٣

حدد الحمض والقاعدة في ما يلي :

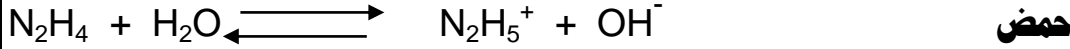
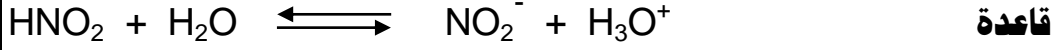


• أهمية مفهوم لويس :

- استطاع تفسير تفاعلات الحموض والقواعد التي لا يحدث فيها انتقال بروتون (H^+)
- استطاع تفسير السلوك الحمضي للأيونات الموجبة ومنها ايونات الفلزات الانتقالية باعتبار أنها تمتلك أفلاك فارغة قادرة على استقبال الإلكترونات من بعض الجزيئات والأيونات الغنية بالإلكترونات

ثانياً : التآين الذاتي للماء :

من مفهوم برونستد- لوري لاحظ أن الماء يسلك سلوك الحمض في تفاعلات وفي تفاعلات أخرى يسلك سلوك القاعدة .



- بينت الدراسات أن الماء النقي موصل للتيار الكهربائي لكنه ضعيف جداً وهذا يشير إلى تأين الماء النقي بدرجة ضئيلة جداً ، ويطلق على هذا التفاعل التآين الذاتي للماء .



حيث تكون أيونات H_3O^+ ، OH^- في حالة اتزان مع جزيئات الماء غير المتأينة ، ويعبر عن ثابت الاتزان للتفاعل على النحو التالي :-

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

ولأن الماء يتأين بدرجة ضئيلة فإن تركيزه يعد ثابتاً وثابت الاتزان K_c في التفاعل يعود للماء فقط

لذلك نعبر عن ثابت تأين الماء بالرمز k_w وقد وجد أن :

$$[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+] = K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ عند } 25^\circ \text{س}$$

لاحظ ان تركيز H_3O^+ ، OH^- متساويان فإن :

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

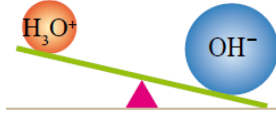
$$10^{-14} = [OH^-] = [H_3O^+] \text{ مول/لتر}$$

محاليل قاعدية $[OH^-] > [H_3O^+]$

محاليل متعادلة $[OH^-] = [H_3O^+]$

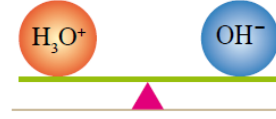
محاليل حمضية $[OH^-] < [H_3O^+]$

1



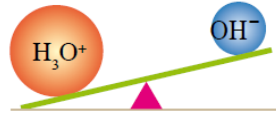
محاليل قاعدية: $[OH^-] > [H_3O^+]$.
حيث $[H_3O^+] > 10^{-7}$ مول/لتر.

2



محاليل متعادلة: $[OH^-] = [H_3O^+]$.
حيث $[H_3O^+] = 10^{-7}$ مول/لتر.

3



محاليل حمضية: $[OH^-] < [H_3O^+]$.
حيث $[H_3O^+] < 10^{-7}$ مول/لتر.

العلاقة بين $[OH^-]$ و $[H_3O^+]$ في المحاليل المائية وطبيعتها.

سؤال الكتاب صفحة ١٨٤

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

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

النتاج:

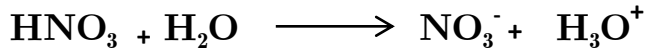
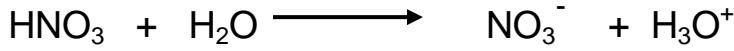
رقم المحلول	$[H_3O^+]$ مول/لتر	$[OH^-]$ مول/لتر	طبيعة المحلول
1	10^{-4}	10^{-10}	حمضي
2	5×10^{-13}	2×10^{-2}	قاعدي
3	10^{-7}	10^{-7}	متعادل

ثالثاً : محاليل الحموض والقواعد القوية:

مثال ١

احسب تركيز H_3O^+ ، OH^- في محلول حمض (HNO_3) تركيزه 1×10^{-3} مول/لتر

الحل :-



		صفر	صفر
في البداية	10^{-3}		
		10^{-3}	10^{-3}
في النهاية	صفر		

الحل : نكتب معادلة التفاعل

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

وهو محلول حمضي لأن $[OH^-] < [H_3O^+]$

مثال ٢

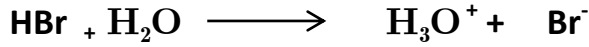
احسب تركيز H_3O^+ ، OH^- في المحاليل الآتية :

(١) محلول HBr تركيزه 1×10^{-4} مول/لتر .

(٢) محلول NaOH تركيزه 1×10^{-3} مول/لتر .

(٣) محلول $HClO_4$ تركيزه $0,1$ مول/لتر .

(٤) محلول $Ca(OH)_2$ تركيزه $0,5$ مول/لتر .

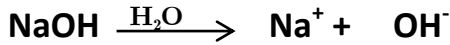


الحل ١: نكتب معادلة التفاعل

[	في البداية	١٠ ^{-٤}		
	في النهاية	صفر	١٠ ^{-٤}	١٠ ^{-٤}

$$10^{-10} \text{ مول/لتر} \times 1 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-10} \times 1} = [\text{OH}^-] \leftarrow \frac{k_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{OH}^-] \leftarrow 10^{-10} \text{ مول/لتر} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

-٢

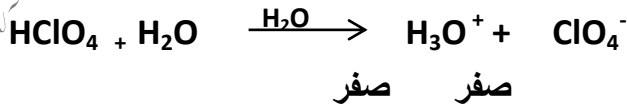


الحل :

[	في البداية	١٠ ^{-٣}	صفر	صفر
	في النهاية	صفر	١٠ ^{-٣}	١٠ ^{-٣}

$$10^{-11} \text{ مول/لتر} \times 1 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-10} \times 1} = \frac{k_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+] \leftarrow 10^{-10} \text{ مول/لتر} = [\text{OH}^-]$$

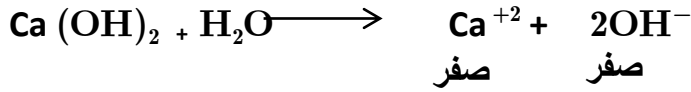
-٣



الحل :

[	في البداية	١٠ ^{-١}	صفر	صفر
	في النهاية	صفر	١٠ ^{-١}	١٠ ^{-١}

$$10^{-13} \text{ مول/لتر} \times 1 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-10} \times 1} = [\text{OH}^-] \leftarrow \frac{k_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{OH}^-] \leftarrow 10^{-10} \text{ مول/لتر} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$



الحل : نكتب معادلة التفاعل

[	في البداية	٠,٥	صفر	صفر	صفر
	في النهاية	صفر	٠,٥	(٠,٥) X ٢	صفر

$$10^{-14} = \frac{10^{-14} \times 1}{1} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \leftarrow \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \text{ مول/لتر}$$

سؤال الكتاب صفحة ١٩٥

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

◀ محلول HCl تركيزه 2×10^{-3} مول/لتر.

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

النتائج:

1- يتأين حمض HCl كلياً في الماء، كما في المعادلة الآتية:



فيكون :

$$2 \times 10^{-3} = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCl}]$$

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

$$\frac{10^{-14} \times 1}{2 \times 10^{-3}} = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = 5 \times 10^{-12} \text{ مول/لتر.}$$

ملاحظة

$\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \text{عدد المولات}$	$\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \text{التركيز}$
--	---

مثال 3

اذيب ٤ غم من NaOH في (١٠٠٠ ملتر) من الماء النقي، احسب تركيز OH^- ، H_3O^+ في المحلول

علماً بأن الكتل المولية للذرات ($\text{H} = 1 / \text{Na} = 23 / \text{O} = 16$)

الحل :

الكتلة = ٤ غم

الحجم = ١٠٠٠ ملتر = ١ لتر

١ لتر = ١٠٠٠ ملتر = ١٠٠٠ سم^٣

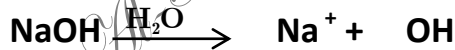
الكتلة المولية (NaOH) = (عدد ذرات (H) X ك.م (H)) + (عدد ذرات (O) X ك.م (O)) + (عدد ذرات (Na) X ك.م (Na))

$$\text{ع.م} = \frac{\text{ك}}{\text{ك.م}} = \frac{4 \text{ غم}}{40 \text{ غم / مول}} = 0,1 \text{ مول}$$

$$\text{التركيز} = \frac{\text{ع.م}}{\text{ح (لتر)}} = \frac{0,1}{1} = 0,1 \text{ مول / لتر}$$

بعد ايجاد قيمة التركيز نكتب المعادلة ونطبق الحل بنفس الاسلوب السابق

-



الحل :

في البداية

0,1

—

—

في النهاية

صفر

0,1

0,1

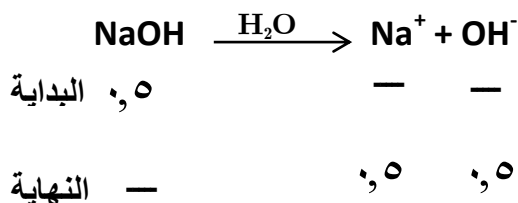
$$10^{-13} = \frac{10^{-14} \times 1}{[\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+] \leftarrow [\text{OH}^-] = 0,1 \text{ مول / لتر}$$

أذيب (٠,٤ مول) من NaOH في (٨٠٠ مللتر) من الماء النقي ، احسب تركيز H_3O^+ ، OH^- في المحلول

الحل : ع.م = ٠,٤ مول

الحجم = ٨٠٠ مللتر = $\frac{٨٠٠}{١٠٠٠} = ٠,٨$ لتر

التركيز = $\frac{ع.م}{ح(ل)} = \frac{٠,٤}{٠,٨} = \frac{١}{٢} = ٠,٥$ مول/لتر



$OH^- = ٠,٥$ مول/لتر

$$[H_3O^+] = \frac{kw}{[OH^-]} = \frac{١٠^{-١٤} \times ١}{٠,٥} = ٢ \times ١٠^{-١٤} \text{ مول / لتر}$$

سؤال الكتاب صفحـ ٢٠

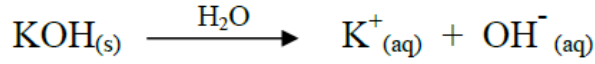
■ احسب تركيز كل من OH^- و H_3O^+ في كلا المحلولين الآتيين:

◀ محلول KOH تركيزه ٤×١٠^{-٢} مول/لتر.

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

الناتج:

1- تتأين القاعدة القوية KOH كلياً في الماء، كما في المعادلة الآتية :



$$2^{-10} \times 4 = [\text{OH}^-] = [\text{KOH}] \text{ مول/لتر.}$$

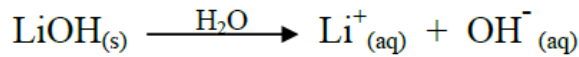
$$[\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = K_w$$

$$2^{-10} \times 4 \times [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14} \times 1$$

$$\frac{10^{-14} \times 1}{2^{-10} \times 4} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-13} \times 2.5 = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر.}$$

2- تتأين القاعدة القوية LiOH كلياً في الماء، كما في المعادلة الآتية:



$$10^{-3} \times 2.5 = \frac{10^{-4} \times 2.5}{0.1} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = [\text{LiOH}]$$

$$10^{-3} \times 2.5 = [\text{OH}^-] = [\text{LiOH}] \text{ مول/لتر.}$$

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

$$10^{-12} \times 4 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-3} \times 2.5} = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر.}$$

Akram Al-Jm



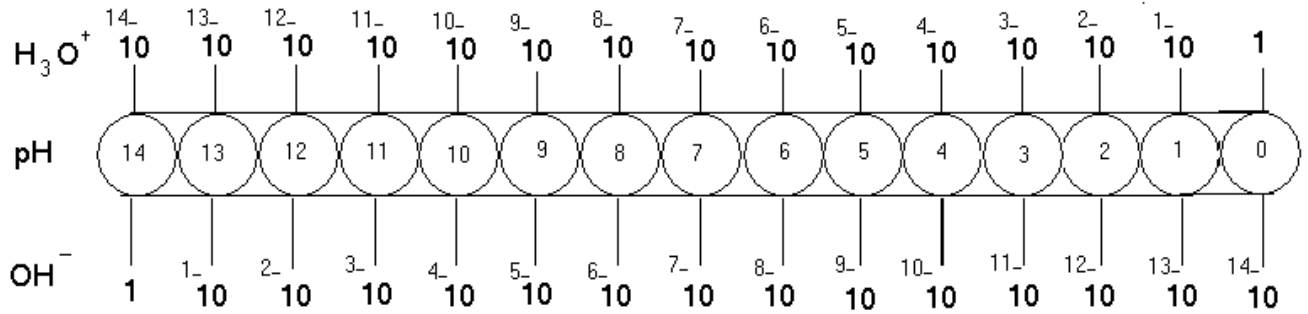
منصة نشمي أكاديمي

الرقم الهيدروجيني

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

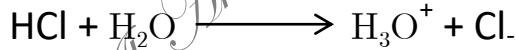
$$pH^{-10} = [H_3O^+]$$

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



مثال ١ :-

احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول من حمض $[HCl] = 10^{-6}$ مول/لتر



البداية 10^{-6} — —

النهاية — 10^{-6} 10^{-6}

$$[H_3O^+] = 10^{-6} \text{ مول/لتر}$$

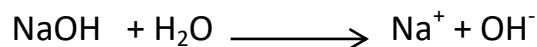
$$PH = - \log [H_3O^+]$$

$$PH = - \log 10^{-6} = 6$$

مثال ٢ :-

احسب الرقم الهيدروجيني لحلول من القاعدة [NaOH] = 0,001 مول/لتر

الحل :

البداية 10^{-3} — —النهاية — 10^{-3} 10^{-3}

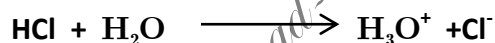
$$10^{-3} \text{ مول/لتر} = [\text{OH}^-]$$

$$10^{-11} \times 1 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-3} \times 1} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

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

$$\text{pH} = -\log 10^{-11} = 11$$

مثال ٣ :-

إذا كان [HCl] = 2 × 10⁻³ مول/لتر، احسب الرقم الهيدروجيني علماً بأن (pH = 3,0).البداية 2×10^{-3} — —النهاية — 2×10^{-3} 2×10^{-3}

$$2 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

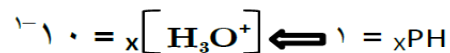
$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (2 \times 10^{-3}) = -(\log 2 + \log 10^{-3}) = -(\log 2 - 3) = 3 - \log 2 = 3 - 0,3 = 2,7$$

مثال ٨

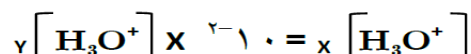
PH لحلول حمض (X) = ١ احسب PH لحلول حمض (Y) الذي يقل في قوته عن (X) بمائة مرة من حيث قوة الحموضة.

محلل حمض Y يقل في قوة الحموضة عن X بمائة مرة (١٠)

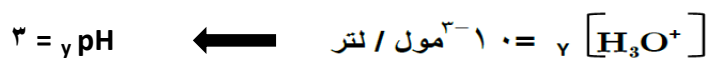
Y الصغير X الكبير



$$? = \text{pH}_Y$$



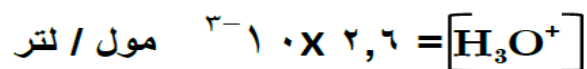
$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_X}{[\text{H}_3\text{O}^+]_Y} = \frac{10^{-1}}{10^{-2}}$$



مثال ٩

ما قيمة PH لحلول تركيز أيون الهيدرونيوم فيه يساوي ٠,٠٢٦، علماً بأن لو ٢,٦ = ٠,٤٢ ؟

الحل :



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

$$\text{pH} = -(\text{لو} 2,6 + \text{لو} 10^{-3})$$

$$\text{pH} = -(\text{لو} 2,6 - 3) = 3 - 0,42 = 2,58$$

ما قيمة PH لمحلول تركيز H_3O^+ فيه يساوي ٠,٠١٥ علماً بأن $pH = ١,٨٨$ ؟

الحل:

$$[H_3O^+] = 10^{-1.8} \text{ مول / لتر}$$

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

$$pH = -\log (10^{-1.8}) = -(-1.8) = 1.82$$

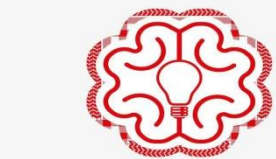
PH / الرقم الهيدروجيني / درجة الحموضة للمحلول = ٢

احسب تركيز H_3O^+ ، OH^- في المحلول .

الحل:

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

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ مول / لتر}$$



منصة نشمي أكاديمي



إعداد الاستاذ : أكرم الأحمد

مثال ١٢

احسب تركيز H_3O^+ في محلول درجة حموضته $pH = 0,62$ علماً بأن $pK_a = 2,4$.

$$pH = 0,62 \quad \leftarrow \text{لوس} = \text{ص} \quad \leftarrow \text{س} = 1,0 \text{ ص}$$

$$pK_a = 2,4 \quad \leftarrow \text{لوس} = 2,4 \quad \leftarrow \text{س} = 0,38$$

$$pH - pK_a = [H_3O^+]$$

$$0,62 - 1,0 =$$

يضاف للاس ١ ويطرح ١

$$1 - (1 + 0,62 - 1) =$$

$$1 - 1,0 \times 0,38 =$$

$$= 0,24 \text{ مول / لتر} = 1 - 1,0 \times 2,4 =$$

مثال ١٣

عينة عصير البرتقال لها رقم هيدروجيني $pH = 5,8$. فما تركيز H_3O^+ في العينة؟

(لو $1,6 = 0,2$).

الحل

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

$$5,8 = -\log [H_3O^+]$$

$$0,8 = -\log [H_3O^+]$$

$$1 - (1 + 0,8) = [H_3O^+]$$

$$1 - 1,0 \times 0,2 = [H_3O^+]$$

$$= 1,6 \times 10^{-1} \text{ مول / لتر.}$$

Akram

سؤال الكتاب صفحہ ۲۳

- احسب الرقم الهيدروجيني (pH) لكلا المحلولين الآتيين:
 ◀ حمض البيروكلوريك HClO_4 الذي تركيزه 1.5×10^{-2} مول/لتر.
 ◀ حمض HBr الذي تركيزه 3×10^{-3} مول/لتر.
 علمًا بأن لو $1.5 = 0.18$ ، لو $3 = 0.5$.
- بين أي المحلولين أكثر حمضية.



الحل:

1- أ) يتأين الحمض القوي HClO_4 كليًا في الماء، كما في المعادلة الآتية:



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HClO}_4] = 10^{-2} \times 1.5 = 1.5 \times 10^{-2} \text{ مول/لتر.}$$

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

$$= -\text{لو} (1.5 \times 10^{-2}) = 2 - \text{لو} 1.5$$

$$= 2 - 0.18 = 1.82$$

ب) يتأين الحمض القوي HBr كليًا في الماء، كما في المعادلة الآتية:



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HBr}]$$

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

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

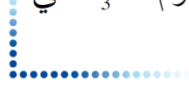
$$= -\text{لو} (3 \times 10^{-3}) = 3 - \text{لو} 3$$

$$= 3 - 0.5 = 2.5$$

2- حمض HClO_4 أكثر حمضية لأن pH له أقل.

سؤال الكتاب صفحہ ۲۴

- إذا علمت أن قيمة pH لعينة دم الإنسان = 7.4، فما تركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في دمه؟ علمًا بأن لو 4 = 0.6.



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

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

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7.4}$$

$$= 10^{-8} \times 10^{0.6} = 4 \times 10^{-8} \text{ مول/لتر.}$$

كيف يمكن تغيير لون أزهار نبات القُرطاسيا؟



الشكل (٤-١): نبات القُرطاسيا.

لنبات القُرطاسيا أزهار متعددة الألوان تتغير بتغير درجة حموضة التربة التي تنبت فيها، وقد استفاد المزارعون من هذه الظاهرة، فقاموا بتغيير لون أزهارها عن طريق التحكم في الرقم الهيدروجيني للتربة التي تنبت فيها، فغيروا لونها من الزهري إلى الأزرق وبالعكس اعتماداً على امتصاص النبتة للألمنيوم.

فإذا كانت التربة حمضية والرقم الهيدروجيني لها أقل من ٦ فإن النبتة تمتص الألمنيوم، ويكون لونها أزرق. وأما إذا كانت التربة قاعدية، فلا تستطيع النبتة امتصاص الألمنيوم ويكون لونها زهرياً، فالمزارع يستطيع تغيير pH للتربة للحصول على لون النبتة المرغوب، فإذا أراد نبتة بلون زهري أضاف الكلس (كربونات الكالسيوم) إلى التربة لرفع الرقم الهيدروجيني لها، وإذا أراد اللون الأزرق فإنه يضيف كبريتات الألمنيوم والقليل من الخل مع ماء الري، لتقليل الرقم الهيدروجيني للتربة.

Akram Al-Ahmad



منصة نشمي أكاديمي

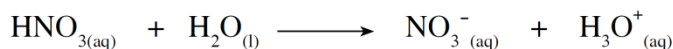


أسئلة الفصل

(١) وضح المقصود بكل من:

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

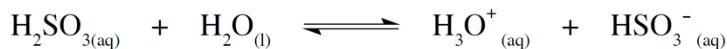
(٢) ادرس التفاعلين الآتيين، وعين الحمض والقاعدة في كل منهما وفق مفهوم برونستد - لوري.



(٣) أكمل الجدول الآتي:

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

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



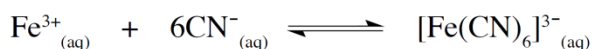
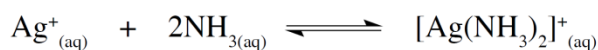
أ) وضح سلوك الماء (كحمض أو قاعدة) في كل منهما.

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

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

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

(٧) عين حمض لويس وقاعدته في التفاعلين الآتيين:



Alm

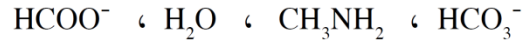
٨) حدّد طبيعة المحلول (حمضي، قاعدي، متعادل) لكل مما يأتي:

أ) محلول تركيز H_3O^+ فيه $= 10 \times 3^{-1}$ مول/لتر.

ب) محلول قيمة pH له $= 2$

ج) محلول تركيز أيونات OH^- فيه $= 10 \times 2^{-1}$ مول/لتر.

٩) أي من الآتية يعد أمفوتيريًا:



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

علمًا بأن الكتلة المولية لـ HBr = ٨١ غ/مول، لو $2 = 3,٣$

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

بأن الكتلة المولية لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH = ٥٦ غ/مول، لو $5 = ٧,٧$

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

تقدمه له؟

اجابات اسئلة الفصل

(1)

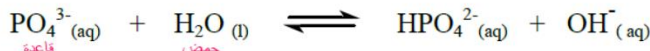
- قاعدة أرهينيوس: مادة تزيد من تركيز أيون الهيدروكسيد OH^- عند إذابتها في الماء.

- حمض برونستد - لوري: مادة (جزينات أو أيونات) قادرة على منح البروتون (مانح للبروتون) لمادة أخرى في التفاعل.

- قاعدة لويس: مادة تمنح زوجًا أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة لمادة أخرى.

- الرقم الهيدروجيني (pH): اللوغاريتم السالب للأساس 10 لتركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول.

(2)



قاعدة حمض

J'

(3)

معادلة التفاعل	الحمض	القاعدة المرافقة	القاعدة	الحمض المرافق
$\text{HF} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{F}^-$	HF	F ⁻	HCO ₃ ⁻	H ₂ CO ₃
$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	H ₂ O	OH ⁻	CH ₃ NH ₂	CH ₃ NH ₃ ⁺
$\text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_3\text{O}^+$	N ₂ H ₅ ⁺	N ₂ H ₄	H ₂ O	H ₃ O ⁺
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	C ₆ H ₅ COOH	C ₆ H ₅ COO ⁻	H ₂ O	H ₃ O ⁺

(4)

أ) يسلك الماء في التفاعل الأول سلوكًا قاعديًا فيستقبل بروتونًا من الحمض H₂SO₃ ويتحول إلى H₃O⁺.
ويسلك الماء في التفاعل الثاني سلوكًا حمضيًا فيمنح بروتونًا للقاعدة CO₃²⁻، ويتحول إلى OH⁻.

ب) الأزواج المترافقة للتفاعل الأول:

HSO₃⁻ / H₂SO₃ : الحمض / القاعدة المرافقة

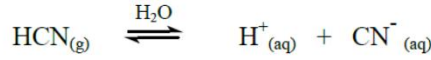
H₃O⁺ / H₂O : القاعدة / الحمض المرافق

الأزواج المترافقة للتفاعل الثاني:

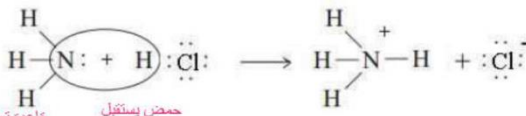
HCO₃⁻ / CO₃²⁻ : القاعدة / الحمض المرافق

OH⁻ / H₂O : الحمض / القاعدة المرافقة

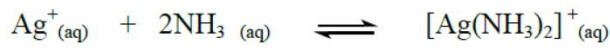
(5) وفق مفهوم أرهينيوس:



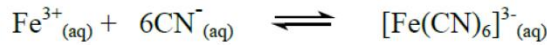
(6) وفق مفهوم برونستد-لوري:



وفق مفهوم لويس:



حمض قاعدة



حمض قاعدة

(7)

(8)

ج) حمضي

ب) حمضي

أ) قاعدي



$$(10) \text{ عدد مولات HBr} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{0.81}{81} = 0.01 \text{ مول}$$

$$[HBr] = \frac{0.01}{0.5} = 0.02 \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = 0.02 \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log [H_3O^+] = -\log (2 \times 10^{-2}) = 1.7$$

$$(11) [H_3O^+] = 10^{-\text{PH}}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-12.3} = 10^{-13} \times 10^{0.7}$$

$$[H_3O^+] = 5 \times 10^{-13} \text{ مول/لتر}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14} \times 1}{5 \times 10^{-13}} = 0.02 \text{ مول/لتر}$$

$$[KOH] = [OH^-] = 0.02 \text{ مول/لتر}$$

$$\text{عدد مولات KOH} = \text{التركيز} \times \text{الحجم}$$

$$= 1 \times 0.02 = 0.02 \text{ مول}$$

$$\text{كتلة KOH بالغرامات} = \text{عدد مولات KOH} \times \text{الكتلة المولية}$$

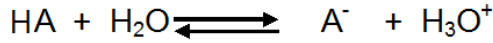
$$= 56 \times 0.02 = 1.12 \text{ غ.}$$

$$(13) \text{ إضافة كبريتات الألمنيوم والقليل من الخل إلى ماء الري.}$$

الفصل الثاني : الاتزان في محاليل الحموض والقواعد الضعيفة

أولاً: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

الحموض الضعيفة : هي الحموض التي تتفكك جزئياً إلى أيونات عند ذوبانها بالماء .



$$\frac{[\text{النواتج}]}{[\text{المتفاعلات}]} = K_c$$

H_2O : يتأين بدرجة ضئيلة

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

$$\frac{1}{pH} \propto K_a$$

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

$$[H_3O^+] \propto K_a$$

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

$$\frac{1}{[HA]} \propto K_a$$

K_a مقياس لقوة الحمض

Akram



منصة نشمي أكاديمي



قيم ثوابت التأيين لعدد من الحموض الضعيفة عند 25°س.

اسم الحمض	الصيغة	Ka
حمض الكبريتيت	H ₂ SO ₃	1.0 × 10 ⁻²
حمض الهيدروفلوريك	HF	7.2 × 10 ⁻⁴
حمض النيتريت	HNO ₂	4 × 10 ⁻⁴
حمض الميثانويك	HCOOH	1.7 × 10 ⁻⁴
حمض البنزويك	C ₆ H ₅ COOH	6.5 × 10 ⁻⁵
حمض الإيثانويك	CH ₃ COOH	1.8 × 10 ⁻⁵
حمض الكربونيك	H ₂ CO ₃	4.3 × 10 ⁻⁷
حمض الهيبوكلوريت	HOCl	3.5 × 10 ⁻⁸
حمض هيدروسيانيك	HCN	6.2 × 10 ⁻¹⁰

سؤال الكتاب صفحة 29

■ بالاعتماد على الجدول (1-1)، أجب عن الأسئلة الآتية:

- ◀ اكتب صيغة الحمض الأقوى وصيغة قاعدته المرافقة.
- ◀ لديك محلولان حمضيان متساويان في التركيز: HF و CH₃COOH فأيهما يكون تركيز H₃O⁺ فيه أعلى؟
- ◀ أي المحلولين رقمه الهيدروجيني أعلى: C₆H₅COOH أم HCN، إذا كان لهما التركيز نفسه؟
- ◀ أيهما أقوى: القاعدة المرافقة للحمض HNO₂، أم القاعدة المرافقة للحمض HOCl؟
- ◀ هل تتوقع أن تكون قيمة pH لمحلول حمض الميثانويك HCOOH الذي تركيزه 1.0 × 10⁻² مول/لتر أكبر أم أقل من 2؟ لماذا؟

الإجابة:

1- صيغة الحمض الأقوى: H₂SO₃ ، وصيغة قاعدته المرافقة: HSO₃⁻.

2- محلول HF يكون تركيز H₃O⁺ فيه أعلى.

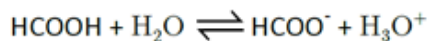
3- محلول HCN يكون له رقم هيدروجيني أعلى.

4- القاعدة المرافقة الأقوى هي للحمض HOCl .

5- يتوقع أن تكون قيمة pH لمحلول حمض الميثانويك (HCOOH) الذي تركيزه 1.0 × 10⁻² مول/لتر أكبر من 2، لأنه حمض ضعيف يتأين جزئياً، وبالتالي يكون تركيز H₃O⁺ في المحلول أقل من 1 × 10⁻² مول/لتر، وعليه تكون قيمة pH له أكبر من 2 .

احسب تركيز H_3O^+ في محلول حمض الميثانويك ($HCOOH$) ذو التركيز (٠,١ مول/لتر) ، ثم احسب

(PH) للمحلول. علماً بأن $Ka = 1,6 \times 10^{-4}$ ، لو $\epsilon = 0,6$



البداية ٠,١ - -

عند الاتزان ٠,١-س س س

$$\frac{س}{٠,١-س} = \frac{س \times س}{[HCOOH]} = Ka \leftarrow \frac{[النواتج]}{[المتفاعلات]} = Ka$$

$$س^2 = 1,6 \times 10^{-4} \times (٠,١ - س)$$

$$س^2 = 1,6 \times 10^{-4} \times ٠,١$$

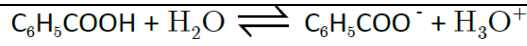
$$س = 4 \times 10^{-3}$$

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log(4 \times 10^{-3}) = 3 - \log 4 = 3 - 0,6 = 2,4$$

ما قيمة PH في محلول حمض البنزويك (C_6H_5COOH) الذي تركيزه ٠,٠١ مول/لتر

على اعتبار أن $Ka = 6,4 \times 10^{-5}$ ، لو $\epsilon = 0,9$

الحل:



البداية	10^{-2}	—	—
عند الاتزان	$10^{-2} - \text{س}$	س	س

$$\frac{\text{س}}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]} = K_a$$

$$10^{-2} \times 10^{-1} \times 6.4 = \text{س} \leftarrow \frac{\text{س}}{10^{-1}} = 10^{-1} \times 6.4$$

$$\sqrt{10^{-1} \times 6.4} = \sqrt{\text{س}}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = \text{س} \quad \text{س} = 10^{-1} \times 8$$

$$10^{-1} \times 8$$

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

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

$$= -(\text{لو} 8 + \text{لو} 10^{-1})$$

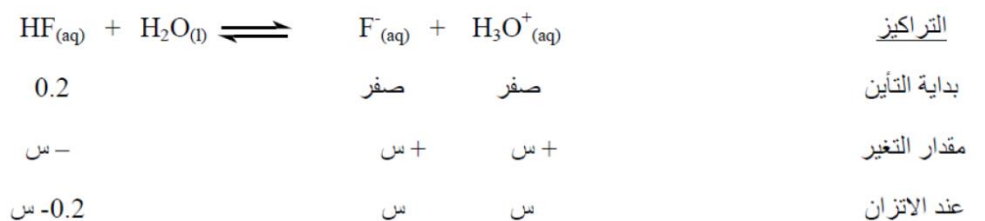
$$= -(\text{لو} 8 - 0.9) = 3.1$$

سؤال الكتاب صفحہ ۳۲

■ بالرجوع إلى الجدول (۱-۱)، أجب عن الأسئلة الآتية:

- ◀ احسب قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول HF الذي تركيزه ۰,۲ مول/لتر. لو ۱,۲ = ۰,۰۸
- ◀ احسب تركيز محلول حمض HNO₂ الذي رقمه الهيدروجيني ۲,۴، علمًا بأن لو ۴ = ۰,۶
- ◀ احسب قيمة K_a لمحلول الحمض الضعيف HZ الذي تركيزه ۰,۲ مول/لتر، ورقمه الهيدروجيني يساوي ۴.

1- يتأين حمض HF في الماء كما في المعادلة الآتية:



$$[F^-] = [H_3O^+] = \text{س}$$

$$[HF] = 0.2 - \text{س} \approx 0.2$$

$$\frac{[F^-][H_3O^+]}{[HF]} = K_a$$

$$\frac{2[H_3O^+]}{0.2} = 4 \times 10^{-4} \times 7.2$$

$$4 \times 10^{-4} \times 1.44 = 0.2 \times 4 \times 10^{-4} \times 7.2 = 2[H_3O^+]$$

$$\sqrt{4 \times 10^{-4} \times 1.44} = \sqrt{2[H_3O^+]}$$

$$2 \times 10^{-2} \times 1.2 = [H_3O^+]$$

$$\text{pH} = -\log 2 \times 10^{-2} = 1.30$$

$$= 2 + 0.08 = 1.92$$

2- لحساب تركيز الحمض الضعيف HNO_2 نحسب أولاً تركيز H_3O^+ من خلال pH كما يلي:

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

$$10^{-2.4} = [H_3O^+]$$

$$10^{-3} \times 10^{-0.6} = [H_3O^+]$$

$$10^{-3} \times 4 = [H_3O^+]$$

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

$$\frac{2(10^{-3} \times 4)}{[HNO_2]} = 4 \times 10^{-4}$$

$$0.04 \text{ مول/لتر} = \frac{6 \times 10^{-6} \times 16}{4 \times 10^{-4}} = \frac{2(10^{-3} \times 4)}{4 \times 10^{-4}} = [HNO_2]$$

3- لحساب قيمة K_a للحمض نحسب أولاً تركيز H_3O^+ من خلال pH كما يلي:

$$10^{-4} = [H_3O^+]$$

$$10^{-8} \times 5 = \frac{2(10^{-4} \times 1)}{0.2} = \frac{2[H_3O^+]}{[HZ]} = K_a$$

إذا أذينا ٩٢ غم من (HCOOH) في ١٠٠٠ سم^٣ ماء ، على فرض أن $Ka = 3,2 \times 10^{-4}$ ، وكانت الكتل المولية للذرات (١٢=C ، ١٦=O ، ١=H) :

(١) احسب تركيز الحمض في البداية ، علماً بأن لوه = ٠,٦ ، لوه = ٢,٣

(٢) احسب تركيز H_3O^+ .

(٣) ما مقدار PH ؟

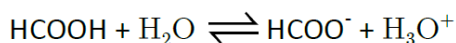
الكتلة = ٩٢ غم

الحجم = ١٠٠٠ سم^٣ = ١ لتر

ك = م = $(1 \times 2) + (16 \times 2) + (12 \times 1) = 46$ غم / مول

م.ع = $\frac{92}{46} = 2$ مول

التركيز = $\frac{2}{1} = 2$ عدد المولات / الحجم (لتر)



لإيجاد قيمة $[H_3O^+]$ نكتب المعادلة ونعوض في قانون Ka

البداية ٢ — —

س — ٢-س عند الاتزان س س

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

$$[HCOOH] \times Ka = [HCOO^-][H_3O^+]$$

$$2 \times 10^{-4} \times 3,2 = 2 \times 10^{-3} \times 3,2$$

$$6,4 \times 10^{-4} = 6,4 \times 10^{-3}$$

$$\sqrt{6,4 \times 10^{-4}} = \sqrt{6,4 \times 10^{-3}}$$

$$2,5 \times 10^{-2} = 2,5 \times 10^{-1}$$

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

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

$$PH = -\log (2,5 \times 10^{-1})$$

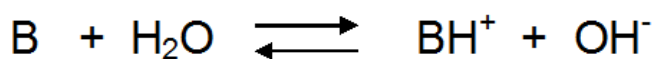
$$2,1 = 3 - 0,9 = -\log (2,5 \times 10^{-1})$$

$$لو ٨ = لو (٢ \times ٤) = لو ٤ + لو ٢$$

$$٠,٩ = ٠,٣ + ٠,٦ =$$

ثانياً : الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة:

هي تلك القواعد التي تتفكك جزئياً إلى أيونات عند ذوبانها بالماء .



$$\frac{[\text{النواتج}]}{[\text{المتفاعلات}]} = K_c$$

$$[OH^-] \propto K_b$$

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

$$pH \propto K_b$$

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

$$\frac{1}{[H_3O^+]} \propto K_b$$

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

يعتبر K_b مقياس لقوة القاعدة .

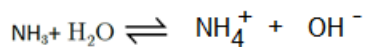
Akram Al-Ahmad-



منصة نشمي أكاديمي



احسب قيمة PH لمحلول NH_3 تركيزه ٠,١ مول/لتر و $K_b = 1,6 \times 10^{-5}$ ، علماً بأن $\text{p}K_b = 4,6$.



البداية 10^{-1} — —

عند الاتزان 10^{-1-x} س س

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{x \cdot x}{10^{-1-x}}$$

$$1,6 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{10^{-1-x}}$$

$$x^2 = 1,6 \times 10^{-6}$$

$$x = 1,26 \times 10^{-3}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,26 \times 10^{-3} \text{ مول / لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{1,26 \times 10^{-3}} = 7,94 \times 10^{-12} \text{ مول / لتر}$$

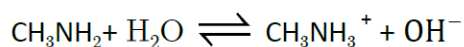
$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 11,1$$

$$\text{PH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,9 = 11,1$$

$$\text{PH} = 14 - (\text{p}K_b - \log C) = 14 - (4,6 - 1) = 10,4$$

$$\text{PH} = 10,4 + 0,6 = 11,0$$

احسب تركيز $[\text{OH}^-]$ في محلول $[\text{CH}_3\text{NH}_2]$ تركيزه ٠,٠١ مول/لتر و $K_b = 1 \times 10^{-4}$.



البداية 10^{-2} — —

عند الاتزان 10^{-2-x} س س

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]} = \frac{x \cdot x}{10^{-2-x}}$$

$$1 \times 10^{-4} = \frac{x^2}{10^{-2-x}}$$

$$x^2 = 10^{-6}$$

$$x = 10^{-3}$$

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

إذا أذبنا ٩٣ غم من $(C_6H_5NH_2)$ في ٢٠٠٠ مللتر ماء ، على اعتبار أن $K_b = 1.0 \times 10^{-4}$

والكتل المولية للذرات ($H=1$ ، $N=14$ ، $C=12$) :

أ- احسب تركيز OH^- ؟

ب- ما قيمة PH ؟

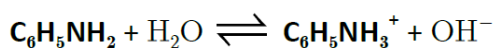
الكتلة = ٩٣ غم

الحجم = ٢٠٠٠ مللتر = ٢ لتر

ك $(C_6H_5NH_2) = (12 \times 6) + (14 \times 1) + (1 \times 7) = 72 + 14 + 7 = 93$ غم / مول

ك $\frac{93}{93} = 1$ مول

التركيز = $\frac{عدد المولات}{الحجم (لتر)}$ = $\frac{1}{2} = 0.5$



البداية ٠,٥ — —

س س س —٠,٥ عند الاتزان

ب.

PH = - لو $[H_3O^+]$

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{0.5} = 2.0 \times 10^{-14} \text{ مول / لتر}$$

PH = - لو $[H_3O^+]$

PH = - لو 1.0×10^{-14}

PH = ١٢

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{[C_6H_5NH_2]}$$

$$[C_6H_5NH_2] \times K_a = [OH^-]^2$$

$$0.5 \times 1.0 \times 10^{-4} = [OH^-]^2$$

$$\sqrt{0.5 \times 10^{-4}} = [OH^-]$$

$$[OH^-] = 0.000707$$

$$[OH^-] = 7.07 \times 10^{-4} \text{ مول / لتر}$$

■ كم غراماً من الهيدرازين N_2H_4 يلزم لتحضير محلول حجمه ٠,٢ لترًا، ورقمه الهيدروجيني

١٠,٨، علمًا بأن K_b للهيدرازين $= 1,3 \times 10^{-6}$ ، والكتلة المولية له $= 32$ غ/مول،

ولو $1,6 = 0,2$

$$10^{-10.8} = [H_3O^+]$$

$$10^{-11} \times 0.2 = [H_3O^+]$$

$$10^{-11} \times 1.6 = [H_3O^+]$$

$$10^{-14} \times 1 = [OH^-] = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-11} \times 1.6} = 0.625 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر.}$$

$$[OH^-] \approx 6 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر.}$$

$$0.28 \text{ مول/لتر.} = \frac{(6 \times 10^{-4})^2}{1.3 \times 10^{-6}} = \frac{[OH^-]^2}{K_b} = [N_2H_4]$$

عدد مولات الهيدرازين = التركيز \times حجم المحلول

عدد مولات الهيدرازين $= 0.2 \times 0.28 = 0.056$ مول

كتلة الهيدرازين = عدد المولات \times الكتلة المولية للهيدرازين

كتلة الهيدرازين $= 32 \times 0.056 = 1.792$ غ

Akram Al-Ahmed



منصة نشمي أكاديمي



إعداد الاستاذ : أكرم الأحمد

ثالثاً: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

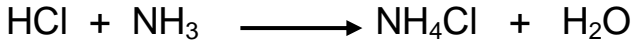
الملح : هو مركب أيوني ينتج عن تفاعل حمض مع قاعدة .



ملح متعادل



ملح قاعدي



ملح حمضي

قوي + قوي ← متعادل $\text{pH} = \gamma$

قاعدة قوية + حمض ضعيف ← ملح قاعدي $\text{pH} < \gamma$

قاعدة ضعيفة + حمض قوي ← ملح حمضي $\text{pH} > \gamma$

الايونات Na^+ ، Cl^- لا تتفاعل مع الماء (غير قادرة على التمييه) .

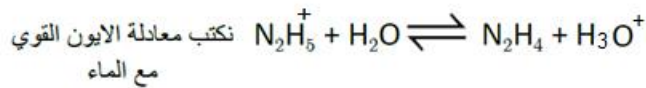
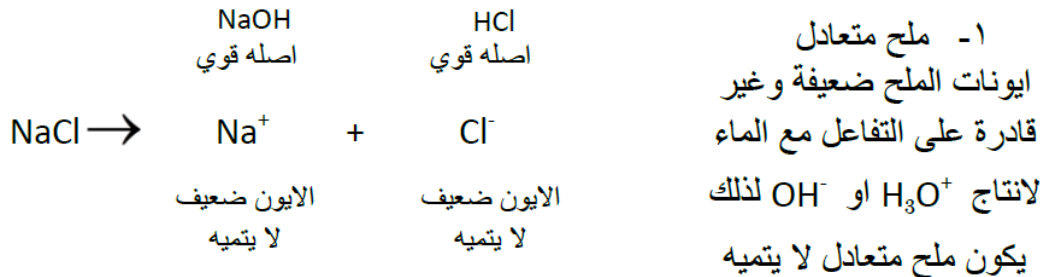
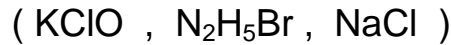
تمييه الملح : هو قدرة ايونات الملح على التفاعل مع الماء لإنتاج H_3O^+ أو OH^- .*

ملاحظة :

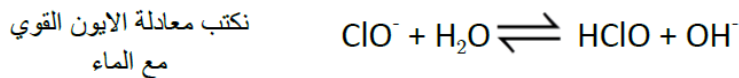
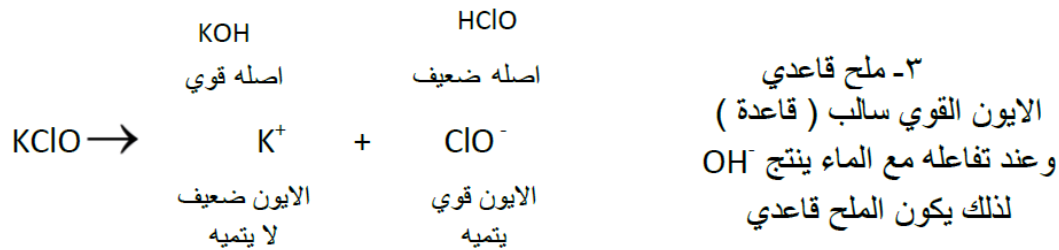
الأيون الموجب (حمض) : لإعادته لأصله كقاعدة ن حذف منه (H^+) إن وجدت أو نضيف له (OH^-) .

الأيون السالب (قاعدة) : لإعادته لأصله كحمض نضيف له (H^+) .

فسر سلوك الأملاح التالية وبين السلوك الحمضي والقاعدي والمتعادل فيها :

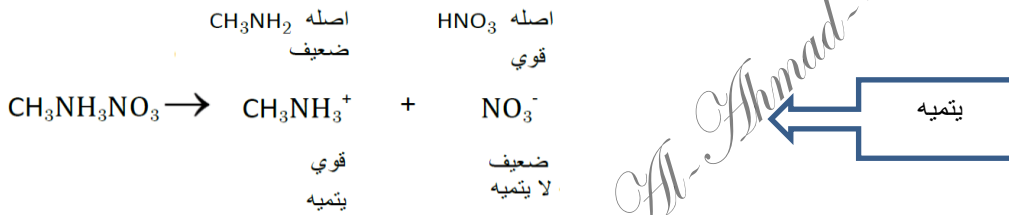
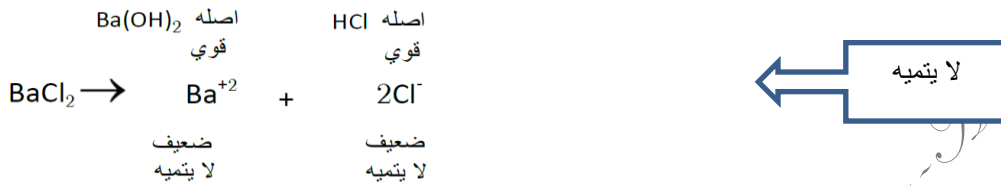
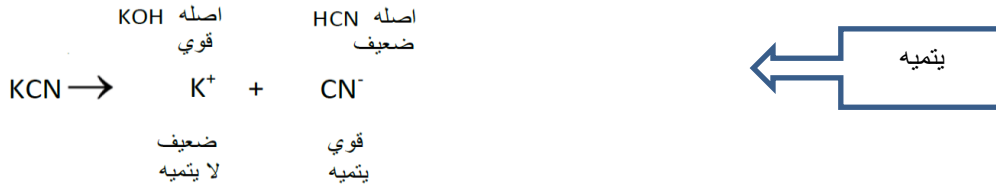


*الايون Br⁻ ضعيف والايون N₂H₅⁺ قوي نسبياً ويتفاعل مع الماء ويمنحها بروتون وينتج H₃O⁺ ويكون تأثيره حمضي



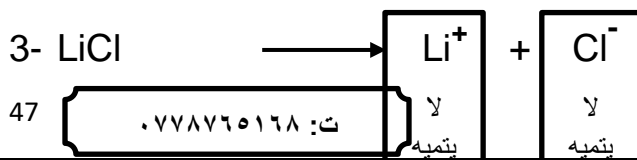
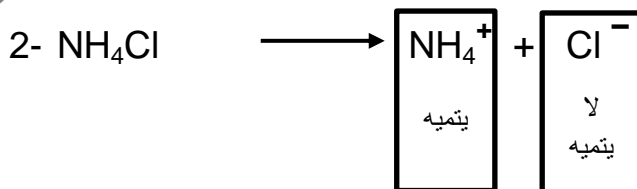
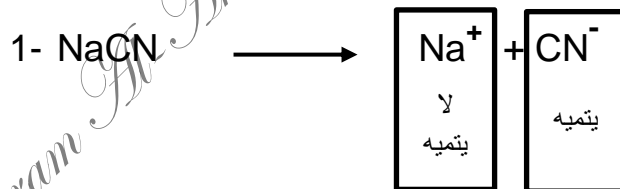
*الايون K⁺ ضعيف والايون ClO⁻ قوي نسبياً ويتفاعل مع الماء ويسحب منها بروتون لينتج OH⁻ ويكون تأثيره قاعدي

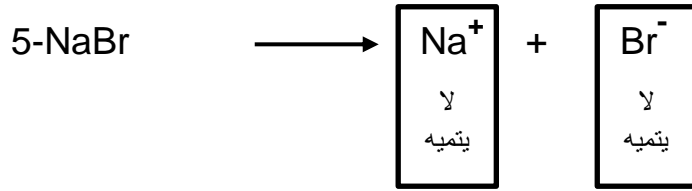
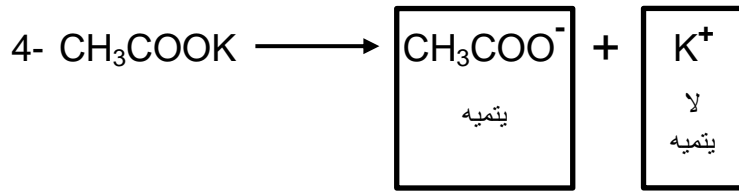
أي الأملاح الآتية تتميه عند إذابتها في الماء : (KCN ، BaCl₂ ، CH₃NH₃NO₃)



عين الأيون الذي يتميه في الماء في كل من الأملاح التالية :-

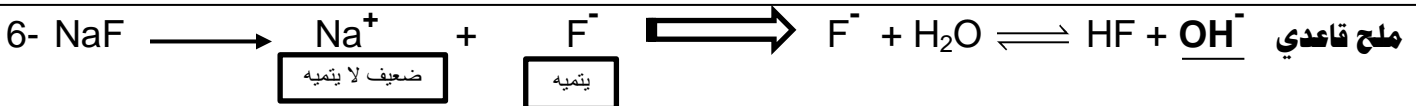
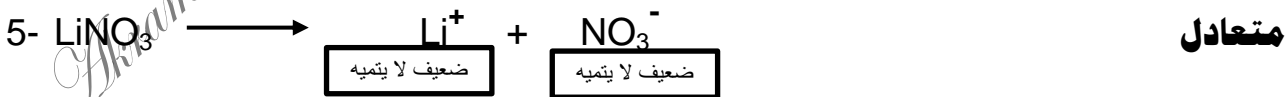
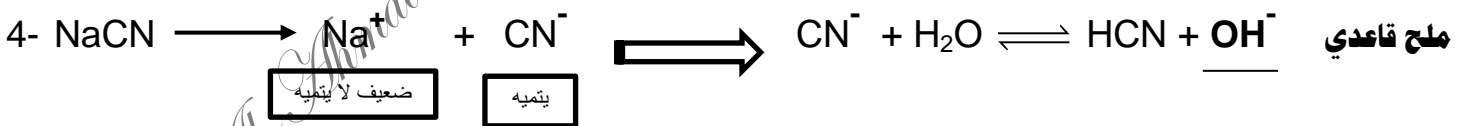
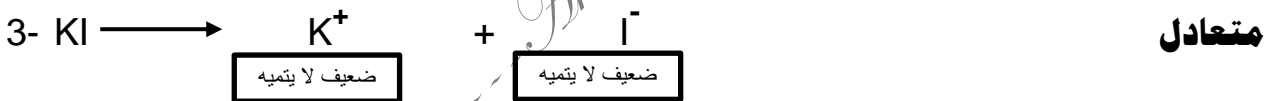
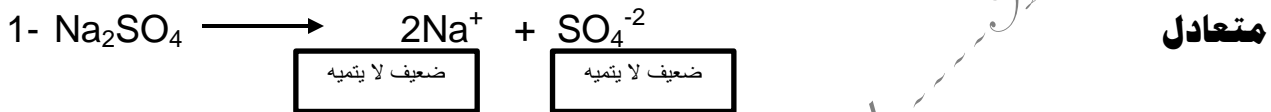
NaBr ، CH₃COOK ، LiCl ، NH₄Cl ، NaCN



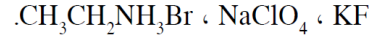


مثال ٤ بين إذا كانت محاليل الأملاح الآتية حمضية أم قاعدية أم متعادلة .

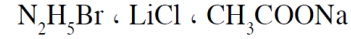
NaF , LiNO_3 , NaCN , KI , NH_4Br , Na_2SO_4



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



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



■ أيّ الملحّين الآتيين يعد ذوبانه في الماء تميّها: C_3H_5NHCl ، KI ؟

-1

- المحلول KF ذو طبيعة قاعدية.

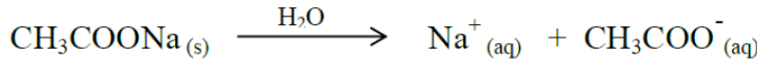
- المحلول $NaClO_4$ ذو طبيعة متعادلة.

- المحلول $CH_3CH_2NH_3Br$ ذو طبيعة حمضية.

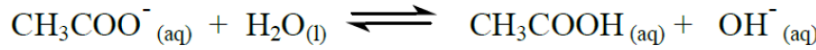
-2

(أ) تفسير سلوك الملح CH_3COONa :

يتفكك الملح CH_3COONa ، وينتج عن تفككه الأيون CH_3COO^- ، والايون Na^+ كما في المعادلة الآتية:



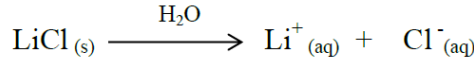
الأيون Na^+ ، ليس له القدرة على التفاعل مع الماء، بينما الايون CH_3COO^- ، يعد قاعدة مرافقة قوية نسبياً لذا يتفاعل مع الماء (يتميّه) ويسحب H^+ منه ويتكون الحمض CH_3COOH وأيون OH^- كما في المعادلة:



وبهذا يزداد تركيز OH^- في المحلول، وتزداد pH ويكون السلوك قاعدي.

(ب) تفسير سلوك الملح $LiCl$:

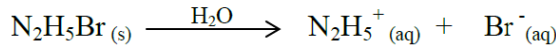
يتفكك الملح $LiCl$ ، وينتج عن تفككه الأيون Cl^- ، والأيون Li^+ كما في المعادلة الآتية:



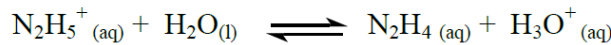
نلاحظ أن الأيونين Cl^- وكذلك K^+ ، ليس لهما القدرة على التفاعل مع الماء، فكلاهما لا يتميّه، وبالتالي يبقى تركيز H_3O^+ وتركيز OH^- في المحلول ثابتا ويكون السلوك متعادل.

(ج) تفسير سلوك الملح N_2H_5Br :

يتفكك الملح N_2H_5Br ، وينتج عن تفككه الأيون Br^- ، والايون $N_2H_5^+$ كما في المعادلة الآتية:



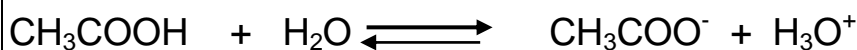
الأيون Br^- ، ليس له القدرة على التفاعل مع الماء، بينما الايون $N_2H_5^+$ ، فهو حمض مرافق قوي نسبياً فانه يتفاعل مع الماء (يتميّه) ويمنحه البروتون فتتكون أيونات H_3O^+ في المحلول كما في المعادلة:



وبهذا يزداد تركيز H_3O^+ في المحلول، وتقل pH ويكون السلوك حمضي.

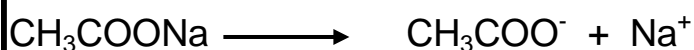
-3- الملح الذي يعد ذوبانه في الماء تميّها هو : C_3H_5NHCl .

رابعاً : تأثير الأيون المشترك



بناءً على مبدأ لوتشاتيليه ، فإن الزيادة في تركيز احد الأيونات H_3O^+ أو CH_3COO^- سوف يدفع الاتزان نحو اليسار وذلك للتقليل من أثر هذه الزيادة ليعود التفاعل ويتزن من جديد .

إذا أضفنا الملح CH_3COONa فإنه يتفكك كما يلي :-



وهو مصدر جديد للأيون $(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ وزيادته تؤدي إلى نقص تركيز H_3O^+ وزيادة تركيز الحمض

CH_3COOH ، والأيون المشترك في هذه الحالة هو CH_3COO^- وبما انه يقلل من تركيز H_3O^+ فإنه يزيد من قيمة PH للمحلول .

- لحساب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ نستخدم ثابت تأين الحمض K_a كالآتي :-

بإهمال تأين الحمض فإن تركيز الأيون المشترك = تركيز الملح

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

[الملح] = [الأيون المشترك] لأن الملح يتفكك كلياً

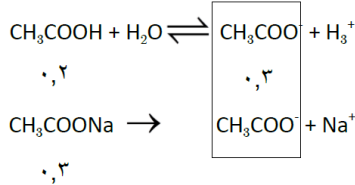


منصة نشمي أكاديمي



محلول حمض $[CH_3COOH] = 0,2$ مول/لتر و PH له تساوي $2,72$ ، احسب درجة الحموضة (PH) للمحلول عند اضافة $0,3$ مول من الملح CH_3COONa إلى لتر من المحلول

(اعتبر أن حجم المحلول لم يتغير عند إضافة الملح) ، علماً أن $Ka = 1,8 \times 10^{-5}$ وأن $لو 1,2 = 0,079$



$2,72 = PH$
قبل

$?? = PH$
بعد

$$\frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = Ka$$

$$0,3 \times [H_3O^+] = 10^{-5} \times 1,8$$

$$\frac{0,2}{3} \times [H_3O^+] = 10^{-5} \times 1,8$$

$$10^{-5} \times 1,2 = 10^{-5} \times 1,2 = \frac{2 \times 10^{-5} \times 1,8}{3} = [H_3O^+]$$

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log(1,2 \times 10^{-5}) = -(\log 1,2 + \log 10^{-5}) = -(\log 1,2 - 5) = 5 - \log 1,2 = 5 + 0,079 = 5,079$$

بعد اضافة
الملح

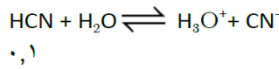
Ahmad

Ahram Al-Ahmad



احسب التغير في قيمة PH لحلول مكون من ٠,١ مول/لتر (HCN) عند إضافة ٠,٢ مول/لتر من ملح NaCN إلى ١٠ ملتر من محلول الحمض ؟

علماً بأن Ka للحمض = $4,9 \times 10^{-10}$ وأن لو $2,45 = 0,39$ لو $7 = 0,85$



$$| \text{PH} - \text{PH} |_{\text{قبل}} = \Delta \text{PH}$$

$$?? = \text{PH}_{\text{قبل}}$$

نحسب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ قبل اضافة الملح ومنه نستخرج PH

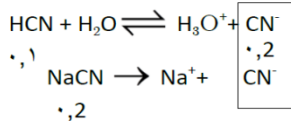
$$\frac{2 \text{س} = 10^{-10} \times 4,9}{0,1} = \frac{2 \text{س} = \text{Ka}}{[\text{HCN}]}$$

$$\sqrt{10^{-10} \times 4,9} = 2 \text{س}$$

$$10^{-6} \times 7 = \text{س} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{قبل}}$$

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

$$5,15 = 6 + 0,85 = - (10^{-6} \text{ لو} + 7) = -$$



$$?? = \text{PH}_{\text{بعد}}$$

نجد $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{بعد}}$ اضافة الملح على قانون الايون المشترك ثم نستخرج PH منه

$$\frac{[\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]} \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \text{Ka}$$

$$\frac{0,2 \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,1} = 10^{-10} \times 4,9$$

$$\frac{0,1 \times 10^{-10} \times 4,9}{0,2} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{بعد}}$$

$$10^{-10} \times 2,45 = 10^{-10} \times 2,45 = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{بعد}}$$

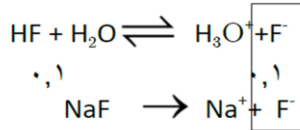
$$\text{PH} = -\text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{بعد}} = - (10^{-10} \text{ لو} + 2,45) = - (10^{-10} \text{ لو} + 0,39) = 9,61 = 10 + 0,39 = -$$

$$4,46 = 5,15 - 9,61 = | \text{PH} - \text{PH} |_{\text{بعد}} = \Delta \text{PH}$$

مثال ٣

احسب الرقم الهيدروجيني لنصف لتر من محلول HF (تركيزه ٠,١ مول / لتر) ، عندما يضاف اليه ٠,٠٥

مول من الملح NaF **علماً بأن** $Ka = 6,8 \times 10^{-4}$ **وأن** لو $6,8 = 0,83$



$$\text{تركيز الملح} = \frac{0,05}{0,5} = \frac{0,1}{1} = 0,1 \text{ مول / لتر}$$

$$\frac{0,1 \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,1} = 6,8 \times 10^{-4} \leftarrow \frac{[\text{F}^-] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HF}]} = Ka$$

$$6,8 \times 10^{-4} = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول / لتر}$$

$$\text{PH} = -\text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+] = -(\text{لو } 6,8 + \text{لو } 10^{-4}) = 4 + 0,83 = 3,17$$

سؤال

احسب الرقم الهيدروجيني لنصف لتر من محلول HF تركيزه ٠,١ مول / لتر) ، عندما يضاف إليه كمية

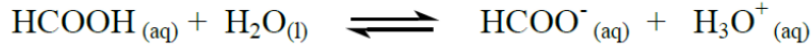
معينة من ملح (NaF) ليصبح تركيز $[\text{F}^-]$ في المحلول = ٠,١ مول / لتر

(**علماً بأن** $Ka = 6,8 \times 10^{-4}$ **وأن** لو $6,8 = 0,83$)

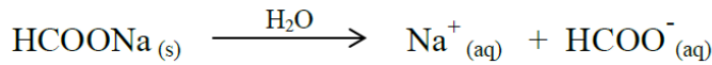
- وضح أثر إضافة الملح HCOONa على قيمة pH لمحلول حمضه الضعيف HCOOH.
- احسب قيمة pH لمحلول مكون من ٠,٢ مول/لتر من حمض HNO₂ ، عند إضافة ٠,٣ مول من الملح NaNO₂ إلى لتر من محلول الحمض. علماً بأن K_a للحمض = ٤ × ١٠^{-٤}.

الحل

1- يتأين الحمض HCOOH في الماء كما في المعادلة الآتية:



ويتفكك الملح HCOONa في الماء كما في المعادلة:



فيزيد تركيز أيونات HCOO⁻ ، وبناء على مبدأ لوتشاتيليه فان الاتزان للتفاعل الأول سوف يندفع نحو اليسار ، أي أن أيونات HCOO⁻ ستفاعل مع أيونات H₃O⁺ ويتكون الحمض HCOOH ، وهذا يقلل من تركيز H₃O⁺ في المحلول مما يؤدي الى زيادة الرقم الهيدروجيني (pH) للمحلول.

2

$$[\text{NaNO}_2] = [\text{NO}_2^-] = 0.3 \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{[\text{NO}_2^-] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HNO}_2]} = K_a$$

$$\frac{0.3 \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{0.2} = 4 \times 10^{-4}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2.67 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (2.67 \times 10^{-4})$$

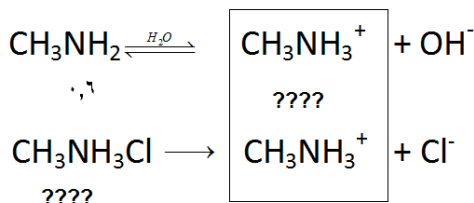
$$= 4 - \log 2.67 = 4 - 0.43 = 3.57$$

Alm

إذا أذبنا (٤,٠٨ غم) من الملح CH_3NH_3Cl في محلول من CH_3NH_2 تركيزه يساوي ٠,٦ مول/لتر فكم حجم المحلول اللازم تحضيره لكي يكون له PH يساوي ١٠,٣ ، علماً بأن $K_b = 10^{-4}$ لوه = ٠,٧

الكتلة المولية للملح = ٦٨ غم/مول

الحل :



$$[H_3O^+] = 10^{-10.3} = [OH^-] \leftarrow \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-10.3}} = 10^{-3.7} \text{ مول/لتر}$$

نعوض في قانون الأيون المشترك:

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

$$[\text{الملح}] = \frac{[OH^-] \times K_b}{[\text{القاعدة}]} = \frac{10^{-3.7} \times 10^{-4}}{0.6} = 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{م.ع} = \frac{4.08}{68} = 0.06 \text{ مول}$$

$$\boxed{\frac{\text{م.ع الملح} = \text{ك}}{\text{ك م}}}$$

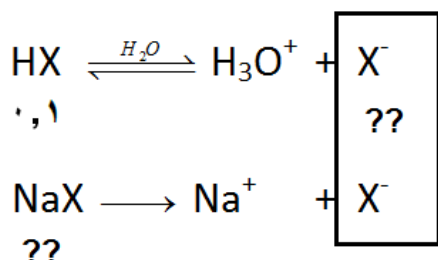
$$\text{الحجم (لتر)} = \frac{\text{م.ع الملح}}{\text{ت الملح}} = \frac{0.06}{10^{-3}} = 60 \text{ لتر}$$

$$\boxed{\frac{\text{تركيز الملح} = \text{م.ع الملح}}{\text{الحجم (لتر)}}}$$

محلول (٠,١ مول/لتر) من حمض 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 عما يلي :

- (١) ما صيغة الأيون المشترك .
- (٢) احسب عدد مولات NaX التي أضيفت للمحلول (أهمل التغير في الحجم) .

الحل :



(٢) المطلوب ع.م الملح لذا نبدأ بـ pH بعد ثم إيجاد تركيز الملح من قانون الأيون المشترك

$$\text{pH قبل} = 3$$

$$\Delta \text{pH} = 2$$

قد تكون زيادة بمقدار ٢ أو نقصان بمقدار ٢ والمعرفة ذلك يجب معرفة تأثير الملح المضاف اذا كان تأثيره قاعدي فتكون زيادة بمقدار ٢ واذا كان تأثيره حمضي فيكون نقصان بمقدار ٢ .

وبما أن الملح NaX تأثيره قاعدي اذا يزداد بمقدار ٢ ← $\text{pH بعد} = 2 + 3 = 5$

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

نعوض في قانون الأيون المشترك:

$$\frac{[\text{الملح}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{الحمض}]} = K_a$$

$$[\text{الملح}] = \frac{[\text{الحمض}] \times K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{0,1 \times 10^{-5} \times 1}{10^{-5}} = 0,1 \text{ مول/لتر}$$

$$\text{ع.م الملح} = \text{ت الملح} \times \text{الحجم (لتر)} = 2 \times 0,1 = 0,2 \text{ مول}$$

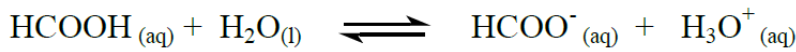
$$\text{تركيز الملح} = \frac{\text{ع.م الملح}}{\text{الحجم (لتر)}}$$

سؤال الكتاب صفحة ٤٤٣

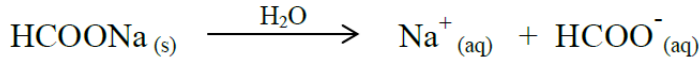
- وضح أثر إضافة الملح HCOONa على قيمة pH لمحلول حمضه الضعيف HCOOH.
- احسب قيمة pH لمحلول مكون من ٠,٢ مول/لتر من حمض HNO₂ ، عند إضافة ٠,٣ مول من الملح NaNO₂ إلى لتر من محلول الحمض. علمًا بأن K_a للحمض = ٤ × ١٠^{-٤}.

الحل:

1- يتأين الحمض HCOOH في الماء كما في المعادلة الآتية:



ويتفكك الملح HCOONa في الماء كما في المعادلة:



فيزيد تركيز أيونات HCOO⁻ ، وبناء على مبدأ لوتشاتيليه فان الاتزان للتفاعل الأول سوف يندفع نحو اليسار ، أي أن أيونات HCOO⁻ ستتفاعل مع أيونات H₃O⁺ ويتكون الحمض HCOOH ، وهذا يقلل من تركيز H₃O⁺ في المحلول مما يؤدي الى زيادة الرقم الهيدروجيني (pH) للمحلول.

2-

$$0.3 = [\text{NaNO}_2] = [\text{NO}_2^-] \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{[\text{NO}_2^-] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HNO}_2]} = K_a$$

$$\frac{0.3 \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{0.2} = 4 \times 10^{-4}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2.67 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (2.67 \times 10^{-4})$$

$$= 4 - \log 2.67 = 4 - 0.43 = 3.57$$

Alm

خامساً : المحاليل المنظمة :

تحتاج معظم التطبيقات المهمة في حياتنا إلى ضبط الرقم الهيدروجيني ضمن مدى محدد أثناء حدوث التفاعلات الكيميائية ، ويستخدم لذلك محاليل يطلق عليها اسم المحاليل المنظمة ، وهي ذات أهمية في عمليات الترسيب والطلاء وصناعة الشامبو ودباغة الجلود وغيرها . وللمحاليل المنظمة أهمية كبيرة لحدوث العمليات الفسيولوجية التي تحدث في اجسام الكائنات الحية عند درجة حموضة معينة ، كعملية نقل الدم للأكسجين من الرئتين إلى الخلايا ، التي تحدث عند pH يساوي ٧,٤ تقريبا .

وهي محاليل تقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني (PH) عند إضافة كمية قليلة عليها من حمض قوي أو قاعدة قوية .
• أنواعها :-

١- محلول منظم قاعدي : قاعدة ضعيفة + ملح يعطي أيون مشترك لهذه القاعدة

٢- محلول منظم حمضي : حمض ضعيف + ملح يعطي أيون مشترك لهذا الحمض

مثال ١

حدد أي المحاليل الآتية تصلح كمحاليل منظمة ؟

1- NaCl / HCl

لا يصلح لأن الحمض قوي

2- NaF / HF

يصلح لأن الحمض ضعيف والملح يعطي ايون مشترك

3- NaNO₃ / HNO₃

لا يصلح لأن الحمض قوي

4- KClO₄ / HClO₄

لا يصلح لأن الحمض قوي

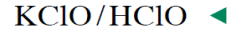
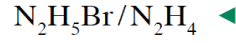
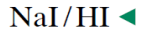
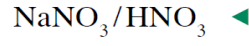
5- CH₃NH₃Br / CH₃NH₂

يصلح لأن القاعدة ضعيفة والملح يعطي ايون مشترك

6- NH₄Cl / N₂H₄

لا يصلح على الرغم من ان القاعدة ضعيفة لكن الملح لا يعطي ايون مشترك

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



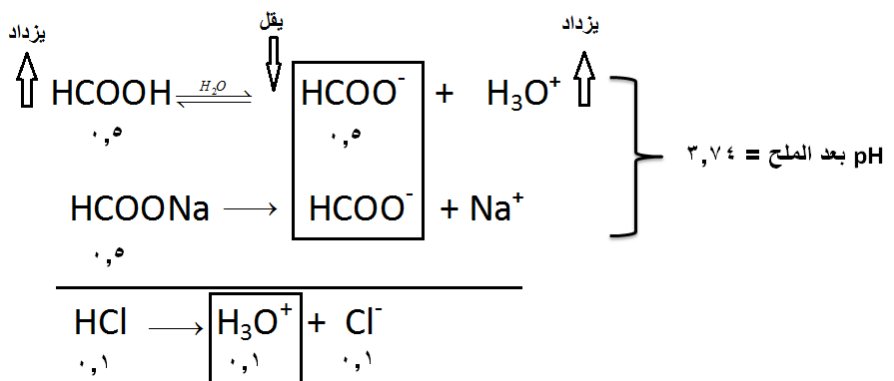
الجواب

الأزواج التي تصلح كمحلول منظم هي: $\text{KClO} / \text{HClO}$ و $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br} / \text{N}_2\text{H}_4$.

محلول منظم يتكون من الحمض HCOOH والملح HCOONa ، تركيز كل منهما ٠,٥ مول/لتر .

احسب قيمة (PH) للمحلول بعد إضافة ٠,١ مول من حمض HCl إلى لتر من المحلول .

علماً بأن PH قبل إضافة HCl = ٣,٧٤ ، وان لو $2,٧٤ = \text{pH}$ ، $Ka = 1,٨ \times 10^{-4}$



$$\frac{([\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{نهائي}} - [\text{الملح}]) [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{نهائي}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{من القوي}} + [\text{الحمض}]} = Ka$$

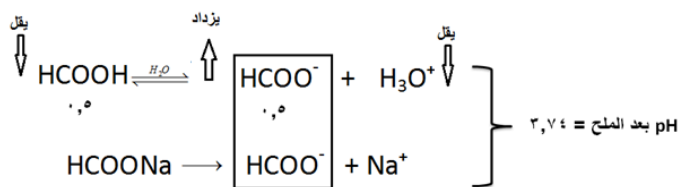
$$10^{-3,74} \times 1,8 = \frac{(0,1 - 0,5) [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{نهائي}}}{(0,1 + 0,5)} = 10^{-4} \times 1,8$$

$$\text{pH نهائي} = -\text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{نهائي}} = -(\text{لو} 2,7 + \text{لو} 10^{-4}) = 4 + 0,43 = 3,57$$

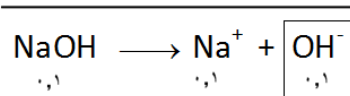
نستنتج مما سبق ان المحلول المنظم يقاوم التغير في الـ pH عند اضافة حمض قوي له والدليل على ذلك انه تغير الـ pH بمقدار 0,17 فقط

Akram Al-Ahmed

في المحلول السابق احسب قيمة PH بعد إضافة ٠,١ مول من القاعدة NaOH إلى لتر من المحلول بدلاً من إضافة HCl. علماً بأن لو ١,٢ = ٠,٠٧٩



الحل



$$\frac{([\text{OH}^-]_{\text{من القوي}} + [\text{الملح}]) [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{نهائي}}}{[\text{OH}^-]_{\text{من القوي}} - [\text{الحمض}]} = K_a$$

$$10^{-10} \times 1,2 = 10^{-10} \times 12 = \frac{10^{-10} \times 18}{3} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{نهائي}} \leftarrow \frac{(0,1 + 0,0) [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{نهائي}}}{(0,1 - 0,0)} = 10^{-10} \times 18$$

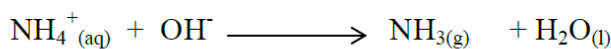
$$\text{pH نهائي} = -\text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{نهائي}} = -(\text{لو} 1,2 + \text{لو} 10^{-10}) = 4 + 0,079 = 3,921$$

سؤال صفحہ ٤٧

■ وضح كيف يقاوم المحلول المنظم (NH₄Cl / NH₃) التغير في قيمة pH عند إضافة كمية قليلة من قاعدة قوية مثل NaOH إليه.

الجواب:

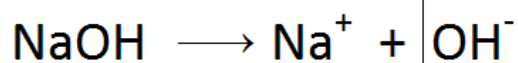
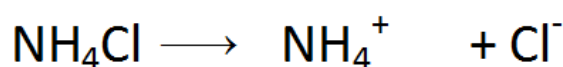
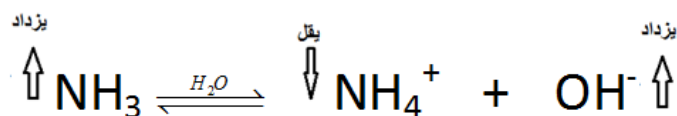
عند إضافة قاعدة قوية مثل NaOH إلى المحلول المنظم فإن أيونات OH⁻ الناتجة، تتفاعل مع الحمض NH₄⁺ في المحلول كما في المعادلة الآتية:



وبذلك يقل تركيز الحمض NH₄⁺ وتتكون القاعدة NH₃ ويزداد تركيزها، وبهذا يتخلص المحلول من الزيادة في تركيز OH⁻، ولا تتأثر قيمة pH للمحلول المنظم بشكل ملموس.

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

الحل:



عند زيادة تركيز OH^- يتفاعل الايون الموجب مع هذه الزيادة لتقليلها ويزداد تركيز القاعدة الضعيفة

سؤال

احسب PH لمحلول منظم مكون من محلول ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) الذي يساوي الملح في التركيز ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$) تركيزه ٠,٢ مول/لتر .

الجواب : ٤,٦

علماً بأن $\text{Ka} = 1,3 \times 10^{-5}$ لو $\text{pKa} = 4,4$

1 محلول منظم يتكون من الحمض CH_3COOH والملح CH_3COONa وتركيز كل منهما 0,5 مول/لتر، فإذا علمت أن قيمة K_a للحمض = $1,8 \times 10^{-5}$

احسب قيمة pH للمحلول المنظم عند إضافة 0,1 مول من القاعدة NaOH إلى لتر من المحلول.

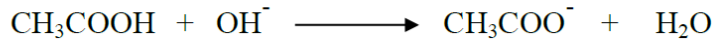
2 محلول منظم حجمه لتر يتكون من القاعدة NH_3 تركيزها 0,3 مول/لتر والملح NH_4Cl تركيزه 0,4 مول/لتر. فإذا علمت أن K_b لـ $\text{NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$ احسب:
أ- pH للمحلول المنظم.

ب- pH للمحلول عند إضافة 0,2 مول من الحمض HBr إلى المحلول.

ج- pH للمحلول عند إضافة 0,2 مول من القاعدة KOH إلى المحلول.

الحل :

1- عند إضافة 0.1 مول من القاعدة NaOH إلى لتر من المحلول فإن أيونات OH^- الناتجة تتفاعل مع الحمض CH_3COOH ويقل تركيزه، وتتكون أيونات CH_3COO^- ويزداد تركيزها وفق المعادلة :



وبالتالي يزداد تركيز أيونات CH_3COO^- بمقدار تركيز OH^- المضاف ويكون تركيزها الجديد كما يأتي:
[CH_3COO^-] الجديد = [الابتدائي] [CH_3COO^-] + [المتضاف] [OH^-]

$$= 0.5 + 0.1 = 0.6 \text{ مول/لتر.}$$

أما تركيز الحمض CH_3COOH فيقل بمقدار تركيز OH^- المضاف ويكون تركيزه الجديد كما يأتي:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] \text{ الجديد} = [\text{CH}_3\text{COOH}] \text{ الابتدائي} - [\text{OH}^-] \text{ المضاف}$$

$$= 0.5 - 0.1 = 0.4 \text{ مول/لتر.}$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \text{ الجديد}}{[\text{CH}_3\text{COOH}] \text{ الجديد}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] \text{ الجديد}$$

$$\frac{0.4}{0.6} \times 1.8 \times 10^{-5} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.2 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log 1.2 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 5 - \log 1.2 = 5 - 0.08 = 4.92$$

$$0,3 = [\text{NH}_3]$$

$$0.4 = [\text{NH}_4\text{Cl}] = [\text{NH}_4^+]$$

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

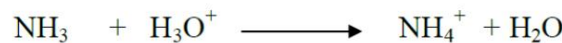
$$5^{-10} \times 1.35 = \frac{0.3 \times 5^{-10} \times 1.8}{0.4} = [\text{OH}^-]$$

$$10^{-10} \times 7.4 = \frac{14^{-10} \times 1}{5^{-10} \times 1.35} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-10} \times 7.4$$

$$9.13 = 0.87 - 10 = 7.4 - 10 =$$

ب) عند إضافة الحمض HBr، فإن أيونات H_3O^+ الناتجة، تتفاعل مع القاعدة NH_3 لتتكون أيونات NH_4^+ ، وفق المعادلة:



وبالتالي يقل تركيز أيونات NH_3 بمقدار تركيز H_3O^+ المضاف ويكون تركيزها الجديد كما يلي:

$$[\text{NH}_3]_{\text{الجديد}} = [\text{NH}_3]_{\text{الابتدائي}} - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0.2 - 0.3 = 0.1 \text{ مول/لتر}$$

أما تركيز الحمض NH_4^+ فإنه يزداد بمقدار تركيز H_3O^+ المضاف ويكون تركيزه الجديد كما يلي

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{الجديد}} = [\text{NH}_4^+]_{\text{الابتدائي}} + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0.2 + 0.4 = 0.6 \text{ مول/لتر}$$

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

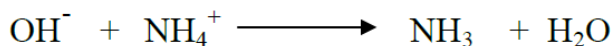
$$6^{-10} \times 3 = \frac{0.1 \times 5^{-10} \times 1.8}{0.6} = [\text{OH}^-]$$

$$9^{-10} \times 3.3 = \frac{14^{-10} \times 1}{6^{-10} \times 3} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 9^{-10} \times 3.3$$

$$8.48 = 0.52 - 9 = 3.3 - 9 =$$

ج) عند إضافة القاعدة KOH، فإن أيونات OH⁻ الناتجة، تتفاعل مع الحمض NH₄⁺ لتتكون القاعدة NH₃، وفق المعادلة:



وبالتالي يقل تركيز أيونات NH₄⁺ بمقدار تركيز OH⁻ المضاف ويكون تركيزها الجديد كما يلي:

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{الجديد}} = [\text{NH}_4^+]_{\text{الابتدائي}} - [\text{OH}^-]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0.2 - 0.4 = 0.2 \text{ مول/لتر}$$

أما تركيز القاعدة NH₃ فإنه يزداد بمقدار تركيز OH⁻ المضاف ويكون تركيزها الجديد كما يلي:

$$[\text{NH}_3]_{\text{الجديد}} = [\text{NH}_3]_{\text{الابتدائي}} + [\text{OH}^-]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0.2 + 0.3 = 0.5 \text{ مول/لتر.}$$

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

$$[\text{OH}^-] = \frac{0.5 \times 10^{-5} \times 1.8}{0.2} = 4.5 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر.}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14} \times 1}{4.5 \times 10^{-5}} = 2.2 \times 10^{-10} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (2.2 \times 10^{-10})$$

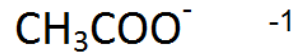
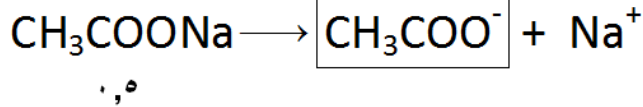
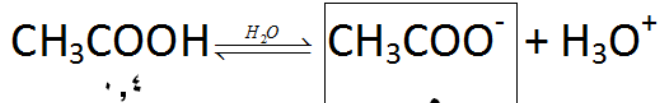
$$= 9.66 = 10 - 0.34 = 10 - 2.2$$

Akram Al-Ahmad

محلول منظم مكون من حمض CH_3COOH ($K_a = 2 \times 10^{-5}$) وتركيزه (٠,٤ مول/لتر) وملح CH_3COONa تركيزه (٠,٥ مول/لتر)، أجب عما يلي :

- ١) اكتب صيغة الأيون المشترك .
- ٢) احسب تركيز H_3O^+ في المحلول .
- ٣) كم غراماً من NaOH الصلب يجب إضافتها إلى لتر من المحلول المنظم لتصبح قيمة pH للمحلول النهائي = ٥ ؟ (الكتلة المولية لـ $\text{NaOH} = ٤٠$ غ/مول)

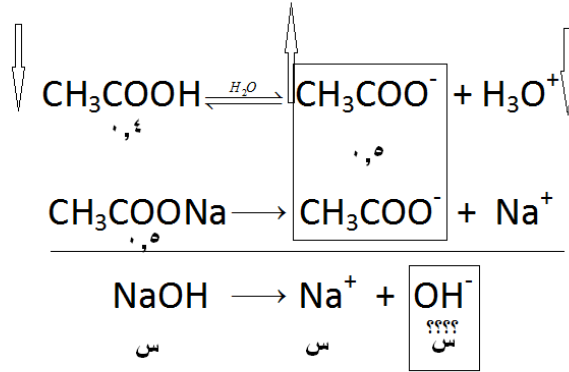
الحل:



$$\frac{[\text{المحلول}] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{الحمض}]} = K_a \quad -2$$

$$1,6 \times 10^{-5} \times 0,4 = \frac{0,5 \times 2 \times 10^{-5}}{[\text{الحمض}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{المحلول}]}$$

$$-3 \quad \text{pH} = 10 = \text{pOH} = \left[\text{H}_3\text{O}^+ \right]_{\text{تهائي}} = 10^{-10} \text{ مول/لتر}$$



$$\frac{(\text{المح} + \text{س}) \left[\text{H}_3\text{O}^+ \right]}{(\text{الحمض} - \text{س})} = K_a$$

$$\frac{(\text{س} + 0,5) \times 10^{-10}}{(\text{س} - 0,4)} = 10^{-10} \times 2$$

$$0,8 - 0,2 = 0,5 + \text{س} \longleftarrow 0,8 - 0,4 = 0,4 = \text{س} \longleftarrow 0,3 = \text{س} \longleftarrow 0,3 = \text{س} \longleftarrow 0,1 \text{ مول/لتر}$$

$$\text{س} = [\text{OH}^-]_{\text{القوي}} = [\text{NaOH}] = 0,1 \text{ مول/لتر}$$

$$\text{م.ع} = \text{ت} \times \text{ح} = 0,1 \times 1 = 0,1 \text{ مول} \longleftarrow \frac{\text{م.ع}}{\text{الحجم (لتر)}} = \text{تركيز NaOH}$$

$$\text{ك} = \text{م.ع} \times \text{ك.م} = 0,1 \times 40 = 4 \text{ عم} \longleftarrow \frac{\text{ك}}{\text{ك.م}} = \text{م.ع}$$

Akram

الدم محلول منظم



الشكل (١-٨): عينة دم.

تؤدي المحاليل المنظمة دورًا مهمًا في صحة أجسام الكائنات الحية. ويعد وجودها ضروريًا لعمل أجهزة الجسم، وسير العمليات الحيوية فيه، ولأن الإنسان أكثر المخلوقات تنوعًا في الأطعمة، فالطماطم وعصائر الفواكه التي يتناولها الإنسان ذات خصائص حمضية، وبعض الخضروات مثل الخيار تكون ذات خصائص قاعدية، وهذا قد يؤثر في حموضة الدم وانتظام العمليات الحيوية فيه، إلا أن الدم يعد محلولًا منظمًا طبيعيًا 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، وأهم هذه المحاليل محلول حمض الكربونيك وأيون الكربونات الهيدروجينية ($\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$)



فعند انخفاض تركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في الدم، يزداد تأين حمض الكربونيك H_2CO_3 لإنتاج أيونات H_3O^+ جديدة للمحافظة على تركيز ثابت من أيون الهيدرونيوم H_3O^+ ؛ فيبقى الرقم الهيدروجيني (pH) للدم ثابتًا عند ٧,٤ تقريبًا. وأما عند زيادة تركيز H_3O^+ فإنه يتفاعل مع الأيون HCO_3^- ، ويتكون الحمض H_2CO_3 وهو ضعيف التأين، فهو يتفكك في الرئة مكونًا الماء وثاني أكسيد الكربون CO_2 الذي يتم التخلص منه عن طريق التنفس (الزفير)، وبذلك يتخلص الدم من زيادة H_3O^+ فيه، ويبقى محافظًا على درجة حموضته.

Alkram TV



منصة نشمي أكاديمي



أسئلة الفصل

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

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

أ) ما صيغة الأيون المشترك؟

ب) احسب pH للمحلول المنظم.

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

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

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

المحلول	المعلومات	تركيز المحلول (مول/لتر)
HCN	$6,2 \times 10^{-10} = K_a$	٠,٣
HNO ₂	$1,1 \times 10^{-2} = [NO_2^-]$	٠,٣
NH ₃	$1,9 \times 10^{-3} = [NH_4^+]$	٠,٢
N ₂ H ₅ Cl	$pH = 4,7$	٠,٥
NH ₄ Cl	$1,3 \times 10^{-5} = [H_3O^+]$	٠,٥

أ) ما قيمة pH لمحلول HCN؟

ب) احسب قيمة K_b لمحلول NH₃.

ج) ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى؟

د) أي الحمضين الموجودين في

الجدول له أعلى K_a ؟

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

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

١٣- محلول منظم مكوّن من الحمض HZ تركيزه ٠,٤ مول/لتر وملح KZ تركيزه ٠,٥ مول/لتر،

فإذا علمت أن K_a للحمض $= 2 \times 10^{-5}$ احسب:

أ) تركيز H_3O^+ للمحلول المنظم.

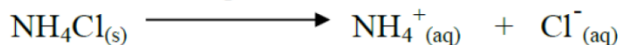
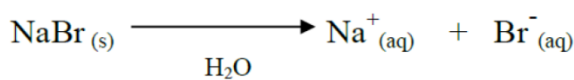
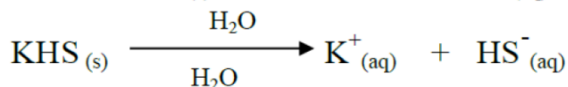
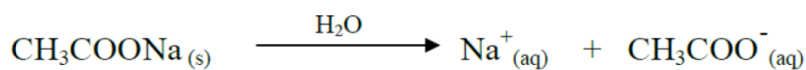
ب) كم غراماً من NaOH الصلب يجب إذابتها في لتر من المحلول المنظم لتصبح قيمة pH

للمحلول النهائي تساوي ٥. علماً بأن الكتلة المولية لـ NaOH = ٤٠ غ/مول.

(1)

- الملح: مادة أيونية تنتج من تفاعل الحمض مع القاعدة.
- التميّه: تفاعل أيونات الملح مع الماء لإنتاج OH^- أو H_3O^+ أو كلاهما.
- المحلول المنظم: محلول يقاوم التغيير في الرقم الهيدروجيني (pH) عند إضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إليه.
- الأيون المشترك: أيون ينتج من تأين مادتين مختلفتين في محلول واحد (حمض ضعيف وملحه أو قاعدة ضعيفه وملحها).

(2)

(3) الأملاح التي تنتمي هي: NH_4Cl و NaCN و CH_3COOK المح الذي لا ينتمي هو: LiCl

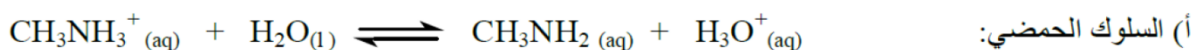
(4)

الحمض والقاعدة المكونة له		المح
القاعدة	الحمض	
KOH	HI	KI
NaOH	HCOOH	HCOONa
NH_3	HNO_3	NH_4NO_3
NaOH	HClO	NaOCl

(5)

الأملاح المتعادلة	الأملاح القاعدية	الأملاح الحمضية
KNO_3 ، LiBr	NaCN ، KNO_2	$\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$

(6)



$$[X^-] = [H_3O^+] \quad (7)$$

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

$$\frac{^2[H_3O^+]}{0.2} = 5^{-10} \times 2$$

$$0.2 \times 5^{-10} \times 2 = ^2[H_3O^+]$$

$$\sqrt[6]{10 \times 4} = [H_3O^+]$$

$$^3 \cdot 10 \times 2 = [H_3O^+]$$

$$^3 \cdot 10 \times 2 \text{ لو} - = \text{pH}$$

$$2.7 = 3 + 0.3 - =$$

(8)

$$0.1 = [C_6H_5COONa] = [C_6H_5COO^-] \text{ مول/لتر}$$

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

$$^4 10 \times 1.3 = \frac{0.2 \times 5^{-10} \times 6.5}{0.1} = [H_3O^+]$$

$$^4 10 \times 1.3 \text{ لو} - = [H_3O^+] \text{ لو} - = \text{pH}$$

$$3.89 = 0.11 - 4 = 1.3 - 4 =$$

(9)

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

$$^4 10 = [H_3O^+]$$

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

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

$$0.4 = \frac{0.1 \times ^4 10 \times 4}{^4 10} = [NO_2^-] \text{ مول/لتر.}$$

$$\text{عدد مولات } NaNO_2 = \text{التركيز} \times \text{حجم المحلول}$$

$$\text{عدد مولات } NaNO_2 = 0.1 \times 0.4 = 0.04 \text{ مول}$$

$$\text{كتلة } NaNO_2 = \text{عدد المولات} \times \text{الكتلة المولية لـ } NaNO_2$$

$$\text{كتلة } NaNO_2 = 69 \times 0.04 = 2.76 \text{ غ.}$$

(10)

أ) صيغة الايون المشترك $C_5H_5NH^+$

$$0.3 = [C_5H_5NHBr] = [C_5H_5NH^+]$$

$$0.3 = [C_5H_5N]$$

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

$$\frac{0.3 \times [OH^-]}{0.3} = 9 \cdot 10 \times 1.7$$

$$9 \cdot 10 \times 1.7 = [OH^-]$$

$$6 \cdot 10 \times 5.9 = \frac{14 \cdot 10 \times 1}{9 \cdot 10 \times 1.7} = \frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+]$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 6 \cdot 10 \times 5.9$$

$$5.23 = 0.77 - 6 = 5.9 - 6 =$$

(↪)



$[C_5H_5N]$ الجديد = $[C_5H_5N]$ الابتدائي - $[H_3O^+]$ المضاف

$$0.1 = 0.2 - 0.3 =$$

$[C_5H_5NH^+]$ الجديد = $[C_5H_5NH^+]$ الابتدائي + $[H_3O^+]$ المضاف

$$0.5 = 0.2 + 0.3 =$$

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

$$9 \cdot 10 \times 0.34 = \frac{0.1 \times 9 \cdot 10 \times 1.7}{0.5} = [OH^-]$$

$$5 \cdot 10 \times 2.94 = \frac{14 \cdot 10 \times 1}{9 \cdot 10 \times 0.34} = \frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+]$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 5 \cdot 10 \times 2.94$$

$$4.53 = 0.47 - 5 = 2.94 - 5 =$$

11) عند زيادة تركيز (H^+) فإنه يتفاعل مع الأيون HCO_3^- ، ويتكون الحمض H_2CO_3 ضعيف التأيين. وهو من جهة اخرى، يتفكك في الرئة مكونا الماء وثاني اوكسيد الكربون (CO_2) الذي يتم التخلص منه عن طريق التنفس (الزفير)، وبذلك يتخلص الدم من زيادة H^+ فيه، ويبقى محافظا على درجة حموضته.

(12) (i)

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

$$\frac{[H_3O^+]^2}{0.3} = 10^{-10} \times 6.2$$

$$10^{-10} \times 1.86 = 0.3 \times 10^{-10} \times 6.2 = [H_3O^+]^2$$

$$\sqrt{10^{-10} \times 1.86} = [H_3O^+]$$

$$10^{-5} \times 1.4 = [H_3O^+]$$

$$-5 + \log 1.4 = \text{pH}$$

$$4.85 = 0.15 - 5 = -5 + \log 1.4 = \text{pH}$$

$$10^{-3} \times 1.9 = [OH^-] = [NH_4^+] \quad (\text{ب})$$

$$\frac{[NH_4^+]^2}{[NH_3]} = K_b$$

$$10^{-5} \times 1.8 = 10^{-6} \times 18 = \frac{(10^{-3} \times 1.9)^2}{0.2} = K_b$$

(ج) CN⁻(د) HNO₂(هـ) NH₄Cl

(و) نقل

نقارن بين pH للملحين الملح الاكثر حموضة يكون اكثر تميهاً والاقبل حموضة يكون اقل تميهاً

Akram Al-Imam



منصة نشمي أكاديمي



إعداد الاستاذ : أكرم الأحمد

$$[HZ] = 0.4 \text{ مول/لتر}$$

$$[Z^-] = [KZ] = 0.5 \text{ مول/لتر}$$

$$K_a = \frac{[HZ]}{[Z^-]} = [H_3O^+]$$

$$5 \cdot 10^{-5} \times 1.6 = \frac{0.4 \times 5 \cdot 10^{-5} \times 2}{0.5} = [H_3O^+]$$

(ب)

عند إضافة كمية معينة (س) من القاعدة NaOH إلى لتر من المحلول فإن أيونات OH^- الناتجة تتفاعل مع الحمض HZ ويقل تركيزه، وتتكون أيونات Z^- ويزداد تركيزها وفق المعادلة:



وبالتالي يزداد تركيز أيونات Z^- بمقدار تركيز OH^- المضاف (س) ويكون تركيزها الجديد كما يلي:

$$[Z^-]_{\text{الجديد}} = [Z^-]_{\text{الابتدائي}} + [OH^-]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0.5 + س$$

أما تركيز الحمض HZ فإنه يقل بمقدار تركيز OH^- المضاف (س) ويكون تركيزه الجديد كما يلي:

$$[HZ]_{\text{الجديد}} = [HZ]_{\text{الابتدائي}} - [OH^-]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0.4 - س$$

$$[H_3O^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-5} = [H_3O^+]$$

$$K_a = \frac{[Z^-]_{\text{الجديد}} \times [H_3O^+]}{[HZ]_{\text{الجديد}}}$$

$$\frac{(0.5 + س) \times 10^{-5}}{(0.4 - س)} = 2 \times 10^{-5}$$

$$\frac{(0.5 + س) \times 2 \times 10^{-5}}{10^{-5}} = (0.4 - س)$$

$$(0.5 + س) \times 2 = (0.4 - س)$$

$$س + 0.5 = 0.8 - 2س$$

$$3س = 0.3$$

$$س = 0.1 \text{ مول/لتر}$$

أي أن تركيز NaOH = 0.1 مول/لتر

عدد مولات NaOH = تركيزها × حجم المحلول

$$\text{عدد مولات NaOH} = 1 \times 0.1 = 0.1 \text{ مول}$$

كتلة NaOH = عدد المولات × الكتلة المولية

$$\text{كتلة NaOH} = 40 \times 0.1 = 4 \text{ غ}$$

Alk

أسئلة الوحدة

١) اختر الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

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

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

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

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

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

(أ) خفض قيمة pH (ب) رفع قيمة pH

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

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

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

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

تساوي ٤، فإن K_a للحمض يساوي:

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

(٦) الرقم الهيدروجيني لخليط مكون من الحمض الضعيف HC ($K_a = 2 \times 10^{-10}$)، وملحه

NaC لهما التركيز نفسه هو:

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

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

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

(ج) نقص قيمة pH (د) نقص $[HNO_2]$

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

(أ) صفرًا (ب) ١ (ج) ٢ (د) ٤

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

الحمض	Ka
HX	$6,3 \times 10^{-5}$
HY	$4,5 \times 10^{-4}$
HZ	$1,8 \times 10^{-5}$
HQ	$1,7 \times 10^{-4}$

أ) اكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض الأضعف.

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

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

د) احسب الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم الذي

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

هـ) حُضِر 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) بين أثر إضافة كل من المواد الآتية في قيمة pH للمحلول (تقل، تزداد، تبقى ثابتة):

أ) مول من KCl إلى ٥٠٠ مل من محلول KOH.

ب) مول من LiBr إلى ٥٠٠ مل من محلول HBr.

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

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

٤) مستعيناً بالجدول المجاور لمجموعة من القواعد

الضعيفة التي لها التركيز نفسه، أجب عن الأسئلة

الآتية:

أ) ما صيغة القاعدة الأقوى؟

ب) ما صيغة الحمض المرافق الذي له أقل pH؟

Kb	القاعدة
$1,8 \times 10^{-5}$	NH_3
$4,4 \times 10^{-4}$	CH_3NH_2
$1,7 \times 10^{-4}$	C_5H_5N
$1,3 \times 10^{-7}$	N_2H_4
$3,8 \times 10^{-1}$	$C_6H_5NH_2$

ج) احسب قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) لمحلول $C_6H_5NH_2$ ذي التركيز ١,٠ مول/لتر.

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



هـ) كم غراماً من N_2H_5Cl يجب إضافتها إلى ٤٠٠ مل من محلول N_2H_4 بتركيز

٤,٠٤ مول/لتر لتصبح قيمة pH للمحلول تساوي ٨,٤٢؟ مع العلم أن الكتلة

المولية للملح $N_2H_5Cl = 69$ غ/مول.

و) كم تصبح قيمة pH للمحلول السابق إذا أضيف إليه ٤,٠٤ مول من الحمض HCl؟

٥) فسّر مستعيناً بالمعادلات، كلاً مما يأتي:

أ) التأثير الحمضي لمحلول الملح NH_4NO_3 .

ب) التأثير القاعدي لمحلول الملح $NaOCl$.

ج) التأثير القاعدي للأمينات RNH_2 حسب مفهوم لويس.

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

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

أ) القاعدة الأقوى.

ب) محلول NaCl.

ج) محلول HNO_3 الذي تركيزه ١ مول/لتر.

د) قاعدة $[OH^-]$ فيها 5×10^{-6} مول/لتر.

هـ) حمض $[H_3O^+]$ فيه 3×10^{-9} مول/لتر.

Alkram

(1)

(8) (أ) صفر	(7) (ب) نقص [H ₃ O ⁺]	(6) (ج) اقل من 5	(5) (أ) 10 ⁻⁴	(4) (د) KOH	(3) (أ) خفض قيمة pH	(2) (د) HCO ₃ ⁻	(1) (ج) Cu ²⁺
-------------	---	---------------------	--------------------------	-------------	------------------------	---------------------------------------	--------------------------

(2)

(هـ) عدد مولات NaQ = $\frac{2.312}{68} = 0.034$ مول

$0.17 = \frac{0.034}{0.2} = [\text{NaQ}]$ مول/لتر.

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

$\frac{[\text{Q}^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HQ}]} = K_a$

$\frac{0.17 \times 10^{-4} \times 1}{[\text{HQ}]} = 10^{-4} \times 1.7$

$0.1 = [\text{HQ}]$ مول/لتر.

(و) صيغة الايون المشترك في المحلول هي: Z⁻.

(أ) Z⁻

(ب) HQ

(ج)

$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{0.02} = 10^{-5} \times 6.3$

$0.02 \times 10^{-5} \times 6.3 = [\text{H}_3\text{O}^+]^2$
 $\sqrt{10^{-6} \times 1.26} = [\text{H}_3\text{O}^+]$

$10^{-3} \times 1.12 = [\text{H}_3\text{O}^+]$

pH = -log 10⁻³ × 1.12 =

= 3 + 0.05 =

2.95 =

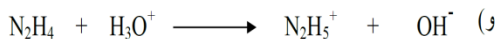
(د)

$[\text{Y}^-] = 0.02 = \frac{0.01}{0.5} = [\text{KY}]$

$\frac{0.01 \times 10^{-4} \times 4.5}{0.02} = \frac{[\text{HY}]}{[\text{Y}^-]} K_a = [\text{H}_3\text{O}^+]$

$10^{-4} \times 2.25 = K_a = [\text{H}_3\text{O}^+]$

Alk



$$\text{تركيز الحمض HCl} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \frac{0,04}{0,4} = 0,1 \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{N}_2\text{H}_4]_{\text{الجديد}} = [\text{N}_2\text{H}_4]_{\text{الابتدائي}} - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{N}_2\text{H}_5^+]_{\text{الجديد}} = [\text{N}_2\text{H}_5^+]_{\text{الابتدائي}} + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضاف}}$$

$$= 0,1 + 0,2 = 0,3 \text{ مول/لتر}$$

$$K_b = \frac{[\text{N}_2\text{H}_4][\text{OH}^-]}{[\text{N}_2\text{H}_5^+]} = \frac{0,3 \times 10^{-6} \times 1,3}{0,3} = 1,3 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14} \times 1}{1,3 \times 10^{-6}} = 7,7 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(7,7 \times 10^{-9})$$

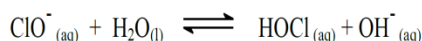
$$= 8,11 = 0,89 - 9 = 7,7$$

(5)

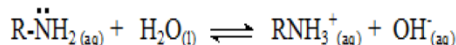
أ- يتفكك الملح NH_4NO_3 ، وينتج الايون NO_3^- الذي لا يتفاعل مع الماء، والايون NH_4^+ الذي يتفاعل مع الماء فيزيد تركيز H_3O^+ ويكون التأثير حمضي والمعادلة الآتية توضح ذلك:



ب- يتفكك الملح NaOCl ، وينتج الايون Na^+ الذي لا يتفاعل مع الماء، والايون ClO^- الذي يتفاعل مع الماء، فيزيد تركيز OH^- ويكون التأثير قاعدي والمعادلة الآتية توضح ذلك:



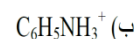
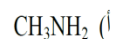
ج- لويس: للأمينات تأثير قاعدي لأن ذرة N تمتلك زوج إلكترونات غير رابطة قادرة على منحها خلال تفاعلاتها



(6)

أ) E (ب) D (ج) C (د) B (هـ) A

(4)



$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2] \times K_b = [\text{OH}^-]^2$$

$$\sqrt{0,1 \times 10^{-10} \times 3,8 \times 10^{-5}} = [\text{OH}^-]$$

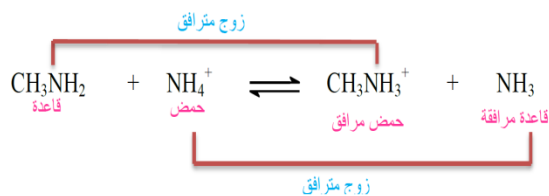
$$= 6,2 \times 10^{-5} = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14} \times 1}{6,2 \times 10^{-5}} = 1,6 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(1,6 \times 10^{-9})$$

$$= 8,8 = 0,2 - 9 = 1,6$$

(د)



(هـ)

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-8,42}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9,58} = 3,8 \times 10^{-9}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14} \times 1}{3,8 \times 10^{-9}} = 2,6 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

$$K_b = \frac{[\text{N}_2\text{H}_4][\text{OH}^-]}{[\text{N}_2\text{H}_5^+]}$$

$$[\text{N}_2\text{H}_5^+] = \frac{0,4 \times 10^{-6} \times 1,3}{2,6 \times 10^{-5}} = 0,2 \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}] = [\text{N}_2\text{H}_5^+] = 0,2 \text{ مول/لتر}$$

$$\text{عدد مولات } \text{N}_2\text{H}_5\text{Cl} = \text{تركيزه} \times \text{حجم المحلول باللتر}$$

$$= 0,2 \times 0,4 = 0,08 \text{ مول}$$

$$\text{كتلة } \text{N}_2\text{H}_5\text{Cl} = \text{عدد المولات} \times \text{الكتلة المولية}$$

$$= 69 \times 0,08 = 5,52 \text{ غ}$$

* جميع اجابات الاسئلة مأخوذة من موقع وزارة التربية والتعليم