

الوحدة الأولى

الحموض والقواعد

الفصل الأول

مفاهيم متعلقة بالحموض والقواعد

أولاً : مفاهيم الحموض والقواعد

أولاً : مفهوم أرهينيوس للحموض والقواعد:

القاعدة

- مادة تزيد من تركيز OH^- عند ذوبانها في الماء.
- تشمل : هيدروكسيدات الفلزات وجميعها قوية.
 LiOH ، KOH ، NaOH
- تتفكك كلياً في الماء ← محاليلها جيدة التوصيل للتيار الكهربائي.

الحمض

- مادة تزيد من تركيز H^+ عند ذوبانها في الماء.
- تشمل : مواد تبدأ صيغتها بـ H باستثناء H_2O .
- مثال : HF ، HCl .
- مواد تنتهي صيغتها بـ COOH .
- مثال : CH_3COOH ، HCOOH .

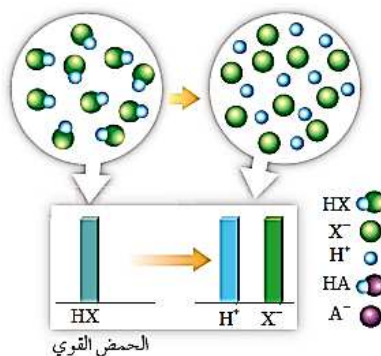
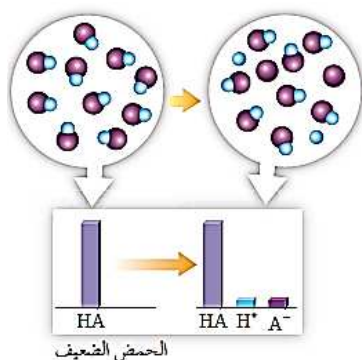
حموض أرهينيوس

ضعيفة

- تتفكك جزئياً في الماء.
- $$\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$$
- محاليلها موصلة رديئة للتيار الكهربائي.
 - تشمل:
- جميع الحموض عدا الحموض القوية

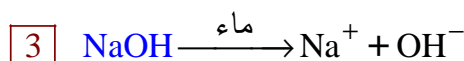
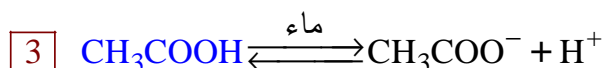
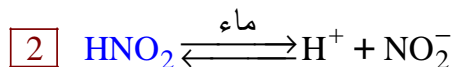
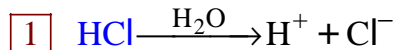
قوية

- تتفكك كلياً في الماء.
- $$\text{HCl} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$$
- محاليلها موصلة جيدة للتيار الكهربائي.
 - تشمل:
- HNO_3 ، HClO_4 ، HI ، HBr ، HCl



مثال: اكتب معادلة تأين الحموض والقواعد التالية في الماء حسب مفهوم أرهينيوس.

(فسر السلوك الحمضي والقاعدي لكل من الآتية):



مثال: صنف الآتية إلى حموض وقواعد أرهينيوس ، ثم صنف الحموض إلى قوية وضعيفة

(موصلة جيدة ورديدة للتيار الكهربائي):



الإجابة:

(١) HCl : حمض قوي ، جيد التوصيل

(٢) HNO₂ : حمض ضعيف رديء التوصيل

(٣) KOH : قاعدة قوية جيدة التوصيل

(٤) CH₃COOH : حمض ضعيف رديء التوصيل

(٥) HF : حمض ضعيف رديء التوصيل

(٦) HClO₄ : حمض قوي جيد التوصيل

(٧) H₂SO₃ : حمض ضعيف رديء

(٨) NaOH : قاعدة قوية جيدة التوصيل

(٩) H₂CO₃ : حمض ضعيف رديء التوصيل

(١٠) H₂CO₃ : حمض ضعيف رديء التوصيل

عيوب مفهوم أرهينيوس للحموض والقواعد

(١) لم يفسر الصفات الحمضية القاعدية لمحاليل الأملاح.

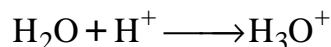
مثال : (NaF) : ملح قاعدي لم يستطع أرهينيوس تفسيره ،

(NH₄Br) : ملح حمضي لم يستطع أرهينيوس تفسيره.

(٢) لم يفسر الصفات القاعدية لبعض القواعد مثل الأمونيا (NH₃) .

أيون الهيدرونيوم H_3O^+

- ينتج أيون الهيدرونيوم (H_3O^+) من تفاعل البروتون (H^+) مع الماء كالتالي:



- البروتون (H^+): جسيم متناه في الصغر ذو كثافة كهربائية عالية.
- للوصول إلى الاستقرار يحدث التفاعل بين البروتون والماء.

ثانياً : مفهوم برونستد - لوري

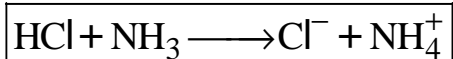
القاعدة

- (مادة جزيئات أو أيونات) - لها القدرة على استقبال بروتون من مادة أخرى (مستقبل لبروتون).

الحمض

- (مادة جزيئات أو أيونات) - لها القدرة على إعطاء بروتون لمادة أخرى (مانح للبروتون).

مثال توضيحي (١) :

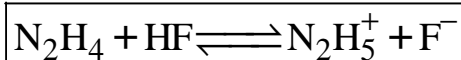


لاحظ : - HCl منح بروتون ← HCl حمض
- NH₃ استقبل بروتون ← NH₃ قاعدة

بالنظر إلى التفاعل العكسي:

- Cl⁻ استقبل بروتون ← Cl⁻ قاعدة مرافقة
- NH₄⁺ منح بروتون ← NH₄⁺ حمض مرافق

مثال توضيحي (٢) :



لاحظ : - HF منح بروتون ← HF حمض
- N₂H₄ استقبل بروتون ← N₂H₄ قاعدة

بالنظر إلى التفاعل العكسي:

- F⁻ استقبل بروتون ← F⁻ قاعدة مرافقة
- N₂H₅⁺ منح بروتون ← N₂H₅⁺ حمض مرافق

الحمض المرافق ، القاعدة المرافقة ، الأزواج المترافقة

- **الحمض المرافق** = القاعدة + H^+ • **القاعدة المرافقة** = الحمض - H^+
- سؤال:** اكتب الحموض المرافقة لكل من القواعد التالية:
- سؤال:** اكتب القواعد المرافقة لكل من الحموض التالية:

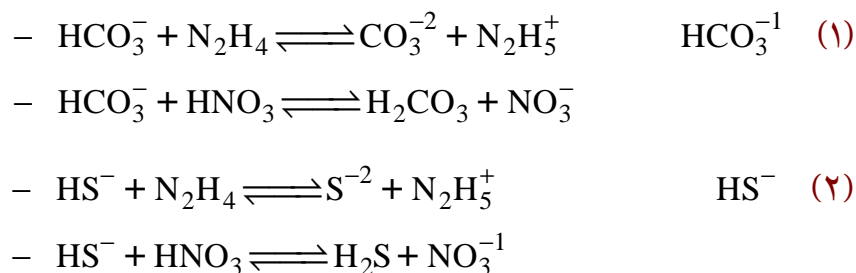
Cl^-	HCl (١)	NH_4^+	NH_3 (١)
SO_4^{2-}	HSO_4^- (٢)	HCl	Cl^- (٢)
NH_3	NH_4^+ (٣)	H_2SO_4	HSO_4^{-1} (٣)
CH_3COO^-	CH_3COOH (٤)	NH_3OH^+	NH_2OH (٤)
H_2O	H_3O^+ (٥)	H_2O	OH^- (٥)

ملحوظة: الأيونات السالبة التي تبدأ بـ H تسلك كحمض وقاعدة (سلوك متردد أو أمفوتيري) معاً حسب مفهوم برونستد-لوري باستثناء $HCOO^-$ يسلك كقاعدة فقط.

مثال: $H_2PO_4^{-1}$ ، HS^- ، HSO_4^{-1}

مثال: اكتب معادلات تبين سلوك كل من HS^- ، HCO_3^- كحمض في تفاعلها مع N_2H_4 وكقاعدة في تفاعلها مع HNO_3 .

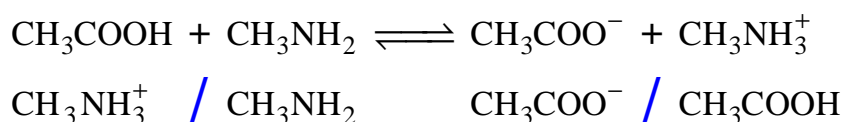
الحل:



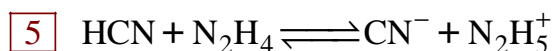
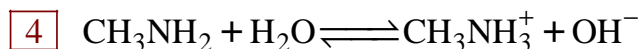
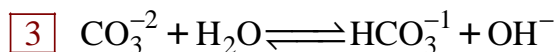
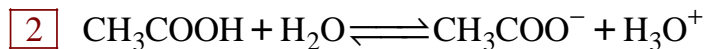
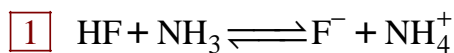
• **الأزواج المترافقة:**

الزوج المكون من الحمض وقاعدته المرافقة ، أو القاعدة وحمضها المرافق.

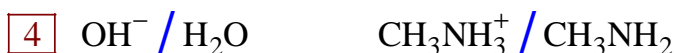
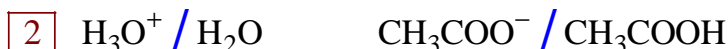
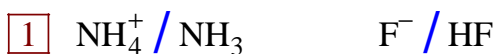
مثال: ادرس المعادلة أدناه ، ثم حدد الأزواج المترافقة فيها.



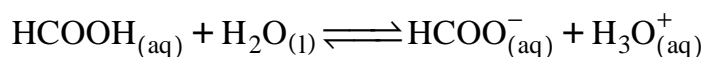
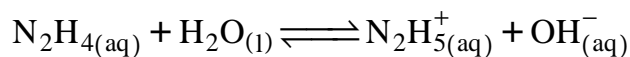
سؤال: اكتب الأزواج المترافقة في كل من المعادلات التالية:



الحل:



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



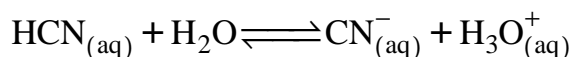
الحل:

تدريب:

1) HF 2) H_3O^+ 3) HCOOH (أ) عين القاعدة المرافقة لكل من الحموض الآتية:

1) NH_3 2) NO_3^- 3) OH^- (ب) عين الحمض المرافق لكل من القواعد الآتية:

(ج) عين الأزواج المترافقة في التفاعل الآتي:

**ثالثاً : مفهوم لويس للحموض والقواعد****القاعدة**

- مانح لزوج إلكترونات أو أكثر.
- تفسير السلوك القاعدي ؟
لأنه يمتلك زوج إلكترونات غير رابطة أو أكثر فهو قادر على منح زوج غير رابط أو أكثر.

قواعد لويس تشمل

- (١) الأمونيا NH_3 و الماء H_2O
(٢) الأيونات السالبة:
 S^{-2} ، Br^{-} ، Cl^{-}

الحمض

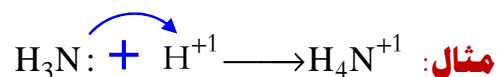
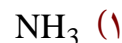
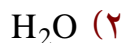
- مستقبل لزوج إلكترونات أو أكثر لاحتوائه على أفلاك فارغة.
- تفسير السلوك الحمضي ؟
لأنه يمتلك فلماً فارغاً أو أكثر لذلك فهو قادر على استقبال زوج إلكترونات أو أكثر.

حمض لويس تشمل

- الأيونات الموجبة وخاصة الانتقالية
 Mg^{+2} ، Ni^{+3} ، Cd^{+2} ، H^{+1}

التفاعل بين حمض وقاعدة لويس :

- عند تفاعل حمض لويس مع قاعدته يقوم الحمض باستقبال زوج إلكترونات غير رابطة من القاعدة (يقدم الحمض فلك فارغ وتقدم القاعدة زوج غير رابط) فيتكون بينهما **رابطة تناسقية**.

**سؤال:** فسر السلوك القاعدي لكل من التالية حسب مفهوم لويس.

وذلك لامتلاكهما لأزواج غير رابطة يُمكن المساهمة بها للحموض.

سؤال: فسر السلوك الحمضي لكل من التالية حسب مفهوم لويس.



وذلك لاحتوائهما أفلاكاً فارغة لذلك يمكنها استقبال أزواج غير رابطة.

سؤال: اكتب معادلة التفاعل بين H^+ و NH_3 ، ما نوع الرابطة الناتجة بينهما :



سؤال: في معادلة التفاعل $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ ، فسر السلوك القاعدي للأمونيا وفق

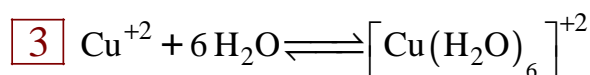
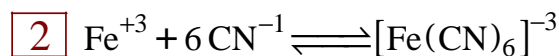
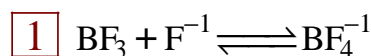
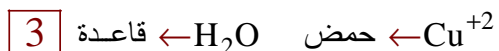
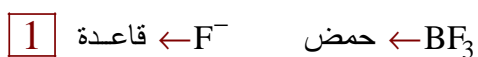
مفهوم:

(١) برونستد - لوري: وذلك لأن الأمونيا استقبلت بروتون.

(٢) لويس: وذلك لأن الأمونيا عندها زوج غير رابط ساهمت به للحمض.

سؤال: ادرس المعادلات التالية ثم حدد حمض وقاعدة لويس:

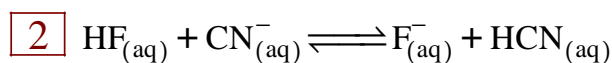
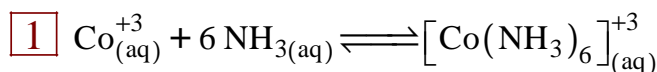
الحل:



سؤال: حدد كلاً من حمض وقاعدة لويس في محلول $[\text{Cu}(\text{CN})_6]^{-4}$.

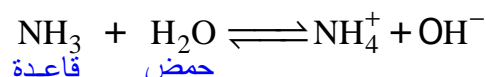
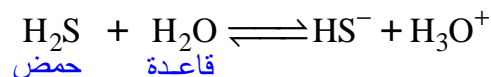


تدريب: حدد حمض لويس وقاعدته في التفاعلات الآتية:

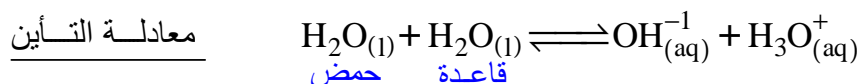


ثانياً : التآين الذاتي للماء

- يسلك سلوكاً أمفوتيرياً ، حيث يتفاعل مع القواعد كحموض ومع الحمض كقاعدة كم هو موضح في التفاعلات أدناه.



- لوحظ أن الماء النقي يوصل للكهرباء بدرجة ضعيفة ، مما يدل على احتواءه على أيونات موجبة وسالبة ، ولتفسير ذلك افترض العلماء أن الماء يتآين ذاتياً كالتالي:



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

و بما أن تركيز الماء ثابت يمكننا القول بأن :

$$[\text{H}_2\text{O}]^2 \times K_c = K_w$$

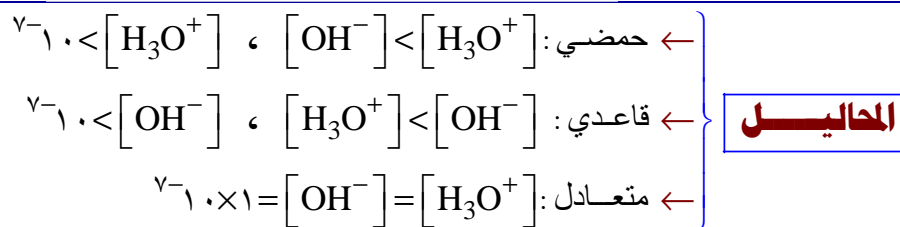
حيث K_w ثابت جديد

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

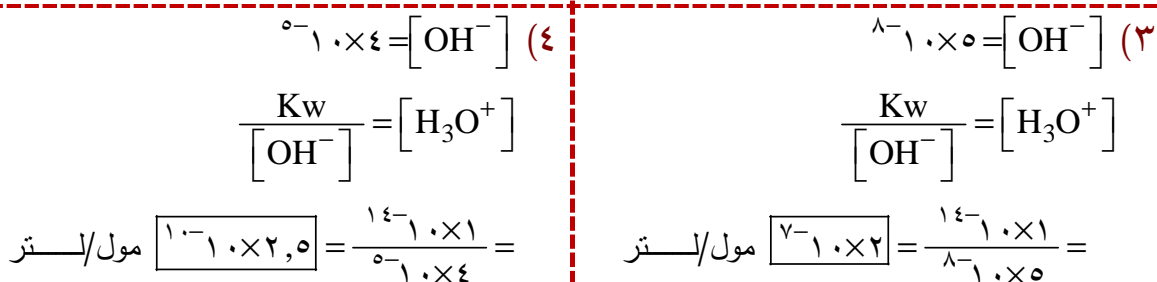
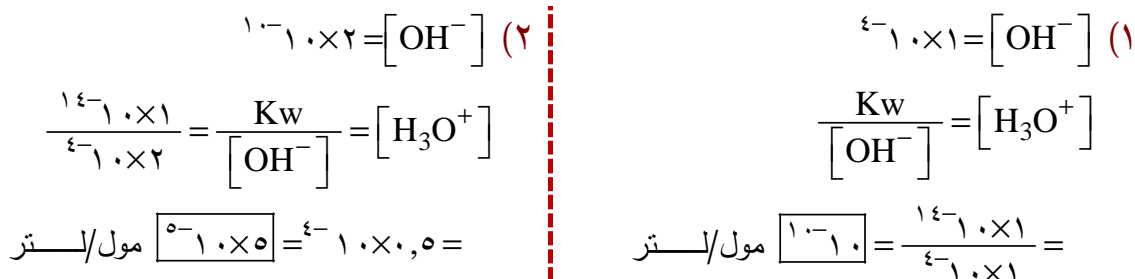
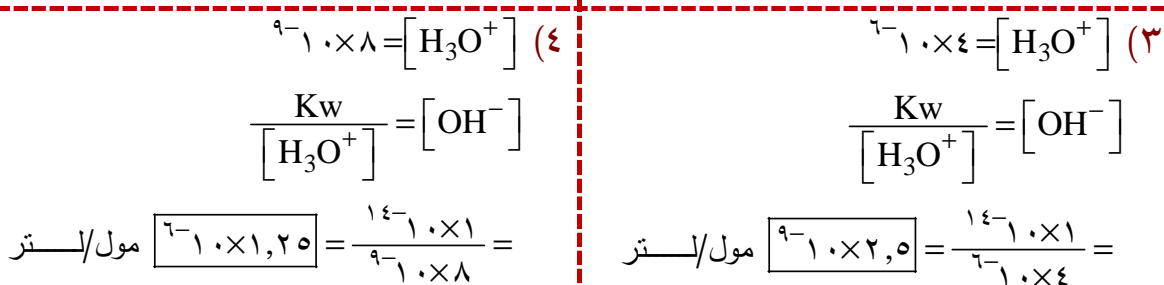
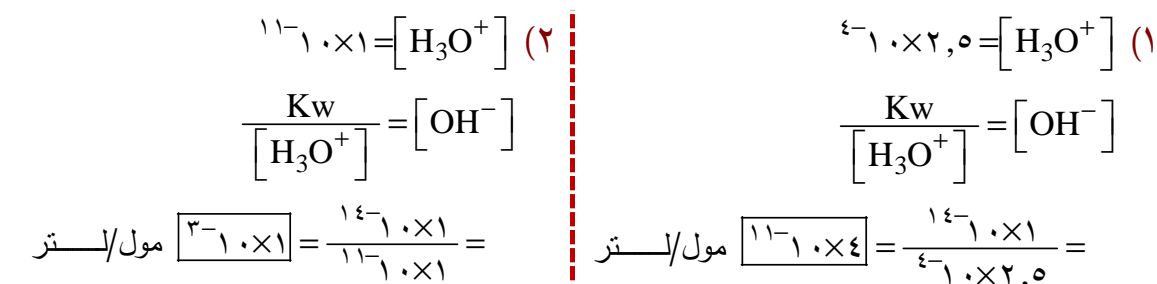
• K_w : ثابت تآين الماء.

• لاحظ من المعادلة أن $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$ ← $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = K_w$ ∴

• لكن $K_w = 10^{-14}$ ← ∴ $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}$ ← في الماء النقي .



المحالييل

مثال: احسب $[H_3O^+]$ في كل من الحالات التالية:مثال: احسب $[OH^-]$ في كل من الحالات التالية:

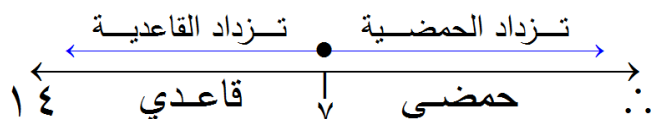
مثال: أكمل الفراغات في الجدول الآتي ، وصنف المحاليل فيه إلى حمضية أو قاعدية أو متعادلة:

رقم المحلول	$[H_3O^+]$ مول/لتر	$[OH^-]$ مول/لتر	طبيعة المحلول
١	١٠×١^{-٤}		
٢		١٠×٢^{-٢}	
٣			متعادل

الرقم الهيدروجيني PH

- نلجأ للتعامل مع الرقم الهيدروجيني للتعبير عن قوة الحموض والقواعد لأن التعامل مع الأعداد الصحيحة أسهل من التعامل مع الأسس.
- وهو اللوغاريتم السالب للأساس ١٠ لتركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول.

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



متعادل

قوانين اللوغاريتمات:

- لو = ١ .: لو = ١
- لو × ب = لو + لو
- لو = لو - لو
- لو^ن = لو
- لو^س = لو ← لو = ١٠

إيجاد PH:

$$\text{إذا كان } [H_3O^+] = ١٠ \times ١^{-٣}$$

$$\leftarrow PH = ٣ - لو$$

$$\text{وإذا كانت } لو = ١ \leftarrow PH = ٠$$

مثال: احسب قيمة PH في كل من الحالات التالية ، ثم حدد طبيعة المحلول:

$$\boxed{5} = 10^{-1.0} = [H_3O^+] \leftarrow PH = 1.0 \quad (1)$$

$$\boxed{7} = 10^{-1.7} = [H_3O^+] \leftarrow PH = 1.7 \quad (2)$$

$$10^{-1.0} \times 2 = [H_3O^+] \leftarrow PH = 2.0 \quad (3)$$

$$\boxed{4,7} = 10^{-0.3} = 10^{-5} = [H_3O^+] \leftarrow PH = 5.3 \quad (4)$$

$$10^{-1.0} \times 4 = \frac{10^{-14.0} \times 1}{10^{-1.0} \times 2.5} = \frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+] \leftarrow PH = 1.6, [OH^-] = 2.5 \times 10^{-6} \quad (5)$$

$$\boxed{8,4} = 10^{-0.6} = 10^{-9} = [H_3O^+] \leftarrow PH = 9.6 \quad (6)$$

$$10^{-1.0} \times 0.2 = \frac{10^{-14.0} \times 1}{10^{-1.0} \times 5} = \frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+] \leftarrow PH = 1.3, [OH^-] = 5 \times 10^{-11} \quad (7)$$

$$\boxed{4,7} = 10^{-0.3} = 10^{-5} = PH \quad (8)$$

$$10^{-12.0} \times 2.5 = \frac{10^{-14.0} \times 1}{10^{-12.0} \times 4} = \frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+] \leftarrow PH = 12.4, [OH^-] = 4 \times 10^{-3} \quad (9)$$

$$\boxed{11,6} = 10^{-0.4} = 10^{-12} = PH \quad (10)$$

$$\boxed{2,1} = 10^{-0.9} = 10^{-8} = PH \leftarrow PH = 8.9, [H_3O^+] = 8 \times 10^{-3} \quad (11)$$

$$10^{-1.0} \times 2 = \frac{10^{-14.0} \times 1}{10^{-1.0} \times 5} = \frac{K_w}{[OH^-]} = [H_3O^+] \leftarrow PH = 1.3, [OH^-] = 5 \times 10^{-6} \quad (12)$$

$$\boxed{9,7} = 10^{-0.3} = 10^{-10} = PH \quad (13)$$

إيجاد $[H_3O^+]$ من PH $\leftarrow PH = 1.0 = [H_3O^+]$

مثال: في كل من الحالات التالية احسب $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$:

(١) $\text{pH} = 4$

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

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

(٢) $\text{pH} = 11$

$$10^{-3} = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-11} \times 1} = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

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

(٣) $\text{pH} = 12,3$

$$\frac{10^{-14} \times 1}{10^{-13} \times 0,5} = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

$$10^{-12,3} = [H_3O^+]$$

أكبر عدد صحيح

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

$$10^{-13} \times 0,5 = 10^{-13} \times 0,5 \times 2 = 10^{-13} = [H_3O^+]$$

لـ ٢، ٣ = ٠,٣

(٤) $\text{pH} = 6,7$

$$\frac{10^{-14} \times 1}{10^{-7} \times 2} = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

$$10^{-6,7} = [H_3O^+]$$

$$10^{-8} \times 0,5 =$$

$$10^{-7} \times 2 = 10^{-7} \times 2 \times 0,5 = 10^{-7} = [H_3O^+]$$

لـ ٨، ٩ = ٠,٩

(٥) $\text{pH} = 8,1$

$$\frac{10^{-14} \times 1}{10^{-9} \times 8} = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

$$10^{-8,1} = [H_3O^+]$$

$$10^{-6} \times 1,20 =$$

$$10^{-9} \times 8 = 10^{-9} \times 8 \times 0,15 = 10^{-9} = [H_3O^+]$$

لـ ٢، ٤ = ٠,٤

(٦) $\text{pH} = 4,6$

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

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

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

$$10^{-1} \times 2,5 = 10^{-1} \times 2,5 \times 0,4 = 10^{-1} = [H_3O^+]$$

لـ ٧ = ٠,٧

(٧) $\text{pH} = 10,3$

$$\frac{10^{-14} \times 1}{10^{-11} \times 0,5} = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

$$10^{-10,3} = [H_3O^+]$$

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

$$10^{-11} \times 0,5 = 10^{-11} \times 0,5 \times 2 = 10^{-11} = [H_3O^+]$$

تدريب: إذا علمت أن قيمة PH لعينة دم الإنسان = ٧,٤ فما تركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في دمه ؟ علماً بأن $ل = ٠,٦$

تأين الحموض القوية

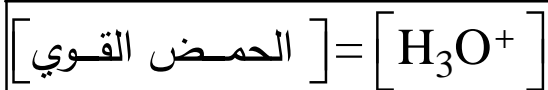
تذكر

الحموض القوية

HCl

HBr

HI

HNO₃HClO₄

مثال: احسب قيمة PH المحاليل الحموض التالية:

(١) حمض HCl تركيزه ٠,٠٠١ مول/لتر

$$٣^{-١} \times ١ = [HCl] = [H_3O^+]$$

$$[٣] = PH$$

(٢) حمض HI تركيزه ٠,٠٢ مول/لتر لو ٢ = ٣,٠

$$٠,٠٢ = [HI] = [H_3O^+]$$

$$[١,٧] = PH = -\log(٠,٠٢) = ٢ - \log ٢ = ٢ - ٠,٣ = ١,٧$$

(٣) حمض HBr تركيزه ٠,٠٠٥ مول/لتر (لو = ٧,٠)

$$٤^{-١} \times ٥ = [HBr] = [H_3O^+]$$

$$[٣,٣] = PH = -\log(٥ \times ١٠^{-٤}) = ٤ - \log ٥ = ٤ - ٠,٧ = ٣,٣$$

مثال: احسب كتلة HBr اللازم إذابتها في الماء لإنتاج محلول حجمه ١٠٠ ملتر ، وقيمة PH

له تساوي (١) ، علماً بأن $ل = ٨٠ = HBr$ غم/مول .

$$٠,١ = ١^{-١} = [H_3O^+] \leftarrow PH = ١$$

$$[HBr] = [H_3O^+]$$

$$[HBr] = ٠,١$$

$$٠,١ = [HBr]$$

$$٨٠ \times ت = HBr$$

$$٠,١ = ٨٠ \times ت \Rightarrow ت = ٠,٠١ \text{ مول}$$

$$٨٠ \times ت = ٨٠ \times ٠,٠١ = ٨ \text{ غم}$$

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

✚ محلول HCl تركيزه 2×10^{-3} مول/لتر

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

تدريب:

(١) احسب الرقم الهيدروجيني PH لكلا المحلولين الآتيين:

✚ حمض البيروكلوريك HClO_4 الذي تركيزه $1,5 \times 10^{-2}$ مول/لتر.

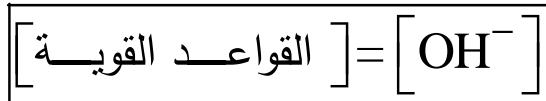
✚ حمض HBr الذي تركيزه 3×10^{-3} مول/لتر. علماً بأن (لو $10 = 1,8$ ، لو $10 = 3,0$)

(٢) بين اي المحلولين أكثر حمضية.

تأين القواعد القوية

تذكر

القواعد القوية

NaOH
KOH
LiOH**مثال:** احسب قيمة PH لمحاليل القواعد التالية:

(١) القاعدة KOH تركيزها ٠,٠٢ مول/لتر ، (لو = ٠,٧).

$$[\text{KOH}] = [\text{OH}^-] = ٠,٠٢ = ٠,٠٢ \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{١٤^{-١} \times ١}{٢^{-١} \times ٠,٠٢} = ١٢^{-١} \times ٠,٥ = ١٣^{-١} \times ٠,٥$$

$$\text{PH} = ١٣ - \text{لو} = ١٣ - ٠,٧ = ١٢,٣$$

(٢) القاعدة KOH تركيزها ٠,٠٠٥ مول/لتر. لو = ٢ = ٠,٣

$$[\text{KOH}] = [\text{OH}^-] = ٠,٠٠٥ \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{١٤^{-١} \times ١}{٣^{-١} \times ٠,٠٠٥} = ١٢^{-١} \times ٠,٢$$

$$\text{PH} = ١٢ - \text{لو} = ١٢ - ٠,٣ = ١٢,٧$$

(٣) القاعدة NaOH تركيزها ٠,٠٥ مول/لتر ، (لو = ٢ = ٠,٣).

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

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{١٤^{-١} \times ١}{٢^{-١} \times ٠,٠٥} = ١٣^{-١} \times ٠,٢ = ١٢^{-١} \times ٠,٢$$

$$\text{PH} = ١٣ - \text{لو} = ١٣ - ٠,٣ = ١٢,٧$$

مثال: احسب كتلة NaOH اللازم إذابتها في الماء لإنتاج محلول حجمه ٥٠٠ مللتر وقيمة PHله تساوي (١٣) ، علماً بأن $\text{NaOH} = ٤٠ \text{ غم/مول}$.

$$[\text{NaOH}] = [\text{OH}^-]$$

$$0,1 = [\text{NaOH}] = 10^{-1}$$

$$0,05 = 0,5 \times 0,1 = 2 \times 0,025 = 0,05 \text{ مول}$$

$$2 = 40 \times 0,05 = 20 \times 0,025 = 2 \text{ غم}$$

$$13 = \text{PH}$$

$$10^{-13} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

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

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

➤ محلول KOH تركيزه 4×10^{-2} مول/لتر.

➤ محلول LiOH حُضِرَ بإذابة $2,5 \times 10^{-4}$ مول منه في الماء ، للحصول على محلول

حجمه ١٠٠ مل.

إجابة أسئلة الفصل الأول

١

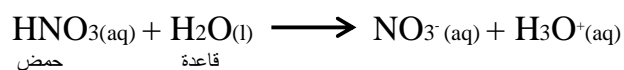
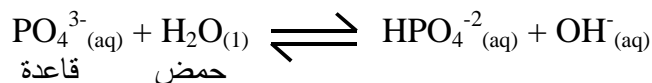
- قاعدة أرهينيوس: مادة تزيد من تركيز أيون الهيدروكسيد OH^- عند إذابتها في الماء.

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

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

- الرقم الهيدروجيني (PH): اللوغاريتم السالب للأساس ١٠ لتركيز أيون الهيدروجين H_3O^+ في المحلول.

٢



٣

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 ⁺

٤

أ) يسلك الماء في التفاعل الأول سلوكاً قاعدياً فيستقبل بروتوناً من الحمض H₂SO₃ ويتحول إلى H₃O⁺، يسلك الماء في التفاعل الثاني سلوكاً حمضياً فيمنح بروتوناً للقاعدة CO₃²⁻ ويتحول إلى OH⁻.

ب) الأزواج المترافقة للتفاعل الأول:

HSO₃⁻ / H₂SO₃: الحمض / القاعدة المرافقة.

H₃O⁺ / H₂O: القاعدة / الحمض المرافق.

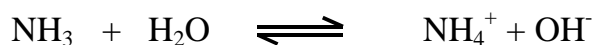
الأزواج المترافقة للتفاعل الثاني:

HCO₃⁻ / CO₃²⁻: القاعدة / الحمض المرافق.

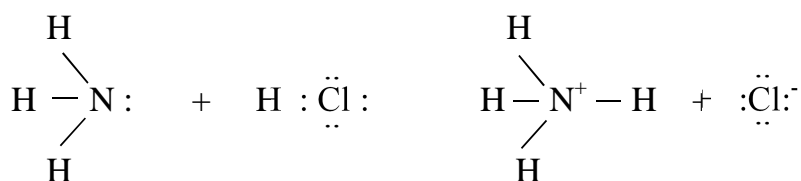
OH⁻ / H₂O: الحمض / القاعدة المرافقة.



٦) وفق مفهوم برونستد-لوري:



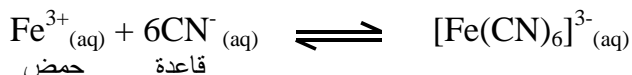
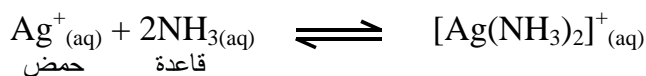
حمض / يمنح البروتون قاعدة / تستقبل البروتون



قاعدة تمنح زوج
الإلكترونات
غير الرابطة

حمض يستقبل زوج
الإلكترونات غير
الرابطة

(٧)



(٨) أ) قاعدي ب) حمضي ج) حمضي

(٩) $\text{H}_2\text{O}, \text{HCO}_3^-$

$$\text{عدد مولات HBr} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{٠,٨١}{٨١} = ٠,٠٠١ \text{ مول} \quad (١٠)$$

$$\text{PH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = -\log_{10} ٠,٣ = ٠,٧ \quad \text{PH} = -\log_{10} ٠,٠٠٢ = ٣,٥ \quad \text{عدد مولات HBr} = \frac{٠,٠١}{٠,٥} = ٠,٠٢ \text{ مول/ لتر.}$$

(١١) $\text{PH} = 10 = [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$10^{-13} \times ٠,٠٧١٠ = ٧,٠ \times 10^{-14} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-13} \times ٥ = ٥ \times 10^{-13} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{١ \times 10^{-14}}{٥ \times 10^{-13}} = ٠,٠٠٢ \text{ مول/ لتر}$$

$$[\text{KOH}] = [\text{OH}^-] = ٠,٠٠٢ \text{ مول/ لتر}$$

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

$$٠,٠٠٢ \text{ مول} = ١ \times ٠,٠٠٢ =$$

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

$$١,١٢ \text{ غ} = ٥٦ \times ٠,٠٠٢ =$$

(١٢) محذوف.

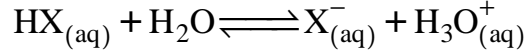
الوحدة الأولى

الحموض والقواعد

الفصل الثاني

الانزان في محاليل الحموض والقواعد الضعيفة

أولاً : الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة



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

• لكن $[\text{X}^{-}] = [\text{H}_3\text{O}^{+}] = s$

$$\frac{s^2}{[\text{HX}]} = K_a$$

$$[\text{HX}]K_a \sqrt{} = [\text{H}_3\text{O}^{+}]$$

قوة الحمض : قدرة الحمض على التفكك في الماء

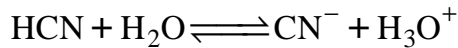
لاحظ : زيادة K_a :

- تزداد قوة الحمض.
- يزداد $[\text{H}_3\text{O}^{+}]$.
- يقل $[\text{OH}^{-}]$.
- تقل قيمة PH

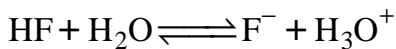
ملاحظة : كلما زادت قوة الحمض قلت قوة القاعدة المرافقة له) فسر ذلك .

لأن الحمض القوي يتأين ١٠٠% ، لذلك يصعب على الأيونات الناتجة الارتباط معا لتكوين الحمض.

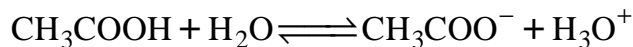
مثال : اكتب معادلة تأين الحموض الضعيفة التالية في الماء.



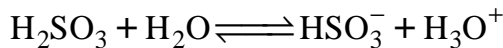
HCN [١]



HF [٢]



CH₃COOH [٣]



H₂SO₃ [٤]

Ka	الحمض
1.5×10^{-2}	H_2SO_3
7.2×10^{-4}	HF
4×10^{-4}	HNO_2
1.7×10^{-4}	HCOOH
6.5×10^{-5}	C_6H_5COOH
1.8×10^{-5}	CH_3COOH
3.4×10^{-7}	H_2CO_3
3.5×10^{-8}	HOCl
2×10^{-10}	HCN

سؤال: الجدول المجاور يوضح قيم Ka لعدد من الحموض المتساوية في التركيز (٠,١) مول/لتر.

ادرسه ثم أجب عما يلي:

- (١) اكتب صيغة الحمض الأقوى.
- (٢) اكتب القاعدة المرافقة الأقوى.
- (٣) أيهما يكون تركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ فيه أعلى محلول HF أم CH_3COOH ؟
- (٤) أي المحلولين CH_3COOH أم HCN له أعلى PH؟
- (٥) أيهما أقوى القاعدة المرافقة لـ HNO_2 أم HOCl؟
- (٦) هل تتوقع أن تكون قيمة PH لـ HCOOH أكبر أم أقل من ٢؟ فسر إجابتك.

الحل:

- (١) H_2SO_3 (٢) CN^- (٣) HF (٤) HCN (٥) HOCl
- (٦) لو كان HCOOH حمض قوي $PH = 2$ لأن $[H_3O^+] = 10^{-2}$ ولكن بما أن HCOOH حمض ضعيف $PH < 2$.

مسائل

مثال (١): محلول CH_3COOH تركيزه (٠,٠٥) مول/لتر ، إذا علمت أن $Ka = 2 \times 10^{-5}$ ، احسب:

(١) تركيز H_3O^+ .

(٢) قيمة PH للمحلول.

الحل:

$$[CH_3COOH]Ka = [H_3O^+] \quad (١)$$

$$[3 \times 10^{-3}] = [10^{-6}] = [0,05 \times 10^{-5}]$$

$$[3] = PH \quad (٢)$$

مثال (٢): احسب [HCN] إذا علمت أن PH للمحلول (٥) وان قيمة Ka للحمض تساوي (5×10^{-10}) .

الحل:

$$PH = 5 \leftarrow [H_3O^+] = 10^{-5}$$

$$[HCN]Ka = [H_3O^+]$$

$$[HCN] \times 5 \times 10^{-10} = 10^{-5}$$

$$[HCN] \times 5 = 10^{-5}$$

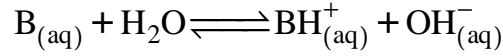
$$[HCN] = \frac{10^{-5}}{5} = 2 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر}$$

Ka	الصيغة	اسم الحمض
$10^{-1.5}$	H ₂ SO ₃	حمض الكبريتيت
$10^{-7.2}$	HF	حمض الهيدروفلوريك
10^{-4}	HNO ₂	حمض النيتريت
$10^{-1.7}$	HCOOH	حمض الميثانويك
$10^{-6.5}$	C ₆ H ₅ COOH	حمض البنزويك
$10^{-1.8}$	CH ₃ COOH	حمض الإيثانويك
$10^{-4.3}$	H ₂ CO ₃	حمض الكربونيك
$10^{-3.5}$	HOCl	حمض الهيبوكلوريت
$10^{-6.2}$	HCN	حمض هيدروسانيك

تدريب: بالاعتماد على الجدول السابق والذي يبين قيم ثوابت التأيّن لعدد من الحموض الضعيفة عند ٢٥°س ، أجب عن الأسئلة الآتية:

- احسب قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول HF الذي تركيزه ٠,٢ مول/لتر . (لر=١,٠٨=٠,٠٨).
- احسب تركيز حمض HNO₂ الذي رقمه الهيدروجيني ٢,٤ ، علماً بأن (لر=٤=٠,٦).
- احسب قيمة Ka لمحلول الحمض الضعيف HZ الذي تركيزه ٠,٢ مول/لتر ، ورقمه الهيدروجيني يساوي (٤) .

ثانياً : الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة



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

• لكن $[BH^+] = [OH^-] = x$

$$\frac{x^2}{[B]} = K_b$$

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

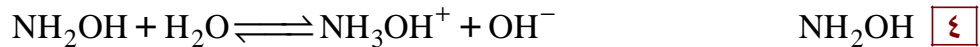
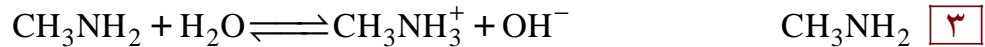
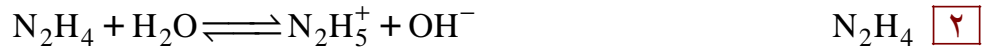
قوة القاعدة : قدرة القاعدة على التفكك في الماء

لاحظ : بزيادة K_b :

- تزداد قوة القاعدة.
- يزداد $[OH^-]$.
- يقل $[H_3O^+]$.
- تزداد قيمة PH.

ملاحظة : كلما زادت قوة القاعدة قلت قوة الحمض المرافق له.

مثال : اكتب معادلة تأين القواعد التالية :



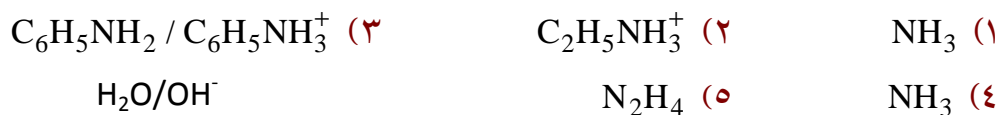
تدريب:

Kb	معادلة التأيين	صيغة القاعدة	اسم القاعدة
$4^{-} \times 5,6$	$C_2H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5NH_3^+ + OH^-$	$C_2H_5NH_2$	إيثيل أمين
$4^{-} \times 4,4$	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	CH_3NH_2	ميثيل أمين
$5^{-} \times 1,8$	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$	NH_3	أمونيا
$6^{-} \times 1,3$	$N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$	N_2H_4	هيدرازين
$9^{-} \times 1,7$	$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$	C_5H_5N	بيريدين
$1^{-} \times 3,8$	$C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+ + OH^-$	$C_6H_5NH_2$	أنيلين

بالاعتماد على الجدول السابق والذي يبين قيم ثوابت التأيين لعدد من القواعد الضعيفة عند 25°C ،
أجب عن الأسئلة الآتية:

- (١) أيهما أقوى : القاعدة NH_3 أم القاعدة N_2H_4 ؟
- (٢) اكتب صيغة الحمض المرافق الأضعف في الجدول.
- (٣) حدد الأزواج المترافقة في محلول القاعدة الأضعف.
- (٤) أي المحلولين يكون تركيز OH^- فيه أعلى : محلول الأمونيا NH_3 أم محلول البيريدين C_5H_5N ؟
- (٥) أي المحلولين رقمه الهيدروجيني أقل : أهو محلول ميثيل أمين CH_3NH_2 ، أم محلول الهيدرازين N_2H_4 إذا كان لهما التركيز نفسه.

الحل:



مسائل

مثال (١): احسب قيمة PH لمحلول NH_3 تركيزه (٠,٠٥) مول/لتر ، علماً بأن قيمة $\text{Kb} = 1.0 \times 10^{-5}$.

الحل:

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

$$0.05 \times 1.0 \times 10^{-5} = x$$

$$x = 5.0 \times 10^{-7}$$

$$11.0 = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{5.0 \times 10^{-7}} = \frac{\text{Kw}}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\boxed{11} = \text{PH}$$

مثال (٢): محلول N_2H_4 قيمة PH له تساوي ٩,٧ إذا علمت أن قيمة Kb لـ N_2H_4 تساوي 1.0×10^{-8} ، احسب $[\text{N}_2\text{H}_4]$ ، لو $\text{pH} = 9.3$ ، لو $\text{pH} = 9.7$ ،

الحل:

$$9.7 - 1.0 = [\text{H}_3\text{O}^+] \leftarrow 1.0 \times 10^{-9.7} = \text{PH}$$

$$1.0 \times 10^{-9.7} \times 2 = 1.0 \times 10^{-9.3} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$1.0 \times 10^{-9.3} \times 5 = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-9.7} \times 2} = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{N}_2\text{H}_4]\text{Kb} = [\text{OH}^-]$$

$$[\text{N}_2\text{H}_4] \times 1.0 \times 10^{-8} = 1.0 \times 10^{-9.3} \times 5$$

$$\text{N}_2\text{H}_4 = \frac{1.0 \times 10^{-9.3} \times 5}{1.0 \times 10^{-8}}$$

$$[\text{N}_2\text{H}_4] = \boxed{0.25} \text{ مول/لتر}$$

مثال (٣): احسب قيمة Kb للقاعدة B إذا علمت أن تركيزها (٠,٢) مول/لتر ، وقيمة PH لها ١١,٣ ، لو $\text{pH} = 9.7$ ، لو $\text{pH} = 9.3$ ،

الحل:

$$\text{Kb} = 1.0 \times 10^{-9.7} \times 2 = 1.0 \times 10^{-9.3} \times 5$$

$$\text{Kb} = \frac{1.0 \times 10^{-9.3} \times 5}{1.0 \times 10^{-9.7} \times 2}$$

الحل:

$$11,3^{-1} = [\text{H}_3\text{O}^+] \leftarrow 11,3 = \text{PH}$$

$$12^{-1} \times 0,5 = 12^{-1} \times 0,71 = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

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

$$3^{-1} \times 2 = \frac{14^{-1} \times 1}{12^{-1} \times 0,5} =$$

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

$$[\text{NH}_3] \times 10^{-1} \times 2 = 3^{-1} \times 2$$

$$[\text{NH}_3] \times 10^{-1} \times 2 = 6^{-1} \times 4$$

$$0,2 = [\text{NH}_3]$$

$$2 \times 0,2 = \text{NH}_3 \text{ ٢.٤}$$

$$0,5 = 0,5 \times 0,2 =$$

$$2,4 \times 0,2 =$$

$$\text{غم } 1,7 = 17 \times 0,1 =$$

$$11,3^{-1} = [\text{H}_3\text{O}^+] \leftarrow 11,3 = \text{PH}$$

$$12^{-1} \times 0,5 = 12^{-1} \times 0,71 = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

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

$$2^{-1} \times 0,2 = \frac{14^{-1} \times 1}{12^{-1} \times 0,5} =$$

$$[\text{B}] \text{Kb} = [\text{OH}^-]$$

$$0,2 \times \text{Kb} = 3^{-1} \times 2$$

$$0,2 \times \text{Kb} = 6^{-1} \times 4$$

$$\boxed{0,1 \times 2} = \text{Kb}$$

تدريب: كم غراماً من الهيدرازين N_2H_4 يلزم لتحضير محلول حجمه ٠,٢ لتراً ، ورقمه

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

، لـ ١,٦ = ٠,٢

أمثلة

Kb	القاعدة
$1^{-1} \times 4,3$	$C_6H_5NH_2$
$6^{-1} \times 1,3$	N_2H_4
$4^{-1} \times 5$	CH_3NH_2
$9^{-1} \times 2$	C_5H_5N

مثال (٢): ادرس

الجدول المجاور

والذي يوضح قيم

Kb لعدد من

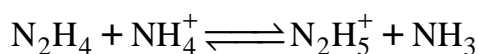
القواعد تركيزها

(٠,١) مول/لتر.

(١) ما أضعف القواعد.

(٢) اكتب صيغة الحمض المرافق الأضعف.

(٣) في التفاعل

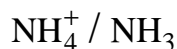
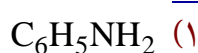


حدد الأزواج المترافقة

(٤) أي المحاليل السابقة أكثرها توصيلاً

للتيار الكهربائي.

الحل:



Ka	الحمض
$5^{-1} \times 2$	CH_3COOH
$1^{-1} \times 5$	HCN
$4^{-1} \times 7$	HF

مثال (١): الجدول

المجاور يوضح قيم

Ka لعدد من

الحموض ادرسه ثم

أجب عما يلي:

(١) ما أقوى الحموض.

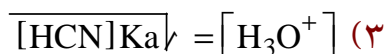
(٢) أي الحموض قاعدته المرافقة أقوى.

(٣) احسب قيمة PH لمحلول HCN

تركيزه (٠,٢) مول/لتر.

(٤) أي المحاليل له أعلى PH .

الحل:



$$0,2 \times 1^{-1} \times 5 =$$

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

$$5 = PH$$



الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

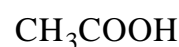
• الملح: مركب أيوني ينتج من تعادل حمض مع قاعدة.

أو: (المركب الناتج من استبدال هيدروجين الحمض بأيون موجب).

الملح

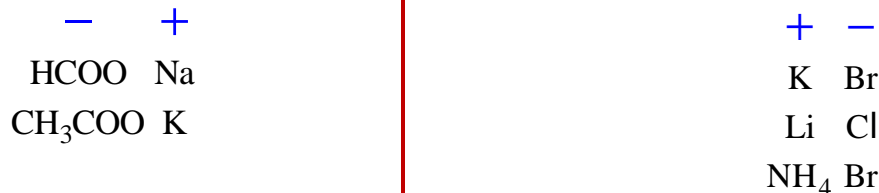
استبدال H^+ بأيون موجب

الحمض



- جميع الأملاح تتكون من أيونين (شقيين) موجب وسالب ، الأيمن : سالب ، والأيسر : موجب .

• يشد عن ذلك الأملاح العضوية: **أمثلة:**

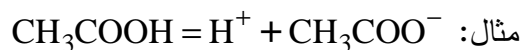
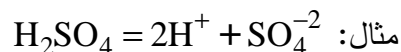
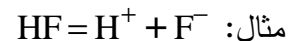


- يتكون الملح من تعادل حمض مع قاعدة يمكن تحديدها كالتالي:

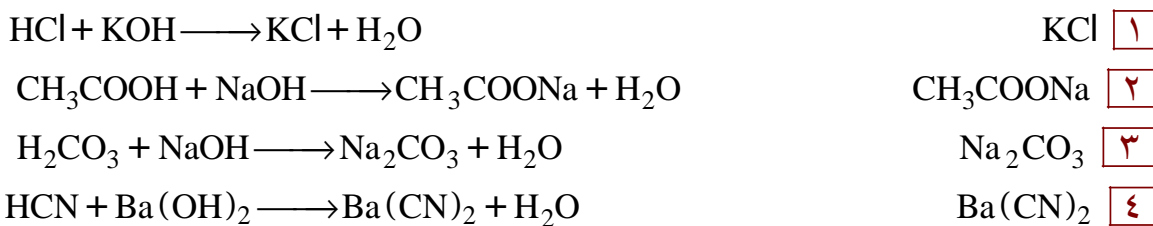
(١) الأيون الموجب (حمض) قادم من قاعدة ويُمكن معرفتها بالطرق التالية وبالترتيب:



(٢) الأيون السالب (قاعدة) قادم من حمض ويمكن معرفته بإضافة H^+ (أو أكثر).



مثال : حدد الحمض والقاعدة الناتج من تعادلهما الأملاح التالية: (اكتب معادلة تعادل الحمض والقاعدة والتي تنتج منها الأملاح التالية):



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



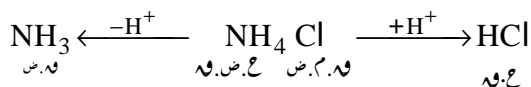
أمثلة توضيحية

مثال : حدد الصفات الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح التالية ، ثم اكتب معادلة التمييه إن

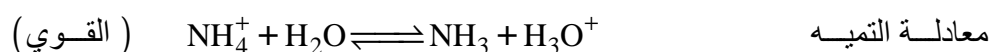
وجدت :

اختصارات

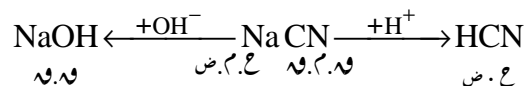
ع.٥ : حمض قوي
ع.٥ : قاعدة قوية
ع.ض : حمض ضعيف
ع.ض : قاعدة ضعيفة



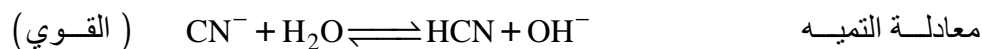
بما أن الحمض المرافق أقوى من القاعدة المرافقة ، هذا يعني أن الملح حمضي التأثير .



وبالتالي يزداد تركيز H_3O^+ ← حمضي التأثير



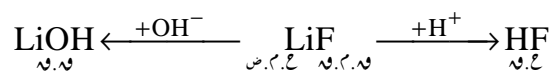
بما أن القاعدة المرافقة أقوى من الحمض المرافق ، هذا يعني أن الملح قاعدي التأثير .



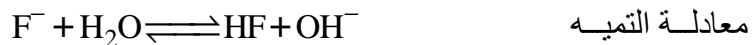
وبالتالي يزداد تركيز OH^- ← قاعدي التأثير .

سؤال : حدد السلوك الحمضي القاعدي لكل من محاليل الأملاح التالية ، ثم اكتب معادلة التمييه إن

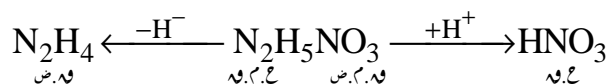
وجدت :



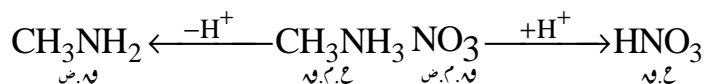
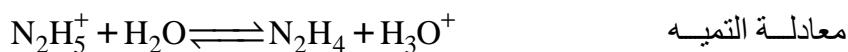
بما أن القاعدة المرافقة أقوى من الحمض المرافق ، هذا يعني أن الملح قاعدي التأثير .



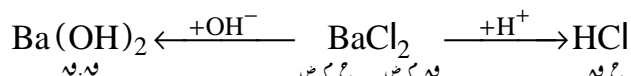
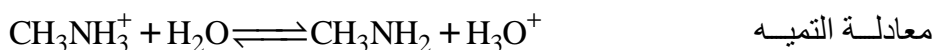
بما أن الحمض والقاعدة المرافقة ضعيفين ، الملح متعادل ، ولا يتميه الماء



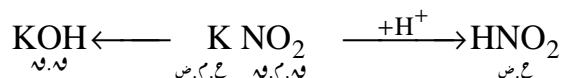
بما أن الحمض المرافق أقوى من القاعدة المرافقة هذا يعني أن الملح حمضي.



بما أن الحمض المرافق أقوى من القاعدة المرافقة هذا يعني أن الملح حمضي.



بما أن الحمض والقاعدة المرافقة ضعيفين ، الملح متعادل.



بما أن القاعدة المرافقة أقوى من الحمض ، هذا يعني أن الملح قاعدي.



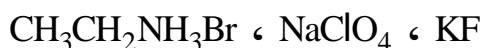
فسر السلوك القاعدي لـ NaF ؟

يتفكك الملح في الماء وينتج أيونات الصوديوم وهي حمض ضعيف لا يتفاعل مع الماء ، كما ينتج F^- والذي يعتبر قاعدة قوية تتفاعل مع الماء و تسحب H^+ منه فينتج OH^- و يزداد تركيزها ويصبح المحلول قاعدي .

ملاحظة : الأملاح المتعادلة لا يعد ذوبانها في الماء تميهاً

تدريب :

(أ) حدد طبيعة محاليل كل من الأملاح الآتية (حمضي ، قاعدي ، متعادل):



(ب) فسر مستعيناً بمعادلات السلوك الحمضي أو القاعدي أو المتعادل لكل من الأملاح الآتية:



(ج) أي الملحين الآتين يعد ذوبانه في الماء تميهاً : $\text{KI} ، \text{C}_5\text{H}_5\text{NHCl}$ ؟

قاعدة الشطب

• أيونات الشطب: الموجبة: K^+ Li^+ Na^+

السالبة: Cl^- Br^- I^- NO_3^- ClO_4^-

(١) إذا وردت إحدى الأيونات السابقة في صيغة الملح اشطبها.

(٢) - إذا تبقى بعد الشطب أيون موجب ← الملح حمضي.

ب- إذا تبقى بعد الشطب أيون سالب ← الملح قاعدي.

ج- إذا لم يتبقى أيونات بعد الشطب ← الملح متعادل.

ملاحظة (١): نكتب معادلة التمييه دائماً للأيون الذي لم يشطب.

ملاحظة (٢): يسمى الأيون المتبقي بعد الشطب بالأيون المشترك.

تدريب: حدد الصفات الحمضية القاعدية لمحاليل الأملاح التالية:

(١) NaHS (٢) NH_4Br (٣) KI
(٤) NaCN (٥) $LiNO_3$

الإجابة:

(١) قاعدي (٢) حمضي (٣) متعادل
(٤) قاعدي (٥) متعادل (٦)

ترتيب محاليل الحموض والقواعد والأملاح حسب pH: (عند تساوي التراكيز)

حمض قوي أحادي البروتون	حمض ضعيف ملح حمضي	ماء نقي ملح متعادل	قاعدة ضعيفة ملح قاعدي	قاعدة قوية أحادية الهيدروكسيد
٠	٧	٧	١٤	١٤

سؤال: لديك المحاليل التالية والمتساوية في تركيزها ، رتبها تصاعدياً حسب PH :

NaOH - CH_3COONa - HNO_3 - KBr - HF

الإجابة:

NaOH > CH_3COONa > KBr > HF > HNO_3

مثال : الجدول أدناه يوضح قيم PH لعدد من المحاليل وبنفس التركيز:

المحلول	A	B	C	D	E
PH	٧	٢	٥	١٣	١٠

(١) ما رمز المحلول الذي يكون تركيز أيون الهيدرونيوم فيه أكبر ما يمكن.

(٢) ما رمز المحلول الذي يكون فيه تركيز أيون الهيدروكسيد أكبر ما يمكن.

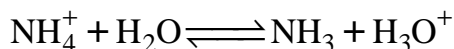
(٣) أي المحاليل السابقة يمكن أن يكون:

- (أ) محلول HCl (ب) محلول HCN (ج) محلول NaCl
(د) محلول KOH (هـ) محلول KF

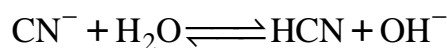
الحل:

- (١) B (٢) D
(٣) أ- B (٣) ب- C (٣) ج- A (٣) د- D (٣) هـ- E

مثال : اكتب معادلة تفسر السلوك الحمضي لمحلول NH_4NO_3 .



مثال : اكتب معادلة تفسر الصفات القاعدية لمحلول NaCN.

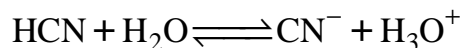
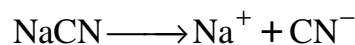


تأثير الأيون المشترك

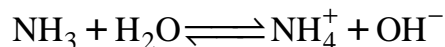
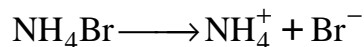
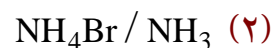
- الأيون المشترك : الأيون الموجود في محلول الحمض وملحه أو محلول القاعدة وملحها.

مثال : اكتب معادلة تأين القاعدة أو الحمض ، ومعادلة تفكك الملح ، ثم حدد الأيون المشترك في

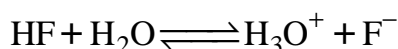
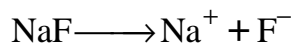
كل من المحاليل التالية:



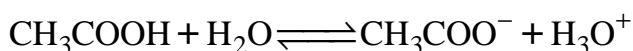
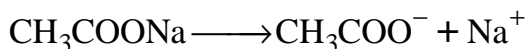
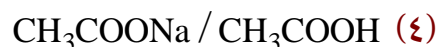
الأيون المشترك: CN^-



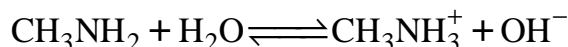
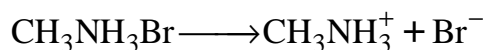
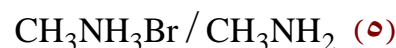
الأيون المشترك: NH_4^+



الأيون المشترك: F^-



الأيون المشترك: CH_3COO^-



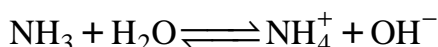
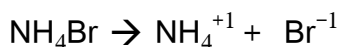
الأيون المشترك: CH_3NH_3^+

قواءد

تؤدي إضافة الملح إلى محلول قاعدة ضعيفة إلى خفض قيمة PH .

مثال : وضع أثر إضافة NH_4Br إلى محلول NH_3 على قيمة PH .

الحل:

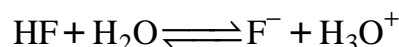


عند إضافة الأيون المشترك NH_4Br يتفكك فيزداد تركيز NH_4^+ ، وحسب مبدأ لوتشاتيليه يختل الاتزان و يندفع نحو اليسار فيقل $[\text{OH}^-]$ وتقل قيمة PH

تؤدي إضافة الأيون المشترك إلى محلول حمض ضعيف إلى رفع قيمة PH .

مثال : وضع أثر إضافة NaF إلى محلول HF على قيمة PH .

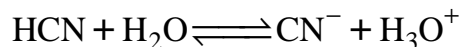
الحل:



عند إضافة الملح NaF يتأين مما يزيد تركيز F^- ، وحسب مبدأ لوتشاتيليه يندفع الاتزان نحو اليسار فيقل $[\text{H}_3\text{O}^+]$ وتزداد قيمة PH .

مثال : وضح بالمعادلات ما يلي:

(١) أثر إضافة NaCN إلى محلول HCN على قيمة PH.



عند إضافة NaCN يتفكك فيزداد $[\text{CN}^-]$ وحسب مبدأ لوتشاتيليه يختل الاتزان ويندفع إلى

اليسار لاستهلاك الزيادة فيه فيقل $[\text{H}_3\text{O}^+]$ وتزداد قيمة PH.

(٢) أثر إضافة $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}$ إلى محلول N_2H_4 على قيمة PH.

سؤال : ما التغير في قيمة PH في كل من الحالات التالية:

(١) إضافة بلورات KNO_2 إلى محلول HNO_2 (**تزداد** / **تقل** / ثابتة).

(٢) إضافة بلورات NH_4I إلى محلول NH_3 (**تزداد** / **تقل** / ثابتة).

(٣) إضافة بلورات NaCl إلى محلول HCl (**تزداد** / **تقل** / **ثابتة**).

تدريب : ما أثر إضافة بلورات $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}$ إلى محلول N_2H_4 على قيمة PH ?

(تزداد / تقل / ثابتة).

حسابات الأيون المشترك

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

محلول حمض ضعيف وملحه

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

محلول قاعدة ضعيفة وملحها

للتوضيح

X	الملح
١	NaCN
٢	Ba(CN) ₂
٣	Al(CN) ₃

$X = [\text{الأيون المشترك}] = [\text{الملح}]$ حيث X عدد مولات

الأيون المشترك في الملح

مثال : حضر محلول بإذابة ٣ غم من CH_3COOH و ٩,٨ غم من CH_3COOK في الماء فكان حجم المحلول ١ لتر ، إذا كانت قيمة $\text{Ka} = 2 \times 10^{-5}$ ، احسب قيمة PH للمحلول.

$$20 \text{ ك} = \text{CH}_3\text{COOH} = 60 \text{ غم/مول}$$

$$20 \text{ ك} = \text{CH}_3\text{COOK} = 98 \text{ غم/مول}$$

الحل:

• يوجد في المحلول حمض ضعيف + ملحه

• نحسب $[\text{CH}_3\text{COOH}]$

$$\frac{\text{ك}}{\frac{20 \text{ ك}}{\text{ع}}} = [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

$$0,05 = \frac{3}{60} = \frac{\text{ك}}{1} \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{\text{ك}}{\frac{20 \text{ ك}}{\text{ع}}} = [\text{CH}_3\text{COOK}]$$

$$0,1 = \frac{9,8}{98} = \frac{\text{ك}}{1} \text{ مول/لتر}$$

$$0,1 = [\text{CH}_3\text{COO}^-] \text{ مول/لتر}$$

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

$$10^{-5} = \frac{0,05}{0,1} \times 2 \times 10^{-5} =$$

$$\boxed{5} = \text{PH}$$

مثال : محلول NH_3 تركيزه (٠,٠٥) مول/لتر ، وحجمه ٢٠٠ ملتر ، إذا علمت أن Kb للأمونيا 2×10^{-5} ، احسب: (١) PH للمحلول.

(٢) PH للمحلول بعد إذابة ٠,٢ مول من NH_4Cl فيه.

الحل:

(١) بما أنه يوجد في المحلول قاعدة ضعيفة فقط

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

$$0,05 \times 2 \times 10^{-5} =$$

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

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

$$\boxed{11} = \text{PH}$$

(٢) يوجد في المحلول قاعدة ضعيفة + ملحها

$$0,1 = \frac{0,2}{0,2} = \frac{20 \text{ ك}}{\text{ع}} = [\text{NH}_4\text{Cl}] \text{ مول/لتر}$$

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

$$0,1 = 0,1 \times 1 =$$

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

$$10^{-5} = \frac{0,05}{0,1} \times 2 \times 10^{-5} =$$

$$10^{-9} = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-5}} = \frac{\text{Kw}}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\boxed{9} = \text{PH}$$

مثال : احسب كتلة NaF اللازم إذابتها في محلول HF تركيزه (٠,٠٥) مول/لتر وحجمه (١٠٠) مللتر لرفع قيمة PH للمحلول بمقدار درجتين علماً بأن ثابت تأين الحمض $٧,٢ \times ١٠^{-٤}$ وأن الكتلة المولية لـ NaF = ٤٢,٥ غم/مول ، (لـ ٦٠ = ٧٨,٠)

الحل:

• نحسب PH قبل إضافة الملح

$$٠,٠٥ \times ١٠^{-٤} \times ٧,٢ = [HF]Ka = [H_3O^+]$$

$$٣^{-١} \times ٦ = ٦^{-١} \times ٣٦ =$$

$$٢,٢٢ = ٠,٧٨ - ٣ = ٦ - ٣ = PH$$

• PH بعد PH قبل $٢ + ٢,٢٢ = ٤,٢٢$

• $[H_3O^+] = ١٠^{-٤,٢٢}$

$$٠^{-١} \times ٦ = ٠^{-١} \times ٧٨١٠ =$$

• $\frac{[HF]}{[F^-]} Ka = [H_3O^+]$

$$\frac{٠,٠٥}{[F^-]} \times ٧,٢ \times ١٠^{-٤} = ١٠^{-٤} \times ٦$$

$$٠,٦ = [F^-]$$

$$٠,٦ = [NaF] \text{ مول/لتر}$$

$$٠,٦ = ٠,١ \times ٠,٦ = ٢ \times ٠,٦ = NaF \cdot ٤$$

$$٢,٥٥ = ٤٢,٥ \times ٠,٦ = ٢٠,٥ \times ٠,٦ = ٢٠,٥$$

تدريب : محلول ناتج من إذابة HCN و NaCN في الماء ، إذا كان تركيز الحمض ضعفي تركيز الملح وكانت قيمة Ka للحمض $١٠^{-٦}$:

(١) اكتب صيغة الأيون المشترك.

(٢) احسب PH للمحلول.

الحل:

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

$$Kb = ١٠^{-٦} \times ١,٣$$
 ، فأجب عن الأسئلة التالية:

(١) احسب قيمة PH للمحلول.

(٢) كم تصبح PH للمحلول عند إضافة ٠,٣ مول من الملح N_2H_5Cl إلى لتر منه.

الأسئلة الإضافية

السؤال الأول:

يبين الجدول المجاور محاليل مائية لحموض وقواعد وأملاح عند نفس التركيز (١)مول/ لتر ومعلومات عنها، إذا علمت أن: $K_w = 10^{-14}$ ، ادرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

المحلول	معلومات
CH ₃ COOH	$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$
HCN	$[H_3O^+] = 2 \times 10^{-5}$
HNO ₂	$[NO_2^-] = 2.2 \times 10^{-2}$
NH ₃	$K_b = 1.8 \times 10^{-5}$
N ₂ H ₄	$[OH^-] = 1 \times 10^{-3}$
NaX	pH = 8.3
NaY	pH = 9.2

- (١) أي الحمضين هو الأقوى (HX أم HY)؟
- (٢) أي الحمضين هو الأضعف (CH₃COOH أم HNO₂)؟
- (٣) أي المحلولين يكون فيه [OH⁻] أعلى (HCN أم HNO₂)؟
- (٤) أي القاعدتين المرافقتين أقوى (CH₃COO⁻ أم CN⁻)؟
- (٥) أي المحلولين له أقل (PH) (N₂H₄ أم NH₃)؟
- (٦) حدد الأزواج المترافقة عند تفاعل NH₄⁺ مع N₂H₄ ؟
- (٧) ما طبيعة تأثير محلول الملح CH₃COONa (حمضي، قاعدي، متعادل)؟

السؤال الثاني:

يبين الجدول الآتي عدداً من محاليل الحموض والقواعد الضعيفة ومعلومات عنها، ادرسه جيداً ثم أجب عن الأسئلة الآتية: ($K_w = 10^{-14}$ ، لو $\epsilon = 0.6$ ، لو $\epsilon = 0.7$).

المحلول	معلومات	تركيز المحلول مول/لتر
HCN	$K_a = 5 \times 10^{-10}$	0.2
HNO ₂	$[NO_2^-] = 4 \times 10^{-3}$	0.04
NH ₃	$[NH_4^+] = 2 \times 10^{-3}$	0.2
CH ₃ NH ₂	$K_b = 4 \times 10^{-4}$	0.2
N ₂ H ₄	pH = 10	0.01
NH ₂ OH	$[OH^-] = 1 \times 10^{-5}$	0.01

- (١) أحسب تركيز H₃O⁺ لمحلول HCN؟
- (٢) ما صيغة الحمض المرافق للأضعف؟
- (٣) أحسب pH لمحلول NH₃؟
- (٤) أي الحمضين له أعلى قيم PH HCN أم HNO₂؟
- (٥) اكتب صيغة الحمض المرافق للقاعدة NH₂OH؟
- (٦) في المعادلة الآتية:



حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة.

السؤال الثالث

يبين الجدول الآتي عدداً من محاليل الحموض الافتراضية متساوية التركيز (٠،١) مول/ لتر وقيم pH لها ، ادرسه ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

HB	HZ	HQ	H ₂ A	HY	HX ⁺	محلول الحمض
٢	٦	٤،٥	٣	٤	٥	PH

- (١) أي الحمضين هو الأقوى HY أم HB؟
- (٢) أي القاعدتين المرافقتين أقوى (Q⁻ أم HA⁻)؟
- (٣) حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة عند تفاعل HY مع KQ ؟
- (٤) اكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض XH⁺؟
- (٥) أي الملحين لمحلوله أقل pH (KY أم KZ) عند تساوي التركيز؟
- (٦) احسب K_a للحمض HZ؟

السؤال الرابع

يبين الجدول المجاور عدد من محاليل الحموض الضعيفة متساوية التركيز (١) مول/ لتر لكل منها ومعلومات عن الحمض، ادرسه ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

المحلول	معلومات
C ₆ H ₅ COOH	$6 \times 10^{-5} = K_a$
HOCN	$1 \times 10^{-4} = K_a$
HNO ₂	PH = ٢,٧
HCN	PH = ٥,٧
HF	$3,8 \times 10^{-11} = [OH^-]$
HBrO	$2,2 \times 10^{-8} = [OH^-]$

- (١) أيهما أقوى كحمض (HF أم HBrO)؟
- (٢) ما صيغة القاعدة المرافقة للحمض HNO₂ ؟
- (٣) أي المحلولين فيه [OH⁻] أعلى (HNO₂ أم HCN)؟
- (٤) أيهما أقوى كقاعدة (OCN⁻ أم CN⁻)؟
- (٥) حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة في التفاعل:

$$HBrO + CN^- \rightleftharpoons BrO^- + HCN$$
- (٦) احسب [OH⁻] في محلول من (HCN)
علماً بأن (لو ٢ = ٠,٣ ، ٠,٣ = K_w = ١ × ١٠^{-١٤}).

السؤال الخامس

تم تحضير محلول مكون من القاعدة B والملح $BHNO_3$ بالتركيز نفسه، فإذا كان تركيز $H_3O^+ = 2 \times 10^{-9}$

مول/لتر، أجب عما يلي: ($K_w = 1 \times 10^{-14}$ ، لو $pH = 5$):

(١) ما صيغة الأيون المشترك؟ (٢) احسب قيمة K_b للقاعدة B؟

(١) احسب النسبة $\frac{[القاعدة]}{[الملح]}$ لتصبح $pH = 8.3$ ؟

(٢) ما طبيعة تأثير محلول الملح $BHNO_3$ ؟ (قاعدي، حمضي، متعادل)؟

الإجابات النموذجية

إجابة السؤال الأول:

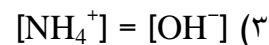
- (١) HX (٢) CH₃COOH (٣) HCN (٤) CN⁻
 (٥) N₂H₄ (٦) N₂H₅⁺/ NaH₄ , NH₃/NH₄⁺ (٧) قاعدي.

إجابة السؤال الثاني:

$$\frac{[\text{CN}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]} = K_a \quad (١)$$

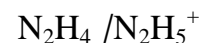
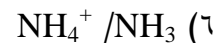
$$\frac{\text{س}^1}{٠,٢} = ١٠^{-١٠} \times ٥$$

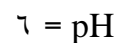
$$\text{س} = [\text{H}_3\text{O}^+] = ١ \times ١٠^{-٥} \text{ مول/لتر}$$



$$١٠^{-١٢} \times ٥ = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢ \times ١٠^{-٣}} = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر}$$

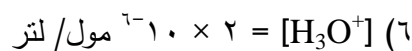
$$\text{pH} = -\text{لو} = ١١,٣ = ١٢ - ١٠ \times ٥$$



إجابة السؤال الثالث:

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

$$10^{-11} \times 1 = \frac{10^{-6} \times 1 \times 10^{-6} \times 1}{0.1} = K_a$$

إجابة السؤال الرابع:

$$10^{-9} \times 5 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-6} \times 2} = [OH^-] \quad \text{مول/لتر}$$

إجابة السؤال الخامس:

$$10^{-6} \times 5 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-9} \times 2} = [OH^-] \quad (2)$$

$$10^{-9} \times 5 = [OH^-] = K_b \quad \leftarrow \frac{[OH^-][OH^-]}{[B]} = K_b$$



$$10^{-9} \times 5 = [H_3O^+]$$

$$\frac{[OH^-][\text{ملح}]}{[\text{قاعدة}]} = K_b \quad \leftarrow \quad 10^{-6} \times 2 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-9} \times 5} = [OH^-]$$

$$\frac{5}{2} = \frac{[\text{ملح}]}{[\text{قاعدة}]} \quad \leftarrow \quad \frac{5}{2} = \frac{10^{-6} \times 5}{10^{-6} \times 2} = \frac{K_b}{[OH^-]} =$$

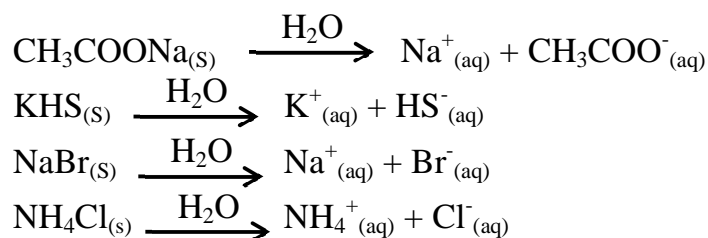
(٤) حمضي.

إجابة أسئلة الفصل الثاني

١

- الملح: مادة أيونية تنتج من تفاعل الحمض مع القاعدة.
- التمية: تفاعل أيونات الملح مع الماء لإنتاج OH^- أو H_3O^+ أو كلاهما.
- المحلول المنظم: محلول يقاوم التغير 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 ضعيفة وملحها).

٢



٣

الأملاح التي تتمية، هي: NH_4Cl و NaCN و CH_3COOK

الملح الذي لا يتميه هو: LiCl

٤

الحمض والقاعدة المكونة له		الملح
القاعدة	الحمض	
KOH	HI	KI
NaOH	HCOOH	HCOONa

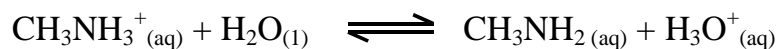
الحمض والقاعدة المكونة له		الملح
القاعدة	الحمض	
NH ₃	HNO ₃	NH ₄ NO ₃
NaOH	HClO	NaOCl

الأملاح المتعادلة	الأملاح القاعدية	الأملاح الحمضية
KNO ₃ , LiBr	NaCN, KNO ₂	N ₂ H ₅ Cl

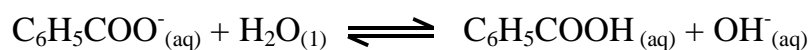
٥

٦

(أ) السلوك الحمضي:



(ب) السلوك القاعدي:



٧

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

$$\frac{[\text{X}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HX}]} = K_a$$

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

$$3^{-10} \times 2 = [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \sqrt[3]{10^{-10} \times 4} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{PH} = -\log 2,7 \times 10^{-3} = 3 - 0,3 = 2,7$$

٨

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

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

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

$$PH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-4} \times 1.3$$

$$= 4 - \log 1.3 = 3.89$$

٩

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

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

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

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

عدد مولات $NaNO_2$ = التركيز \times حجم المحلول.

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

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

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

١٠

(أ) صيغة الأيون المشترك $C_5H_5NH^+$

$$0.3 = [C_5H_5N] \quad 0.3 = [C_5H_5NHBr] = [C_5H_5NH^+]$$

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

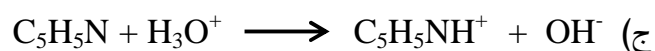
$$\frac{0,3 \times [\text{OH}^-]}{0,3} = 10^{-9} \times 1,7$$

$$10^{-9} \times 1,7 = [\text{OH}^-]$$

$$10^{-9} \times 0,9 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-9} \times 1,7} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{PH} = -\text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+] = -\text{لو} 10^{-9} \times 0,9$$

$$6 = -\text{لو} 0,9 = 0,977 - 6 = 0,23$$



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

$$0,3 = 0,2 - 0,1 = \text{مول/لتر}$$

$$[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+]_{\text{الجديد}} = [\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+]_{\text{الابتدائي}} - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضاف}}$$

$$0,5 = 0,2 + 0,3 = \text{مول/لتر}$$

$$10^{-9} \times 0,34 = \frac{0,1 \times 10^{-9} \times 1,7}{0,5} = [\text{OH}^-] \longleftarrow \frac{[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}]}{[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+]} K_b = [\text{OH}^-]$$

$$\frac{10^{-14} \times 1}{10^{-9} \times 0,34} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{PH} = -\text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+] = -\text{لو} 10^{-9} \times 2,94$$

$$5 = -\text{لو} 2,94 = 0,47 - 5 = 4,53$$

(١١) عند زيادة تركيز (H^+) فإنه يتفاعل مع الأيون (HCO_3^-) ، ويتكون الحمض (H_2CO_3) ضعيف التأيين، وهو من جهة أخرى، ينفك في الرئة مكونة الماء وثاني أكسيد الكربون (CO_2) الذي يتم التخلص منه عن طريق التنفس (الزفير)، وبذلك يتخلص الدم من زيادة (H^+) فيه، ويبقى محافظاً على درجة حموضته.

$$(١٢) \quad \frac{[H_3O^+]}{[HCN]} = K_a$$

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

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

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

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

$$PH = -\log 10^{-5} \times 1.4$$

$$4.85 = 5 - 0.15 = 5 - \log 1.4$$

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

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

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

(ج) CN^-

(د) HNO_2

(هـ) NH_4Cl

(و) نقل.

(١٣)

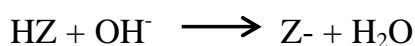
$$(أ) [HZ] = ٠,٤ \text{ مول/لتر}$$

$$[Z^-] = [HZ] = ٠,٥ \text{ مول/لتر}$$

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

$$٠^{-١٠} \times ١,٦ = \frac{٠,٤ \times ٠^{-١٠} \times ٢}{٠,٥} = [H_3O^+]$$

(ب) عند إضافة كمية معنية (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:

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

$$= ٠,٥ + س$$

أما تركيز الحمض HZ فإنه يقل بمقدار تركيز OH⁻ المضاف (س)

$$[HZ] \text{ الجديد} = [HZ] \text{ الابتدائي} - [HO^-] \text{ المضاف} = ٠,٤ - س$$

$$٠^{-١٠} = PH^{-١٠} = [H_3O^+]$$

$$\frac{(٠,٤ - س) \times ٠^{-١٠} \times ٢}{٠^{-١٠}} = ٠^{-١٠} \times ٢ \longleftarrow \frac{[Z^-] \text{ الجديد} \times [H_3O^+]}{[HZ] \text{ الجديد}} = K_a$$

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

$$(٠,٥ + س) = ٢(٠,٤ - س) \Rightarrow ٠,٥ + س = ٠,٨ - ٢س \Rightarrow ٣س = ٠,٣ \Rightarrow س = ٠,١ \text{ مول/لتر}$$

أي أن تركيز NaOH = ٠,١ مول/لتر

عدد مولات NaOH = تركيزها × حجم المحلول ← عدد مولات NaOH = ١ × ٠,١ = ٠,١ مول

كتلة NaOH = عدد المولات × الكتلة المولية ← كتلة NaOH = ٤٠ × ٠,١ = ٤ غ

أسئلة الوحدة



٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
(أ) صفر	(ب) نقص [H ₃ O ⁺]	(ج) أقل من ٥	(أ) ١٠ ^{-٤}	(د) KOH	(أ) خفض قيمة PH	(د) HCO ₃ ⁻	(ج) Cu ²⁺



HQ (ب)

Z⁻ (أ)

$$\frac{[H_3O^+]}{0.02} = 10^{-6.3} \times 6.3 \quad (ج)$$

$$0.02 \times 10^{-6.3} \times 6.3 = [H_3O^+]$$

$$\sqrt[6.3]{10^{-6.3} \times 1.26} = [H_3O^+]$$

$$10^{-3.1} \times 1.12 = [H_3O^+]$$

$$2.95 = PH - \log(10^{-3.1} \times 1.12) = 3 + 0.05 =$$

$$[Y] = 0.02 = \frac{0.01}{0.5} = [KY] \quad (د)$$

$$\frac{0.01 \times 10^{-4.5} \times 4.5}{0.02} = \frac{[HY]}{[Y]} \quad K_a = [H_3O^+]$$

$$10^{-4.5} \times 2.25 = K_a = [H_3O^+]$$

$$3.65 = PH - \log(10^{-4.5} \times 2.25)$$

(هـ)

$$\text{عدد مولات NaQ} = \frac{2,312}{68} = 0,034 \text{ مول}$$

$$[\text{NaQ}] = \frac{0,034}{0,2} = 0,17 \text{ مول/لتر}$$

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

$$\frac{0,17 \times 10^{-4} \times 1}{[\text{HQ}]} = 1,7 \times 10^{-4} \quad \frac{[\text{Q}] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HQ}]} = K_a$$

$$[\text{HQ}] = 0,1 \text{ مول/لتر}$$

(و) صيغة الأيون المشترك في المحلول هي: Z⁻

٣

(أ) تبقى ثابتة. (ب) تبقى ثابتة. (ج) تزداد (د) تقل

٤



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

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

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

$$10^{-9} \times 0,62 = [\text{OH}^-]$$

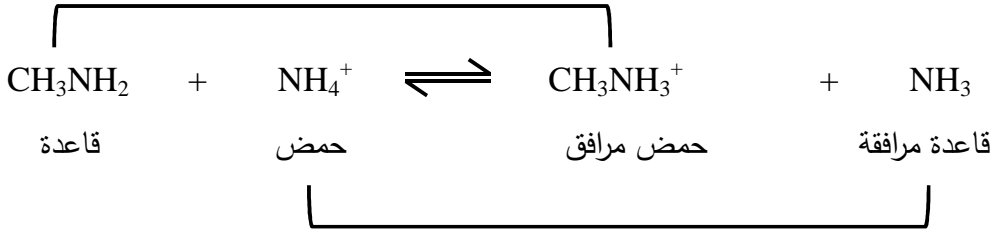
$$10^{-9} \times 1,6 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-9} \times 0,62} = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{PH} = -\text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+] = -\text{لو} 10^{-9} \times 1,6$$

$$9 = -\text{لو} 1,6 - 9 = 0,2 - 9 = 8,8$$

زوج مترافق

(د)



زوج مترافق

(هـ)

$$10^{-8.42} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-9} \times 3.8 = 10^{-9} \times 10^{0.58} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-9} \times 0.26 = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-9} \times 3.8} = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{OH}^-]$$

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

$$0.2 \text{ مول/لتر} = \frac{0.4 \times 10^{-14} \times 1.3}{10^{-9} \times 0.26} = [\text{N}_2\text{H}_5^+]$$

$$0.2 \text{ مول/لتر} = [\text{N}_2\text{H}_2\text{Cl}] = [\text{N}_2\text{H}_5^+]$$

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

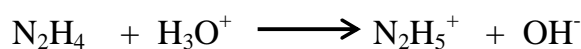
$$\text{عدد مولات } \text{N}_2\text{H}_5\text{Cl} = \text{تركيزه} \times \text{حجم المحلول باللتر}$$

$$\text{عدد مولات } \text{N}_2\text{H}_5\text{Cl} = 0.4 \times 0.2 = 0.08 \text{ مول}$$

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

$$5.52 \text{ غ} = 69 \times 0.08 =$$

(و)



$$\text{تركيز الحمض HCl} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \frac{0.04}{0.4} = 0.1 \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{N}_2\text{H}_4]_{\text{الجديد}} = [\text{N}_2\text{H}_4]_{\text{الابتدائي}} - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضاف}} = 0.1 - 0.04 = 0.06 \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{N}_2\text{H}_5^+]_{\text{الجديد}} = [\text{N}_2\text{H}_5^+]_{\text{الابتدائي}} + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضاف}} = 0.1 + 0.04 = 0.14 \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{[\text{N}_2\text{H}_5^+]}{[\text{N}_2\text{H}_4]} = \frac{1.3 \times 10^{-6} \times 0.14}{0.06} = 3.0 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر}$$

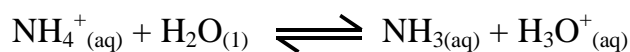
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{3.0 \times 10^{-6}} = 3.3 \times 10^{-9} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{PH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (3.3 \times 10^{-9}) = 8.48$$

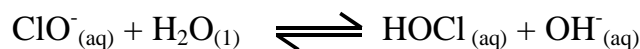
$$9 - 0.52 = 8.48$$

(٥)

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



(ب) يتفكك الملح NH_4NO_3 ، وينتج الأيون Na^+ الذي لا يتفاعل مع الماء، والأيون ClO^- الذي يتفاعل مع الماء فيزيد تركيز HO^- 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:



(أ) E (ب) D (ج) C (د) B (هـ) A