المراد في الكيمياء

التوجيهي العلمي _ الزراعي

إعداد المعلم :- مراد حسين الزغل

العقبة

0790691456

Made with PosterMyWall.com

الفصل الثاني

الاتزان في محاليل الحموض والقواعد الضعيفة

النتاجات المتوقعة منك، عزيزي الطالب وهي:

- ✓ توضح مفهوم كل من **الملح، و التميّه، و الأيون المشترك.**
- ✓ تجري **حسابات** تتعلق بالإتزان في المحاليل المائية **للحموض والقواعد الضعيفة .**
- ✓ تميّز بين **الذوبان والتميه.**
- ✓ تفسر التأثير **الحمضي أو القاعدي لمحاليل الأملاح.**
- ✓ توّظف مهاراتك الرياضية في **الحسابات** المتعلقة بتأثير **الأيون المشترك،**

الدرس الأول: الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

في الحموض الضعيفة يكون تأين الحمض جزئياً، وعليه يمكن حساب $[H_3O^+]$ عن طريق ثابت الاتزان لتأين الحمض الضعيف في الماء.

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

	H_3O^+	A^-	H_2O	HA
التركيز عند البداية	صفر	صفر		ص
التغير في التركيز	+ س	+ س		– س
التركيزعند الاتزان	س	س		ص – س

ثابت الاتزان

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

وبما أن $[H_2O]$ ثابتاً في المحاليل المائية، لذا يمكن دمجه مع ثابت الاتزان في ثابت جديد هو K_a

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

K_a : ثابت تأين الحمض الضعيف، ويتغير من حمض ضعيف لآخر.

وللتسهيل تهمل قيمة (س) المتفككة من الحمض HA ، ويصبح [HA] عند الاتزان = ص

وبما أن $[A^-] = [H_3O^+] =$ س عند الاتزان فإن العلاقة السابقة تصبح:

$$\frac{\text{س}^2}{\text{ص}} = \frac{\text{س} \times \text{س}}{\text{ص}} = K_a$$

$$\text{س}^2 = \text{ص} \times K_a$$

$$\text{س} = \sqrt{\text{ص} \times K_a}$$

حيث:

س : تركيز أيون الهيدرونيوم أو تركيز الأيون السالب الناتج من تفكك الحمض.

ص : تركيز الحمض الأصلي (تركيزه لا يتغير بعد التفكك).

K_a : ثابت تأين الحمض.

وعليه يمكن إطلاق التعميم التالي:

$$[H_3O^+] = \sqrt{[HA] \times K_a}$$

وتستخدم العلاقة السابقة لحساب $[H_3O^+]$ في محاليل الحموض الضعيفة.

تعد قيمة K_a مقياساً لقدرة الحمض على تكوين أيونات $[H_3O^+]$ ،

فكلما زادت قيمة K_a زاد $[H_3O^+]$ و **زادت قوة الحمض**

ملاحظة أن **الحموض القوية** ليس **لها قيم ثوابت تأين** .

هام جداااا

ومن الضروري **حفظ** العلاقات التالية:

K_a ← $[H_3O^+]$ ← قوة الحمض ← التأين في الماء ← إيصالية التيار ← pH ← $[OH^-]$ ← قوة القاعدة المرافقة

مثال توضيحي

احسب $[H_3O^+]$ في محلول حمض الميثانويك HCOOH بتركيز 1×10^{-1} مول/لتر .

$$K_a = 1.6 \times 10^{-4}$$

	$HCOOH$	+	H_2O	⟷	H_3O^+	+	$HCOO^-$
قبل الاتزان	٠,١				صفر		صفر
التغير	− س				+ س		+ س
بعد الاتزان	٠,١ − س				س		س

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

وبما أن $[HCOO^-] = [H_3O^+]$ = س عند الاتزان فإن العلاقة السابقة تصبح :

$$K_a = \frac{\text{س} \times \text{س}}{٠,١ - \text{س}}$$

وبإهمال (س) المتفككة من الحمض تصبح العلاقة السابقة على النحو التالي:

$$K_a = \frac{\text{س} \times \text{س}}{٠,١} = \frac{\text{س}^2}{٠,١}$$

$$\text{س} = \sqrt{٠,١ \times K_a}$$

وبالتعويض في ثابت التأين:

$$\text{س} = \sqrt{٠,١ \times ١,٦ \times ١٠^{-٤}}$$

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

التطبيق الأول

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأين (K_a) لبعض الحموض الضعيفة عند درجة 25°س، ادرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

اسم الحمض	صيغة الحمض	K_a
حمض الكبريتيت	H_2SO_3	$١٠ \times ١,٥^{-٢}$
حمض الهيدروفلوريك	HF	$١٠ \times ٧,٢^{-٤}$
حمض النيتريت	HNO_2	١٠×٤^{-٤}
حمض الميثانويك	HCOOH	$١٠ \times ١,٧^{-٤}$
حمض البنزويك	C_6H_5COOH	$١٠ \times ٦,٥^{-٥}$
حمض الإيثانويك	CH_3COOH	$١٠ \times ١,٨^{-٥}$
حمض الكربونيك	H_2CO_3	$١٠ \times ٤,٣^{-٧}$
حمض الهيبوكلوريت	HOCl	$١٠ \times ٣,٥^{-٨}$
حمض الهيدروسيانيك	HCN	$١٠ \times ٦,٢^{-١٠}$

1 اكتب صيغة **الحمض الأقوى والحمض الأضعف** في الجدول، ثم اكتب صيغة **القاعدة المرافقة** لكل منهما.

2 أي الحمضين: **H_2CO_3** أم **HNO_2** المتساويين

في التركيز يكون تركيز **H_3O^+ أعلى**؟

3 أيهما له **أعلى** رقم هيدروجيني: **HF** أم **HOCl** (لهما التركيز نفسه)؟

التطبيق الثاني

احسب قيمة الرقم الهيدروجيني pH لمحلول HNO_2 تركيزه

1×10^{-3} مول/لتر.

ثابت تأين الحمض (K_a) يساوي 4×10^{-5} , لـو $2 = 3 \times 10^{-1}$

التطبيق الثالث

احسب قيمة K_a لمحلول الحمض الضعيف HZ الذي تركيزه

1×10^{-3} مول/لتر،

ورقمه الهيدروجيني يساوي 5.

التطبيق الرابع

لديك أربعة محاليل مائية لبعض الحموض الضعيفة بتراكيز متساوية (2 × 10^{-1} مول / لتر) لكل منها .

صيغة الحمض	المعلومات
HA	$[A^-] = 7 \times 10^{-6}$
HB	PH = 4
HC	$K_a = 4.5 \times 10^{-4}$
HD	$K_a = 6.4 \times 10^{-5}$

بالإعتماد على المعلومات الواردة عن كل حمض في الجدول المجاور , أجب عما يأتي :

1) أي القاعدتين المرافقتين أقوى : C^- أم D^- ؟

2) احسب قيمة K_a لكل من الحمضين : HA , HB .

3) اكتب معادلة تفاعل الحمض $HC_{(aq)}$ مع القاعدة $NH_{3(aq)}$, وفق تعريف برونستد ـ لوري , وحدد الزوجين المرافقين من الحمض والقاعدة في معادلة التفاعل نفسه .

التطبيق الخامس

إذا كانت قيمة pH تساوي (3) لمحلول من الحمض الضعيف HA تركيزه (0,1) مول/لتر . فإن قيمة K_a لهذا الحمض تساوي:

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

الدرس الثاني : الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

في القواعد الضعيفة يكون تأين القاعدة جزئياً، وعليه يمكن حساب $[OH^-]$ عن طريق ثابت الاتزان لتأين القاعدة الضعيفة في الماء.

	B	+	H_2O	⟷	BH^+	+	OH^-	
قبل الاتزان	ص				صفر		صفر	
عند الاتزان	ص – س				س		س	

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

وبما أن $[H_2O]$ ثابتاً في المحاليل المائية، لذا يمكن دمجه مع ثابت الاتزان في ثابت اتزان جديد هو K_b .

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

K_b : ثابت تأين القاعدة الضعيفة، ويتغير من قاعدة ضعيفة لأخرى.

وللتسهيل تهمل قيمة (س) المتفككة من القاعدة B ،
ويصبح [B] = ص

وبما أن $[BH^+] = [OH^-]$ = س عند الاتزان فإن العلاقة السابقة تصبح:

$$\frac{\text{س}^2}{\text{ص}} = \frac{\text{س} \times \text{س}}{\text{ص}} = K_b$$

$$\text{س}^2 = \text{ص} \times K_b$$

$$\text{س} = \sqrt{\text{ص} \times K_b}$$

حيث:

س : تركيز أيون الهيدروكسيد أو تركيز الأيون الموجب الناتج من تفكك القاعدة.

ص : تركيز القاعدة الأصلي (تركيزها لا يتغير بعد التفكك).

K_b : ثابت تأين القاعدة.

وعليه يمكن إطلاق التعميم التالي:

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

وتستخدم العلاقة السابقة لحساب $[OH^-]$ في محاليل القواعد الضعيفة.

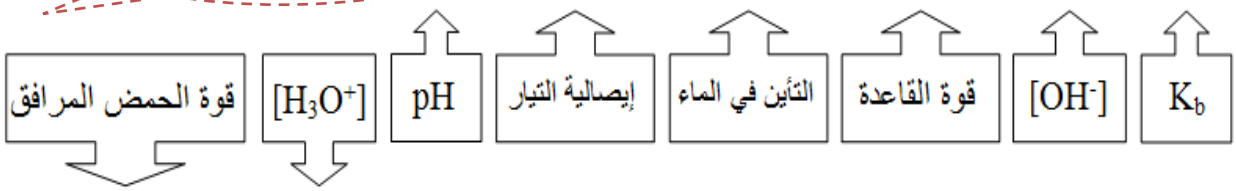
تعد قيمة K_b مقياساً لقدرة القاعدة على تكوين أيونات OH^- ،

فكلما ارتفعت قيمته زاد $[OH^-]$ وزادت **قوة القاعدة**،

مع ملاحظة أن **القواعد القوية** ليس لها قيم ثوابت تأين .

احفظ العلاقات التالية:

ركز عليهم



مثال توضيحي

احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول الأمونيا NH_3 تركيزه (2×10^{-1}) مول/لتر.

(ثابت التأين K_b للأمونيا = 2×10^{-5}) (لـو 7×10^{-1} = 5)

	NH_3	+	H_2O	⟷	NH_4^+	+	OH^-	
قبل الاتزان	٠,٢				صفر		صفر	
عند الاتزان	٠,٢ − س				س		س	

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

وبإهمال (س) المتفككة من القاعدة لتصبح العلاقة السابقة على النحو التالي:

$$K_b = \frac{\text{س} \times \text{س}}{٠,٢} = \frac{\text{س}^2}{٠,٢}$$

$$\text{س} = \sqrt{٠,٢ \times K_b}$$

وبالتعويض في ثابت التأين:

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

$$[OH^-] = \text{س} = ٢ \times ١٠^{-٣} \text{ مول/ لتر}$$

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

$$[H_3O^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{٢ \times ١٠^{-٣}} = ٠,٥ \times ١٠^{-١١} \text{ مول/ لتر}$$

$$pH = - \text{لـو } [H_3O^+]$$

$$pH = - \text{لـو } (٥ \times ١٠^{-١٣})$$

$$pH = - \text{لـو } ٥ - \text{لو } ١٠^{-١٣}$$

$$pH = ١١,٣$$

التطبيق الأول

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأين (K_b) لبعض القواعد الضعيفة عند درجة 25°س، ادرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

اسم القاعدة	الصيغة القاعدة	K_b
إيثيل أمين	$C_2H_5NH_2$	$٥,٦ \times ١٠^{-٤}$
ميثيل أمين	CH_3NH_2	$٤,٤ \times ١٠^{-٤}$
أمونيا	NH_3	$١,٨ \times ١٠^{-٥}$
هيدرازين	N_2H_4	$١,٣ \times ١٠^{-٦}$
بيريدين	C_5H_5N	$١,٧ \times ١٠^{-٩}$
أنيلين	$C_6H_5NH_2$	$٣,٨ \times ١٠^{-١٠}$

1 اكتب صيغة **القاعدة الأقوى** في الجدول، وصيغة **حمضها المرافق.**

2 اكتب صيغة **الحمض المرافق للقاعدة الأضعف.**

3 أيهما يكون تركيز أيون OH^- **فيه أعلى:** محلول **الأمونيا** أم محلول **البيريدين** (لهما التركيز نفسه)؟

التطبيق الثاني

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

صيغة القاعدة	K_b
NH_2OH	1×10^{-8}
CH_3NH_2	4×10^{-4}
$C_6H_5NH_2$	4×10^{-10}
N_2H_4	1×10^{-1}

1) اكتب صيغة الحمض المرافق الأقوى .

2) أ- اكتب معادلة تفاعل NH_2OH مع الماء .

ب- حدد الزوجين المرافقين من الحمض والقاعدة في التفاعل السابق.

3) أيهما أكبر قيمة pH لمحلول CH_3NH_2 أم لمحلول $C_6H_5NH_2$ (التركيز نفسه) ؟

التطبيق الثالث

احسب قيمة Kb لقاعدة ضعيفة (B) ، إذا علمت أن قيمة pH لمحلول تركيزه (1×10^{-1} مول / لتر) من القاعدة يساوي 10 .

التطبيق الرابع

كم مولاً من الهيدرازين N_2H_4 يلزم لتحضير محلول حجمه 2×10^{-1} لتراً، ورقمه الهيدروجيني 12,7،

($K_b\ N_2H_4 = 1 \times 10^{-6}$) (لـو $2 = 3 \times 10^{-1}$) ($K_w = 1 \times 10^{-14}$)

التطبيق الخامس

1- في محلول مائي لـ N_2H_4 تركيزه (1×10^{-2})مول/لتر، K_b لـ $N_2H_4 = 1 \times 10^{-6}$، فإن قيمة pH للمحلول تساوي:

أ) 4 ب) 8 ج) 10 د) 12

2- محلول مائي لقاعدة ضعيفة B تركيزه (1×10^{-2}) مول/لتر ، وكان K_b لها $= 1,6 \times 10^{-9}$ ، ($K_w = 1 \times 10^{-14}$)؛ فإن $[H_3O^+]$ في المحلول (بالمول/لتر) يساوي:

أ) 4×10^{-5} ب) 4×10^{-6} ج) $2,5 \times 10^{-9}$ د) $12,5 \times 10^{-10}$

الدرس الثالث : الخواص القاعدية و الحمضية لمحاليل الأملاح

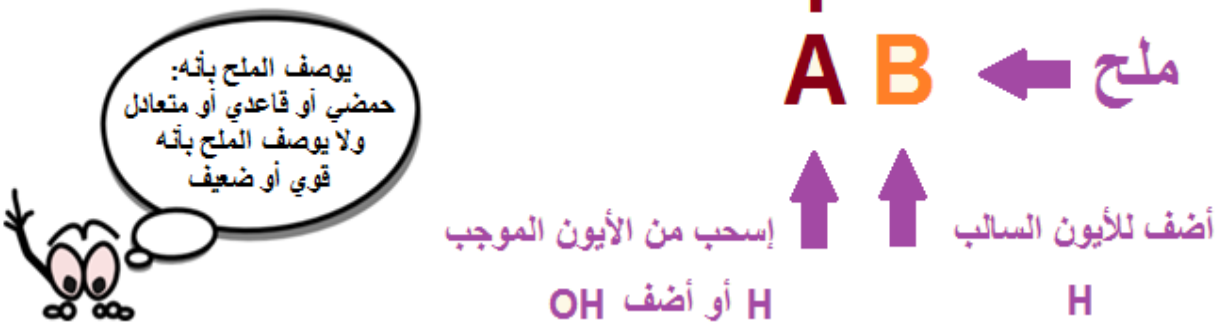
الملح

مركب أيوني ينتج من تعادل حمض مع قاعدة

قد يكون الملح متعادلاً أو حمضياً أو قاعدي التأثير، ويعتمد ذلك على قوة الحمض والقاعدة المنتجة له.

		صفات الملح الناتج	pH لمحلول الملح
١	حمض قوي + قاعدة قوية	متعادل	7
٢	حمض ضعيف + قاعدة قوية	قاعدي	7<
٣	حمض قوي + قاعدة ضعيفة	حمضي	7>
٤	حمض ضعيف + قاعدة ضعيفة	الأقوى منها هو الذي يحدد صفات الملح	

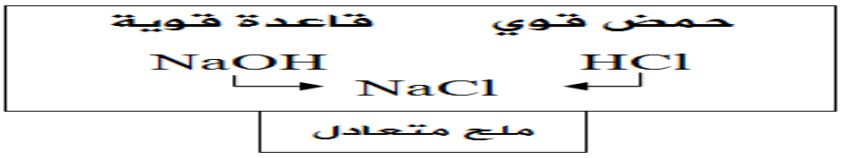
لتحديد طبيعة الملح نرجعه إلى أصله.



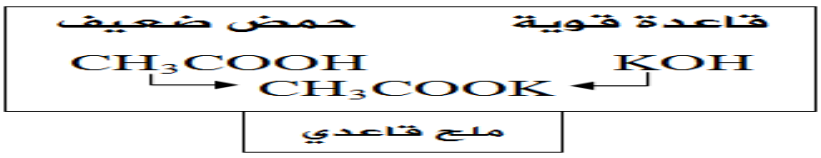
يارب فرح
الجميع بالنجاح
و التفوق

نموذج الأملاح

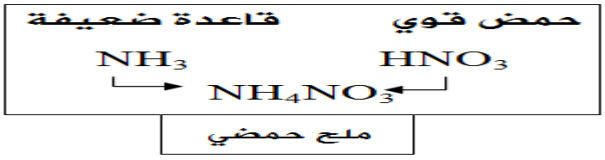
1 يكون الملح **متعادل** إذا نتج عن اتحاد حمض قوي مع قاعدة قوية (pH = 7).



2 يكون الملح **قاعدي** إذا نتج عن اتحاد حمض ضعيف مع قاعدة قوية (pH > 7).



3 يكون الملح **حمضي** إذا نتج عن اتحاد حمض قوي مع قاعدة ضعيفة (pH < 7).



تذكر

تُرتب محاليل الأملاح حسب قيمة pH على النحو التالي:

الملح القاعدي > الملح المتعادل > الملح الحمضي

تمييه الملح

التميه

قدرة أيونات الملح على التفاعل مع الماء وإنتاج أيونات OH^- أو H_3O^+ أو كليهما

التميه و الذوبان

عملية **التميه** تتضمن تفكك الملح إلى أيونات لها القدرة على التفاعل مع الماء، وتغيير تركيز أيونات H_3O^+ أو OH^- في المحلول.

عملية **الذوبان** تتضمن تفكك الملح إلى أيونات ليس لها القدرة على التفاعل مع الماء، فيبقى تركيز أيونات H_3O^+ أو OH^- في المحلول دون تغيير.

بم علل: التميه

1. في محاليل الأملاح **القاعدية** (الناتجه من قاعدة قوية وحمض ضعيف): يتميه الأيون السالب في الماء (لأنه يعطي حمضاً مرافقاً ضعيفاً) فيزيد من $[OH^-]$ في المحلول فتزداد قيمة pH فيصبح المحلول قاعدياً، بينما لا يتميه الأيون الأيون الموجب (لأنه يعطي قاعدة مرافقة قوية).

2. في محاليل الأملاح **الحمضية** (الناتجه من حمض قوي وقاعدة ضعيفة): يتميه الأيون الموجب في الماء (لأنه يعطي قاعدةً مرافقةً ضعيفةً) فيزيد من $[H_3O^+]$ في المحلول فتقل قيمة pH فيصبح المحلول حمضياً، بينما لا يتميه الأيون الأيون السالب (لأنه يعطي حمضاً مرافقاً قوياً).

3. في محاليل الأملاح **المتعادلة** (الناتجة من حمض قوي وقاعدة قوية): لا يتميه الأيون الموجب في الماء (لأنه يعطي قاعدةً مرافقةً قويةً) فيبقى $[H_3O^+]$ ثابتاً، ولا يتميه الأيون السالب (لأنه يعطي حمضاً مرافقاً قوياً) فيبقى $[OH^-]$ ثابتاً في المحلول، وتبقى قيمة pH ثابتة للماء.

مثال توضيحي

اكتب معادلة تفسر التأثير القاعدي لمحلول ملح ايثانوات الصوديوم CH_3COONa .

ملح ايثانوات الصوديوم مادة أيونية تتفكك في الماء وفق المعادلة:

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

لا تتميه أيونات Na^+ لأن مصدرها القاعدة القوية NaOH ، أما أيون **الإيثانوات CH_3COO^- فيتميه** لأنه يعطي حمض الإيثانويك الضعيف، حسب المعادلة:

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

فيؤدي ذلك إلى زيادة $[OH^-]$ ويصاحبه نقص في $[H_3O^+]$ ، أي يرتفع الرقم الهيدروجيني (pH) نحو الجانب القاعدي (pH > 7).

التطبيق الأول

فسّر مستعيناً بمعادلات السلوك الحمضي أو القاعدي أو المتعادل

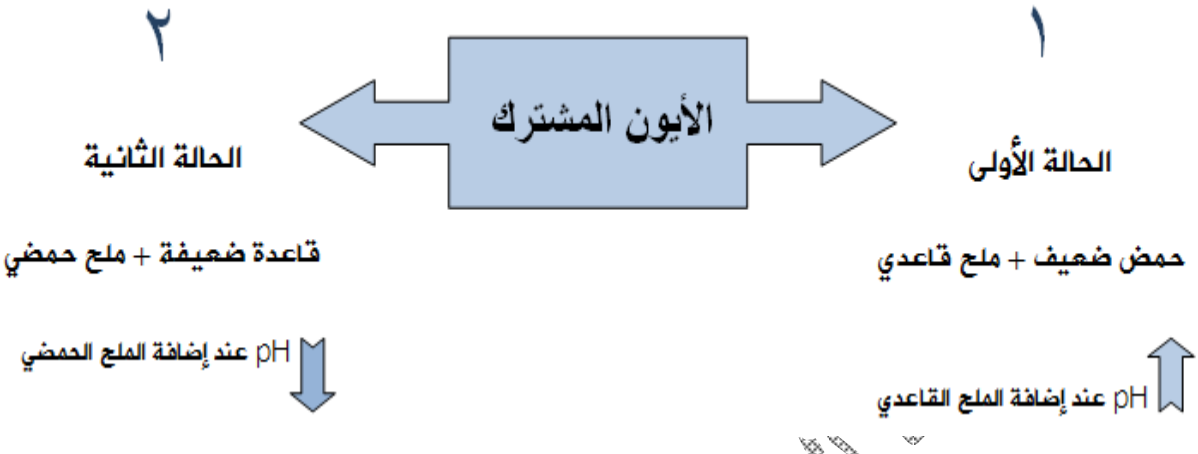
لكل من الأملاح الآتية: $NaCN$ ، $N_2H_5NO_3$ ، $LiCl$.

التطبيق الثاني

أي الأملاح الآتية يُعد ذوبانها في الماء تميهاً : KF , $NaClO_4$, CH_3NH_3Br ؟

الدرس الرابع : تأثير الأيون المشترك

في هذا الدرس سنتعامل مع حالتين، هما:



الحالة الأولى

ماذا يحدث لقيمة pH عند إضافة محلول سيانيد الصوديوم NaCN (ملح قاعدي) إلى محلول حمض الهيدروسيانيك HCN (حمض ضعيف)؟

يتحلل حمض الهيدروسيانيك في الماء وفق المعادلة:

يتحلل ملح سيانيد الصوديوم في الماء وفق المعادلة:

$$HCN + H_2O \rightleftharpoons CN^- + H_3O^+$$

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

أيون مشترك

عند إضافة الملح NaCN إلى محلول الحمض الضعيف HCN ، سوف يؤدي إلى زيادة تركيز الأيون المشترك (CN^-)، ونتيجة لذلك سوف يندفع الاتزان في معادلة الحمض الضعيف بالاتجاه العكسي، مما يسبب نقصان تركيز أيون H_3O^+ ، وزيادة قيمة pH .

الحالة الثانية

ماذا يحدث لقيمة pH عند إضافة ملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl (ملح حمضي) إلى محلول الأمونيا NH_3 (قاعدة ضعيفة)؟

تتحلل الأمونيا في الماء وفق المعادلة:

يتحلل ملح كلوريد الأمونيوم في الماء وفق المعادلة:

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

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

أيون مشترك

عند إضافة الملح NH_4Cl إلى محلول القاعدة الضعيفة NH_3 ، سوف يؤدي إلى زيادة تركيز الأيون المشترك (NH_4^+)، ونتيجة لذلك سوف يندفع الاتزان في معادلة القاعدة الضعيفة بالاتجاه العكسي، مما يسبب نقصان تركيز أيون OH^- ، ونقصان قيمة pH .

تطبيق

وضح أثر إضافة ملح ميثانوات الصوديوم HCOONa إلى محلول حمض الميثانويك HCOOH .

الحسابات المتعلقة بالأيون المشترك

✓ إذا كان لدينا محلول **حمض ضعيف HA**. وتم إضافة ملحه NaA . هذا سيزيد من تركيز الأيون المشترك A^- . مما سيسبب اندفاع الاتزان نحو اليسارعلى مبدأ لوتشاتيليه، فتقل $[H_3O^+]$ وبالتالي **ستقل pH المحلول** ككل. ويمكن التوضيح في المعادلات التالية:

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

$$NaA \xrightarrow{-H_2O} A^- + Na^+$$

حيث A^- هو أيون مشترك

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

اذن ..

$$[A^-] / [HA] \, Ka = [H_3O^+]$$

أو

$$[\text{الملح}] / [\text{الحمض}] \, Ka = [H_3O^+]$$

ومن ثم يتم ايجاد pH

✓ إذا كان لدينا محلول **قاعدة ضعيف B**. وتم إضافة ملحه BHCl. هذا سيزيد من تركيز الأيون المشترك BH^+ . مما سيسبب اندفاع الاتزان نحو اليسارعلى مبدأ لوتشاتيليه، فتقل $[OH^-]$ مما يزيد $[H_3O^+]$ وبالتالي **ستزيد من pH المحلول** ككل. ويمكن التوضيح في المعادلات التالية:

$$B + H_2O \leftrightarrow BH^+ + HO^-$$

$$BHCl \xrightarrow{-H_2O} BH^+ + Cl^-$$

حيث BH^+ هو أيون مشترك

$$[B] / [BH^+] [HO^-] = K_b$$

اذن ..

$$[BH^+] / [B] \, K_b = [HO^-]$$

أو

$$[\text{الملح}] / [\text{القاعدة}] \, K_b = [HO^-]$$

ثم يتم حساب $[H_3O^+]$ من ثابت تأين الماء ومن ثم يتم ايجاد pH

مثال توضيحي

محلول مكون من (CH_3NH_2 تركيزه 5×10^{-1} مول/لتر و CH_3NH_3Cl تركيزه 4×10^{-1} مول/لتر)

K_b لـ $CH_3NH_2 = 4 \times 10^{-4}$

1) اكتب صيغة الأيون المشترك .

2) احسب pH للمحلول .

لا تنسى كتابة الإشارة

1) الأيون المشترك هو $CH_3NH_3^+$.

2) لحساب pH لمحلول نكتب أولاً معادلتي تحلل CH_3NH_2 ، CH_3NH_3Cl في الماء.

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

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

هنا نعتبر التفكك كاملاً لأن ملح CH_3NH_3Cl يشبه الأملاح الأيونية في تفككه على الرغم من روابطه المشتركة.

وبما أن تفكك القاعدة ضعيف إذن نعتبر تركيز CH_3NH_2 عند الاتزان هو ذاته التركيز الابتدائي أي 0.5 مول/لتر .

تركيز أيون $CH_3NH_3^+$ في المحلول ناتج عن تأين الملح وعن تفكك القاعدة ، والكمية الناتجة عن تفكك القاعدة صغيرة جداً تكاد لا تذكر بالمقارنة مع الكمية الكبيرة لهذا الأيون الناتجة عن التأين الكامل للملح ، إذن نعتبر تركيز $CH_3NH_3^+$ عند الاتزان هو تركيز الملح .

إذن يمكن الآن أن نعوض في معادلة ثابت تفكك CH_3NH_2

$$\frac{[OH^-]\ (0.4)}{(0.5)} = 4 \times 10^{-4}$$

$$[OH^-] = \frac{4 \times 10^{-4} \times 5}{4} = 5 \times 10^{-4}$$

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

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

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-11}$$

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

$$= -\log 2 \times 10^{-11}$$

$$= -0.3 - (-11) = -0.3 + 11 = 10.7$$

تطبيق

تم تحضير محلول من حمض CH_3COOH تركيزه (0.2 مول / لتر) والملح CH_3COONa ,
فكانت قيمة pH للمحلول الناتج = 5 أجب عما يلي :

1. اكتب صيغة الأيون المشترك .

2. احسب تركيز CH_3COONa في المحلول

$K_a (CH_3COOH) = 2 \times 10^{-5}$

تطبيق عام

في الجدول المجاور خمسة محاليل تركيز كل منها (1مول / لتر) وهي : (قاعدة ضعيفة , وحمضان ضعيفان , وملحان) . اعتماداً على المعلومات الواردة عن كل منها في الجدول , أجب عما يأتي :

المحلول (1مول / لتر)	المعلومات
القاعدة B	$K_b = 1\times10^{-6}$
الحمض HC	$[H_3O^+] = 8\times10^{-3}$
الحمض HD	$K_a = 4.9\times10^{-10}$
الملح KX	PH = 9
الملح KZ	$[OH^-] = 1\times10^{-4}$

1- أيهما أضعف كقاعدة: C^- أم D^- ؟

2- احسب قيمة pH للقاعدة B .

3- أي الحمضين أقوى : HX أم HZ وضح إجابتك .

4- أ) اكتب معادلة موزونة تمثل التفاعل بين محلول الحمض HD والملح NaC , ثم :

ب) حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة في التفاعل السابق .

5- احسب $[H_3O^+]$ في محلول من القاعدة B (1 مول/لتر) والملح BHCL (0.5 مول/لتر) .

أسئلة الفصل الثاني

١) وضّح المقصود بكل مما يأتي:

الملح، التميّه، الأيون المشترك.

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

CH_3COONa ، KHS ، $NaBr$ ، NH_4Cl

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

NH_4Cl ، $NaCN$ ، $LiCl$ ، CH_3COOK

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

KI ، $HCOONa$ ، NH_4NO_3 ، $NaOCl$

٥) صنّف محاليل الأملاح الآتية إلى حمضية وقاعدية ومتعادلة:

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

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

أ) CH_3NH_3Cl ب) C_6H_5COOK

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

٨) احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول مكوّن من محلول حمض البنزويك C_6H_5COOH الذي تركيزه ٠,٢ مول/لتر، ومحلول بنزوات الصوديوم C_6H_5COONa الذي تركيزه ٠,١ مول/لتر.

علمًا بأن Ka للحمض = ٦,٥ × ١٠ $^{-٥}$.

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

١٠) محلول مكوّن من قاعدة ضعيفة C_5H_5N تركيزها ٠,٣ مول/لتر، وملح C_5H_5NHBr تركيزه ٠,٣ مول/لتر.

فإذا علمت أن Kb للقاعدة C_5H_5N = ١,٧ × ١٠ $^{-٩}$، أجب عما يأتي:

أ) ما صيغة الأيون المشترك؟

ب) احسب pH للمحلول.

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

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

أ) ما قيمة pH لمحلول HCN؟

ب) احسب قيمة Kb لمحلول NH_3.

جـ) ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى؟

د) أي الحمضين الموجودين في الجدول له أعلى Ka؟

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

و) ماذا تتوقع أن يحدث لقيمة pH لمحلول NH_3 عند إضافة كمية من ملح NH_4Br إليه (تزداد ، تقل، تبقى ثابتة).

١٢) محلول مكوّن من الحمض HZ تركيزه ٠,٤ مول/لتر وملح KZ تركيزه ٠,٥ مول/لتر، فإذا علمت أن Ka للحمض = ٢ × ١٠ $^{-٥}$ احسب تركيز H_3O^+ للمحلول.

إجابات أسئلة الفصل الثاني

السؤال الأول

الملح: مادة أيونية تنتج من تعادل حمض مع قاعدة.

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

المحلول المنظم: محلول يقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني 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).

السؤال الثاني

$$CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

$$KHS \xrightarrow{H_2O} K^+_{(aq)} + HS^-_{(aq)}$$

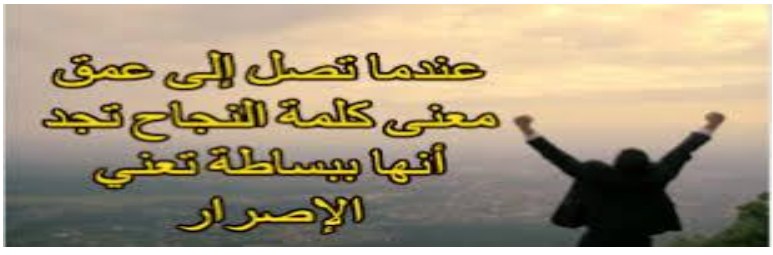
$$NaBr \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$$

$$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

السؤال الثالث

الأملاح التي تتميه: $NaCN$ ، NH_4Cl ، CH_3COOK

الأملاح التي لا تتميه: $LiCl$



السؤال الرابع

. (HI + KOH) KI

. (HCOOH + NaOH) HCOONa

. (HNO_3 + NH_3) NH_4NO_3

. (HOCl + NaOH) NaOCl

السؤال الخامس

N_2H_5Cl (ملح حمضي).

KNO_3 , LiBr (ملحان متعادلان).

KNO_2 , NaCN (ملحان قاعديان).

السؤال السادس

أ-

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

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

ب-

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

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

السؤال السابع

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

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

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

$$[H_3O^+] = 2 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = - \text{لـو } [H_3O^+] = - \text{لـو } (2 \times 10^{-3}) = 2,7$$

السؤال الثامن

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

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

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

$$[H_3O^+] = 1,3 \times 10^{-6} \text{ مول/لتر} \quad (\text{لـو } 1,3 = 0,11)$$

$$\frac{[H_3O^+]\ 0,1}{0,2} = 6,5 \times 10^{-5}$$

$$pH = - \text{لـو } [H_3O^+] = - \text{لـو } (1,3 \times 10^{-6}) = 3,89$$

وفقك الله

السؤال التاسع

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

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

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

$$\frac{[NO_2^-]^{\,2}}{0,1} = 4 \times 10^{-10}$$

$$[NO_2^-] = [NaNO_2] = 0,4 \text{ مول/لتر}$$

عدد مولات $NaNO_2$ = $[NaNO_2]$ × ح (لتر)

= ٠,٤ × ٠,١ = ٠,٠٤ مول

كتلة $NaNO_2$ = عدد المولات × الكتلة المولية

= ٠,٠٤ × ٦٩ = ٢,٧٦ غ

السؤال العاشر

(أ)

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

$$C_5H_5NHBr \xrightarrow{H_2O} C_5H_5NH^+ + Br^-$$

الأيون المشترك : $C_5H_5NH^+$

(ب)

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

$$\frac{[OH^-]\ ٠,٣}{٠,٣} = ١,٧ \times ١٠^{-٩}$$

$$[OH^-] = ١,٧ \times ١٠^{-٩} \text{ مول/لتر}$$

$[H_3O^+] = ٠,٥٩ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر (من علاقة K_w) ومنها pH = ٤,٧٧ (لو ٠,٥٩ = ٠,٢٣)

السؤال الحادي عشر

أ-

$$HCN + H_2O \rightleftharpoons CN^- + H_3O^+$$

$$\frac{[H_3O^+]\,[CN^-]}{[HCN]} = K_a$$

$$\frac{[H_3O^+]^٢}{٠,٣} = ٦,٢ \times ١٠^{-١٠}$$

$$[H_3O^+] = ١,٣٦ \times ١٠^{-٥} \text{ مول/لتر} \blacktriangleleft \text{pH} = ٤,٨٧$$

ب-

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

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

$$\frac{(1,9 \times 10^{-3})^2}{0,2} = K_b = 18,05 \times 10^{-6}$$

ج- (CN^-)؛ لأنها ناتجة عن الحمض الأضعف.

د- الحمض HNO_2 .

هـ- الملح NH_4Cl .

و- تقل؛ (لأن الملح المضاف حمضي).

السؤال الثاني عشر

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

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

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

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

$$[H_3O^+] = 1,6 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

أسئلة الوحدة

١) اختر الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

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

أ) Cl^- ب) NF_3 جـ) Cu^{2+} د) H_2O

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

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

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

أ) خفض قيمة pH ب) رفع قيمة pH

جـ) لا تتأثر قيمة pH د) تصبح pH = ٧

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

أ) KBr ب) $NaNO_2$ جـ) $N_2H_5NO_3$ د) KOH

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

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

(٦) الرقم الهيدروجيني لخليط مكون من الحمض الضعيف HC (Ka = ٢×١٠⁻⁵)، وملحه NaC لهما التركيز نفسه هو:

أ) ٥ ب) أكبر من ٥ جـ) أقل من ٥ د) ٧

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

أ) زيادة $[H_3O^+]$ ب) نقص $[H_3O^+]$

جـ) نقص قيمة pH د) نقص $[HNO_2]$

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

أ) صفرًا ب) ١ جـ) ٢ د) ٤

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

الحمض	Ka
HX	٦,٣ × ١٠⁻⁵
HY	٤,٥ × ١٠⁻⁴
HZ	١,٨ × ١٠⁻⁵
HQ	١,٧ × ١٠⁻⁴

أ) اكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض الأضعف.

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

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

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

هـ) حُضّر محلول بإذابة ٢,٣١٢ غ من الملح NaQ في ٢٠٠ مل من محلول الحمض HQ.

فإذا علمت أن الرقم الهيدروجيني للمحلول = ٤، والكتلة المولية لـ NaQ = ٦٨ غ/مول.

احسب تركيز الحمض HQ.

و) ما صيغة الأيون المشترك للمحلول المكون من الحمض HZ والملح KZ؟

٣) بيّن أثر إضافة كل من المواد الآتية في قيمة pH للمحلول (تقل، تزداد، تبقى ثابتة):

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

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

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

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

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

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

أ) ما صيغة القاعدة الأقوى؟

ب) ما صيغة الحمض المرافق الذي له أقل pH؟

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

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

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

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

٥) فسّر مستعينًا بالمعادلات، كلًّا مما يأتي:

أ) التأثير الحمضي لمحلول الملح NH_4NO_3.

ب) التأثير القاعدي لمحلول الملح NaOCl.

جـ) التأثير القاعدي للأمينات RNH_2 حسب مفهوم لويس.

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

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

أ) القاعدة الأقوى.

ب) محلول NaCl.

جـ) محلول HNO_3 الذي تركيزه ١ مول/لتر.

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

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

اجابات أسئلة الوحدة

السؤال الاول

رقم الفقرة	1	2	3	4	5	6	7	8
رمز الإجابة	ج	د	أ	د	أ	ج	ب	أ

السؤال الثاني

أ- (Z^-).

ب- الحمض HQ .

ج-

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

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

$$\frac{[H_3O^+]^2}{0.02} = 6.3 \times 10^{-5}$$

$$[H_3O^+] = 11.25 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر .}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log (11.25 \times 10^{-4}) = 2.95$$

د-

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

$$KY \xrightarrow{H_2O} K^+ + Y^-$$

$$\frac{[H_3O^+]\,[Y^-]}{[HY]} = K_a$$

$$\frac{[H_3O^+]\ 0.02}{0.01} = 4.5 \times 10^{-4}$$

$$[H_3O^+] = 2.25 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر} \blacleftarrow pH = 3.65$$

هـ-

$$\text{عدد مولات الملح NaQ} = \frac{\text{كتلة الملح NaQ}}{\text{الكتلة المولية للملح NaQ}}$$

$$\text{عدد مولات الملح NaQ} = \frac{٢,٣١٢ \text{ غ}}{٦٨ \text{ غ/مول}} = ٠,٣٤ \text{ مول}$$

$$\text{تركيز الملح NaQ} = \frac{\text{عدد مولات الملح NaQ}}{\text{حجم المحلول (لتر)}}$$

$$\text{تركيز الملح NaQ} = \frac{٠,٣٤ \text{ مول}}{٠,٢ \text{ لتر}} = ١,٧ \text{ مول/لتر}$$

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

$$HQ + H_2O \rightleftharpoons Q^- + H_3O^+$$

$$NaQ \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Q^-$$

$$\frac{[H_3O^+]\,[Q^-]}{[HQ]} = K_a$$

$$\frac{١٠^{-٤} \times ١,٧}{[HQ]} = ١٠^{-٤} \times ١,٧$$

$$[HQ] = ١ \text{ مول/لتر}$$

و- الأيون المشترك : Z^-

السؤال الثالث

أ- تبقى ثابتة. ب- تبقى ثابتة. ج- تزداد. د- تقل.

السؤال الرابع

أ- القاعدة الأقوى : CH_3NH_2

ب- الحمض المرافق الذي له أقل pH : $C_6H_5NH_3^+$

ج-

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

$$\frac{[C_6H_5NH_3^+]\,[OH^-]}{[C_6H_5NH_2]} = K_b$$

$\frac{[OH^-]^2}{0,1} = 3,8 \times 10^{-10}$ ◄ $[OH^-] = 0,61 \times 10^{-5}$ مول/لتر .

ومن ثابت تأين الماء ◄ $[H_3O^+] = 1,64 \times 10^{-9}$ مول/لتر .

$pH = -$ لـو $[H_3O^+] = -$ لـو $(1,64 \times 10^{-9}) = 8,79$

د-

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-8,42} = 2,63 \times 10^{-9}$ مول/لتر

ومن ثابت تأين الماء ◄ $[OH^-] = 0,38 \times 10^{-5}$ مول/لتر

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

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

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

$\frac{[N_2H_5^+]\ 0,38 \times 10^{-5}}{0,4} = 1,3 \times 10^{-6}$

$[N_2H_5^+] = [N_2H_5Cl] = 0,137$ مول/لتر

عدد مولات $N_2H_5Cl = [N_2H_5Cl] \times$ ح (لتر)

$= 0,137 \times 0,4 = 0,055$

كتلة N_2H_5Cl = عدد المولات × الكتلة المولية

$= 0,055 \times 69 = 37,95$ غ

ضع قدمك علي أول
طريقك للنجاح
وعيناك عند آخره

السؤال الخامس

أ-

$$NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + NO_3^-$$

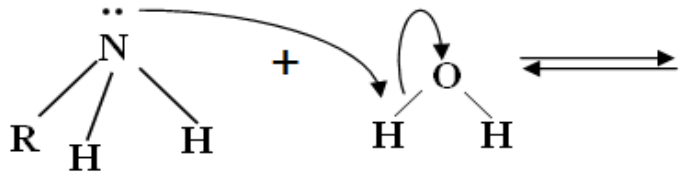
$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

ب-

$$NaOCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OCl^-$$

$$OCl^- + H_2O \rightleftharpoons HOCl + H_3O^+$$

ج-



$$RNH_3^+ + OH^-$$

قاعدة — مانح لزوج من الإلكترونات

حمض — مستقبل لزوج من الإلكترونات

السؤال السادس

أ- القاعدة الأقوى : E

ب- محلول NaCl : D

ج- محلول HNO_3 : C

د- قاعدة $[OH^-]$ فيها $= 5 \times 10^{-6}$ مول/لتر : B

هـ- حمض $[H_3O^+]$ فيه $= 3 \times 10^{-5}$ مول/لتر : A

ملا حظات