

## الوحدة الأولى (1) الحموض والقواعد وتطبيقاتها

### Acid and Base and their Applications

صفحة 7: أتأمل الصورة:

هناك عدة تعريفات لكل من الحمض والقاعدة وقد عرف الحمض سابقاً:

الحمض: مادة تنتج ايون الهيدروجين  $H^+$  عند اذابته في الماء.

القاعدة: مادة تنتج ايون الهيدروكسيد  $OH^-$  عند اذابته في الماء.

تقاس درجة حموضة المحاليل باستخدام الرقم الهيدروجيني pH أو باستخدام أوراق الكاشف العالمي.

### الدرس الأول: الحموض والقواعد

صفحة 12: أتحقق:

(1)

المادة	$Sr(OH)_2$	$HCOOH$	$HNO_3$	$KOH$	$HClO_4$
التصنيف	قاعدة قوية	حمض ضعيف	حمض قوي	قاعدة قوية	حمض قوي

(2)



صفحة 14: أتحقق:

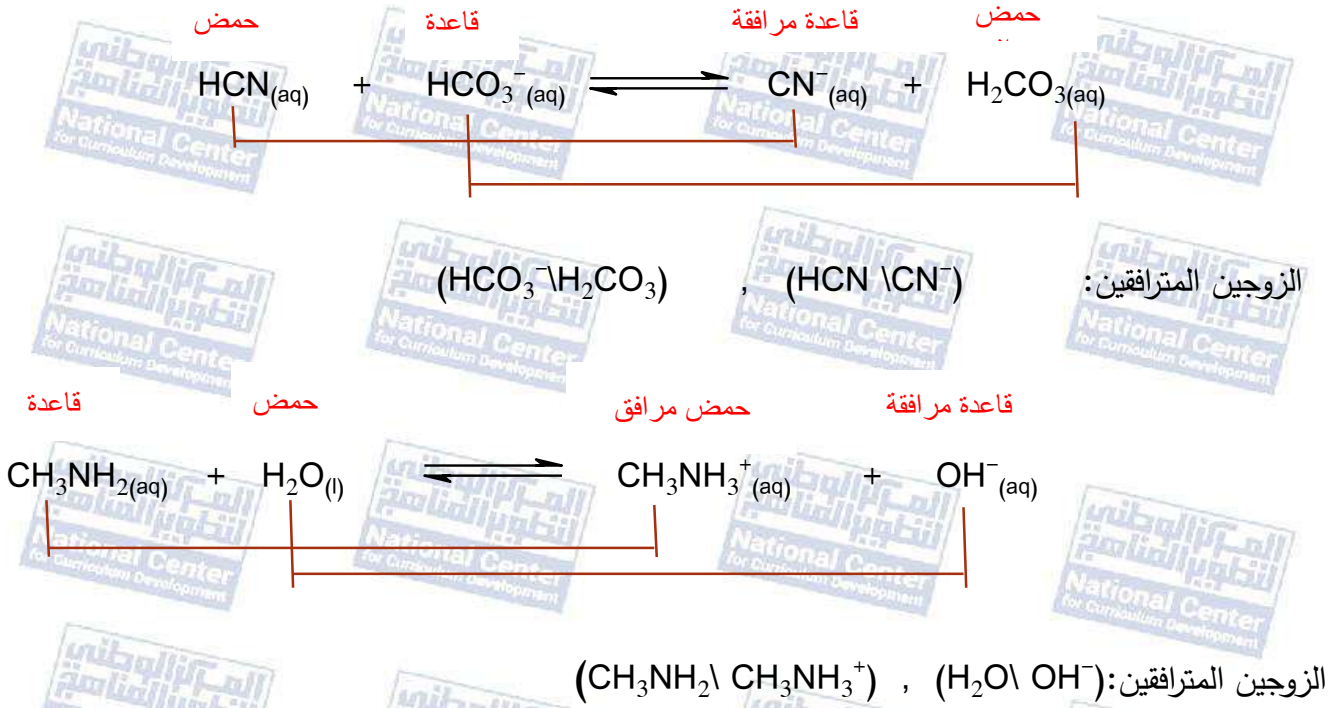


مستقبل (قاعدة) مانح (حمض)



مستقبل (قاعدة) مانح (حمض)

صفحة 15: أتحقق:



صفحة 17: أتحقق

(1) الحمض الأقوى بين الحموض: HBr

(2) الحمض الذي تكون قاعدته المرافقة هي الأقوى: H<sub>2</sub>S

(3) الجهة التي يزاح نحوها الاتزان في التفاعل: جهة اليمين (جهة المواد الناتجة)

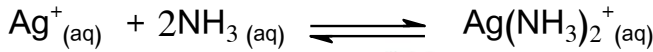
صفحة 17: أتحقق:

يسلك الأيون HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> كقاعدة عند تفاعله مع الحمض HNO<sub>2</sub> كما في المعادلة:



ويسلك كحمض عند تفاعله مع القاعدة OH<sup>-</sup> كما في المعادلة:

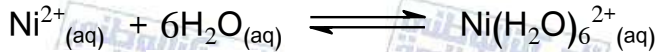




حمض قاعدة



حمض قاعدة



حمض قاعدة

### صفحة 21: مراجعة الدرس

(1) أيون الهيدروجين، وأيون الهيدروكسيد، والأزواج المترافقة، وأزواج الإلكترونات.

(2) حمض أرهينوس: مادة تتأين في الماء وتنتج أيون الهيدروجين ( $\text{H}^+$ ).

حمض برونستد-لوري: مادة مانحة للبروتون في التفاعل

قاعدة لويس: مادة تمنح زوج إلكترونات خلال التفاعل.

مادة أمفوتيرية: مادة تسلك كحمض في تفاعل وتسلك كقاعدة في تفاعل آخر تبعاً للوسط الذي توجد فيه.

(3)

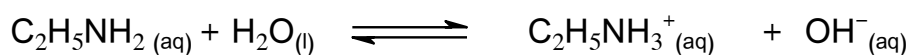
المفهوم	الأساس الذي يقوم عليه المفهوم
أرهينوس	إنتاج أيون $\text{H}^+$ في المحلول المائي
برونستد-لوري	إنتاج أيون $\text{OH}^-$ في المحلول المائي
لوييس	منح البروتون في التفاعل
	استقبال زوج الإلكترونات
	منح زوج الإلكترونات

(4)

- لأنه يتأين في الماء وينتج أيون  $\text{H}^+$  كما في المعادلة:



- لأنه يستقبل البروتون في أثناء التفاعل، كما في المعادلة:



- بالنسبة للحمض HBr، تكون القاعدة المرافقة الناتجة عنه  $Br^-$  ضعيفة ولا تستقبل البروتون في المحلول، فلا يكون التفاعل منعكساً، وبالتالي يتأين الحمض كلياً في المحلول، كما في المعادلة:



بينما الحمض  $HNO_2$  فتكون القاعدة المرافقة الناتجة عنه  $NO_2^-$  قوية نسبياً ويمكنها استقبال البروتون في المحلول وتعيد تكوين الحمض ويكون التفاعل منعكساً، وبالتالي يتأين الحمض جزئياً في المحلول، كما في المعادلة:



(5)

المادة	$N_2H_4$	$NH_3$	HF	KOH	HI	$H_2SO_3$
التصنيف	قاعدة ضعيفة	قاعدة ضعيفة	حمض ضعيف	قاعدة قوية	حمض قوي	حمض ضعيف

(6) القاعدة وحمضها المرافق:  $(C_6H_5NH_2 \setminus C_6H_5NH_3^+)$ ، الحمض وقاعدته المرافقة:  $(HClO \setminus ClO^-)$

الحمض وقاعدته المرافقة:  $(H_2CO_3 \setminus HCO_3^-)$ ، القاعدة وحمضها المرافق  $(H_2O \setminus H_3O^+)$

(7) الحمض  $Fe^{3+}$ ، والقاعدة  $H_2O$ .

(8) السلوك الحمضي: يسلك الأيون  $H_2PO_4^-$  كحمض عند تفاعله مع القاعدة  $CN^-$  كما في المعادلة:



السلوك القاعدي: ويسلك كقاعدة عند تفاعله مع الحمض  $HNO_3$ ، كما في المعادلة:



## الدرس الثاني: الرقم الهيدروجيني ومحاليل الحموض والقواعد القوية

صفحة 24: أتحقق

المحلول	[H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ]	[OH <sup>-</sup> ]	تصنيف المحلول
الأول	M 1 × 10 <sup>-2</sup>	M 1 × 10 <sup>-12</sup>	حمضي
الثاني	M 1 × 10 <sup>-7</sup>	M 1 × 10 <sup>-7</sup>	متعادل
الثالث	M 1 × 10 <sup>-10</sup>	M 1 × 10 <sup>-4</sup>	قاعدي

صفحة 26: أتحقق



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

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

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

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-2}} = 2.5 \times 10^{-13} \text{ M}$$

صفحة 28: أتحقق

(1) أحسب تركيز OH<sup>-</sup> وفق العلاقة الآتية:

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= [\text{KOH}] \\ [\text{OH}^-] &= 0.5 \text{ M} \end{aligned}$$

أحسب تركيز H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> باستخدام العلاقة الآتية:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-1}} = 0.2 \times 10^{-13} \text{ M}$$

(2) أحسب عدد مولات القاعدة ثم احسب تركيزها، كما يلي :

$$n_{(\text{NaOH})} = \frac{m}{M_r} = \frac{8}{40} = 0.2 \text{ mol}$$

$$M_{(\text{NaOH})} = \frac{n}{v} = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 1 \text{ M}$$

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

أحسب تركيز H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> باستخدام K<sub>w</sub> كما يلي:

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

صفحة 29: أتحقق

(1) pH=3 (أ)

(ب) pH=12

(2) المحلول (أ) حمضياً، والمحلول (ب) قاعدياً.

صفحة 30: أفكر

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^0 = 1 \text{ M}$$

صفحة 32: أتحقق

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HI}] = 0.03 \text{ M} = 3 \times 10^{-2} \text{ M}$$

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

$$\text{pH} = -\log (3 \times 10^{-2}) = 2 - \log 3 = 2 - 0.48 = 1.52$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4.3} = 10^{(-4.3+5)-5}$$

$$= 10^{0.7} \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{LiOH}] = 4 \times 10^{-3} \text{ M}$$

أحسب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  باستخدام العلاقة الآتية:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-3}} = 2.5 \times 10^{-12} \text{ M}$$

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

$$\text{pH} = -\log (2.5 \times 10^{-12}) = 12 - \log 2.5 = 12 - 0.4 = 11.6$$

صفحة 33: أتحقق

$$[\text{OH}^-] = [\text{LiOH}] = 4 \times 10^{-3} \text{ M}$$

(1)

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log(4 \times 10^{-3}) = 3 - \log 4 = 3 - 0.6 = 2.4$$

(2)

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3.2} = 10^{(-3.2+4)-4} \\ = 10^{0.8} \times 10^{-4} = 6.3 \times 10^{-4} \text{ M}$$

صفحة 34: سؤال الشكل (6): تزداد حمضية المحلول بزيادة الرقم الهيدروكسييلي.

صفحة 34: أتتحق:

أحسب كل من pH و pOH لكل من المحاليل الآتية:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(1 \times 10^{-5}) = 5$$

(1)

$$pH + pOH = 14$$

$$5 + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - 5 = 9$$

(2)

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log(1 \times 10^{-4}) = 4$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH + 4 = 14$$

$$pH = 14 - 4 = 10$$

صفحة 37: أتتحق:

أحسب تركيز القاعدة KOH إذا تعادل 20 mL منها تماماً مع 30 mL من محلول الحمض HBr تركيزه 0.2 M وفق المعادلة الآتية:

$$n_{(HBr)} = [HBr] \times V = 0.2 \text{ M} \times 0.03 = 0.006 \text{ mol}$$

عند التعادل يكون عدد مولات الحمض مساوياً عدد مولات القاعدة، أي ان:

$$n_{(HBr)} = n_{(KOH)} = 0.006 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{KOH})} = [\text{KOH}] \times V = 0.006 \text{ mol}$$

$$[\text{KOH}] \times 0.02 \text{ L} = 0.006 \text{ mol}$$

$$[\text{KOH}] = \frac{0.006}{0.02} = 0.3 \text{ M}$$

صفحة 38: أتتحق

1- أصفر

2- أصفر

صفحة 40: مراجعة الدرس

(1) يعبر عن حمضية المحاليل أو قاعدتها باستخدام الرقم الهيدروجيني pH أو الرقم الهيدروكسيلي pOH

(2) التآين الذاتي للماء: بعض جزيئات الماء تسلك سلوك الحمض (مانح للبروتون) وبعضها الآخر يسلك كقاعدة في الماء نفسه.

الرقم الهيدروجيني: اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$  في المحلول للأساس 10.

المعايرة: الإضافة التدريجية لمحلول قاعدة معلومة التركيز تدريجياً (نقطة بعد نقطة) إلى محلول حمض مجهول التركيز، أو محلول حمض معلوم التركيز إلى محلول قاعدة مجهول التركيز.

نقطة النهاية: النقطة التي يتم اضافتها الى المحلول ويتغير عندها لون الكاشف وتحدد انتهاء عملية المعايرة.

(3) أحسب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  و  $\text{OH}^-$  في كل من المحاليل الآتية:

(أ)  $\text{HNO}_3$  تركيزه 0.02 M

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

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{2 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-13} \text{ M}$$

(ب)  $\text{LiOH}$  تركيزه 0.01 M



$$[\text{OH}^-] = [\text{LiOH}] = 0.01 \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-12} \text{ M} \quad (4)$$

pH= 9	$[\text{OH}^-] = 10^{-11} \text{ M}$	pOH= 4	$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \text{ M}$	pH=3	الصفة المميزة للمحلول
قاعدي	حمضي	قاعدي	قاعدي	حمضي	تصنيف المحلول

(5) بسبب زيادة تركيز أيونات الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$  الناتجة من تأين الحمض ويبقى ثابت تأين الماء ثابتاً.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCl}] = 0.0005 \text{ M} = 5 \times 10^{-4} \text{ M} \quad (6)$$

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

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log(5 \times 10^{-4}) = 4 - \log 5 \\ &= 4 - 0.7 = 3.3 \end{aligned}$$

(7) أحسب عدد مولات الحمض ، ثم أحسب تركيزه، كما يلي:

$$n_{(\text{HBr})} = \frac{m}{M_r} = \frac{0.81}{81} = 0.01 \text{ mol}$$

$$M_{(\text{HBr})} = \frac{n}{V} = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.4 \text{ L}} = 0.025 \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HBr}] = 0.025 \text{ M} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ M}$$

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

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log(2.5 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2.5 \\ &= 2 - 0.4 = 1.6 \end{aligned} \quad (8)$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HClO}_4] = 0.008 \text{ M} = 8 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(8 \times 10^{-3}) = 3 - \log 8 = 3 - 0.9 = 2.1$$

$$pH + pOH = 14$$

$$2.1 + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - 2.1 = 11.9$$

(9) أحسب عدد مولات الحمض:

$$n_{(HI)} = [HI] \times V = 0.3 \text{ M} \times 0.04 = 0.012 \text{ mol}$$

عند التعادل يكون عدد مولات الحمض مساوياً عدد مولات القاعدة، أي ان:

$$n_{(HI)} = n_{(KOH)} = 0.012 \text{ mol}$$

$$n_{(KOH)} = [KOH] \times V = 0.012 \text{ mol}$$

$$[KOH] \times 0.06 \text{ L} = 0.012 \text{ mol}$$

$$[KOH] = \frac{0.012}{0.06} = 0.2 \text{ M}$$

(10) يكون المحلول حمضياً، ولإثبات ذلك أحسب عدد مولات الحمض HCl والتي تساوي عدد مولات أيونات

$H_3O^+$ ، واحسب عدد مولات القاعدة LiOH والتي تساوي عدد مولات أيونات  $OH^-$  كما يلي:

$$n_{(HCl)} = [HCl] \times V = 0.6 \text{ M} \times 0.02 = 0.012 \text{ mol}$$

$$n_{(LiOH)} = [LiOH] \times V = 0.4 \text{ M} \times 0.02 = 0.008 \text{ mol}$$

وحيث أن عدد مولات أيونات  $H_3O^+$  أكبر من عدد مولات أيونات  $OH^-$  ويكون المحلول الناتج حمضياً.

## الدرس الثالث: الحموض والقواعد الضعيفة

صفحة 42: أتقق

(1) الحمض الأقوى: HCOOH

(2) محلول الحمض HNO<sub>2</sub>

(3) محلول الحمض: HClO

صفحة 43: أتقق

تحليل السؤال:

$$[\text{HNO}_2] = 0.03 \text{ M}$$

$$K_a = 4.5 \times 10^{-4}$$

المطلوب: حساب [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]

الحل:

أكتب معادلة تأين الحمض:



أكتب قانون ثابت التآين:

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

وحيث أن النقص في تركيز الحمض صغير جداً مقارنة بتركيز الحمض (0.03)، يتم إهمال هذا النقص واعتبار تركيز

الحمض ثابتاً، ويساوي 0.03 M

كما أن: [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = [NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] = X

وبالتعويض في ثابت التآين نجد أن:

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{X^2}{0.03}$$

$$X^2 = 0.03 \times 4.5 \times 10^{-4} = 0.135 \times 10^{-4}$$

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن: X = [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = 3.7 × 10<sup>-3</sup> M

صفحة 44: أتقق

تحليل السؤال:

$$[\text{HCN}] = 0.02 \text{ M}$$

$$K_a = 4.9 \times 10^{-10}$$

المطلوب: حساب الرقم الهيدروجيني pH

الحل:

أكتب معادلة تأين الحمض:



أكتب قانون ثابت التآين:

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

وحيث أن النقص في تركيز الحمض صغير جداً مقارنة بتركيز الحمض (0.02)، يتم إهمال هذا النقص واعتبار تركيز الحمض ثابتاً، ويساوي 0.02 M

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

وبالتعويض في ثابت التآين نجد أن:

$$4.9 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.02}$$
$$X^2 = 0.02 \times 4.9 \times 10^{-10} = 9.8 \times 10^{-12}$$

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن:  $X = [\text{H}_3\text{O}^{+}] = 3.1 \times 10^{-6} \text{ M}$

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^{+}]$$
$$\text{pH} = -\log 3.1 \times 10^{-6} = 6 - \log 3.1 = 6 - 0.49 = 5.51$$

صفحة 46: أنصح

تحليل السؤال:

$$\text{pH} = 2$$

$$K_a = 1.3 \times 10^{-2}$$

$$Mr = 82 \text{ g/mol}$$

حجم المحلول 0.4 L



يستفاد من pH في حساب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^{+}$  كما يلي:

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

ويكون

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

أحسب تركيز الحمض باستخدام ثابت التآين كما يلي:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{+}][\text{HSO}_3^{-}]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]}$$

$$[H_2SO_3] = \frac{[H_3O^+][HSO_3^-]}{K_a} = \frac{(1 \times 10^{-2})^2}{1.3 \times 10^{-2}} = \frac{1 \times 10^{-4}}{1.3 \times 10^{-2}} = 0.77 \times 10^{-2} M$$

لحساب كتلة الحمض، أحسب عدد مولاته في المحلول كما يلي:

$$M_{(H_2SO_3)} = \frac{n}{v}$$

$$0.77 \times 10^{-2} = \frac{n}{0.4}$$

$$n_{(H_2SO_3)} = 0.4 \times 0.77 \times 10^{-2} = 3.1 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

استخدم عدد المولات لحساب كتلة الحمض كما يلي:

$$n = \frac{m}{Mr}$$

$$m = n \times Mr$$

$$m = 3.1 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 82 \text{ g/mol} = 0.254 \text{ g}$$

صفحة 47: أتتحق

(1) أقل رقم هيدروجيني  $C_5H_5N$ .

(2) القاعدة الأقوى  $C_2H_5NH_2$

(3) القاعدة التي حمضها المرافق له أقل رقم هيدروجيني:  $N_2H_4$

صفحة 48: أتتحق

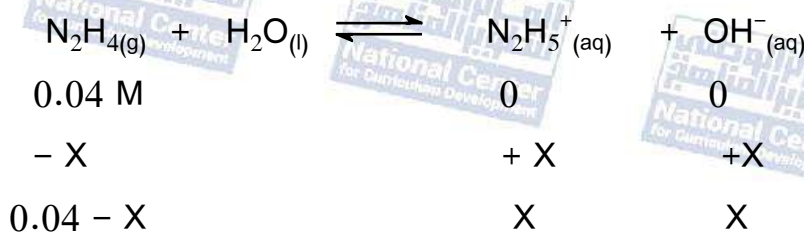
تحليل السؤال:  $[N_2H_4] = 0.04 M$

$$K_b = 1.7 \times 10^{-6}$$

المطلوب: حساب  $[OH^-]$

الحل:

أكتب معادلة تأين القاعدة:



التراكيز عند البداية

التغير في التراكيز

التراكيز عند الاتزان

أكتب قانون ثابت تأين القاعدة:

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

ونظراً لأن التغير في تركيز القاعدة يكون صغيرة جداً مقارنة بتركيز القاعدة، فإنه يمكن إهمال هذا التغير واعتبار تركيز القاعدة ثابتاً، ويساوي 0.04 M ويكون  $[OH^-] = [N_2H_5^+] = X$

وبالتعويض في ثابت تأين القاعدة نجد أن:

$$1.7 \times 10^{-6} = \frac{X^2}{0.04}$$

$$X^2 = 0.04 \times 1.7 \times 10^{-6} = 0.068 \times 10^{-6} = 6.8 \times 10^{-8}$$

$$X = [OH^-] = [N_2H_5^+] = 2.6 \times 10^{-4} \text{ M}$$
 وبأخذ جذر الطرفين نجد أن:

صفحة 49: أتتحق

تحليل السؤال:  $[NH_3] = 0.02 \text{ M}$

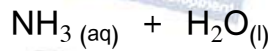
$$K_b = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$\log 1.66 = 0.22$$

المطلوب: حساب pH للمحلول.

الحل:

أكتب معادلة تأين القاعدة:



$$0.02 \text{ M}$$

$$0$$

$$0$$

التركيز عند البداية

$$-X$$

$$+X$$

$$+X$$

التغير في التركيز

$$0.02 - X$$

$$X$$

$$X$$

التركيز عند الاتزان

$$[OH^-] = [NH_4^+] = X$$
 ويكون

ونظراً لأن قيمة X صغيرة جداً مقارنة بتركيز القاعدة، يهمل التغير في تركيز القاعدة ويمكن اعتبار أن تركيز القاعدة يبقى ثابتاً، ويساوي 0.04 M

أكتب قانون ثابت التآين كما يلي:

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

لحساب الرقم الهيدروجيني لمحلول قاعدة، أحسب تركيز  $OH^-$  باستخدام ثابت التآين  $K_b$  كما يلي:

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.02}$$

$$X = [\text{OH}^-] = \sqrt{0.36 \times 10^{-6}} = 0.6 \times 10^{-3} \text{ M}$$

أحسب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$  كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.6 \times 10^{-3}} = 1.66 \times 10^{-11} \text{ M}$$

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

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة:

$$\text{pH} = -\log 1.66 \times 10^{-11} = 11 - \log 1.66 = 9 - 0.22 = 8.78$$

صفحة 50: أتتحق

تحليل السؤال:

$$[\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2] = 0.4 \text{ M}$$

$$\text{pH} = 12$$

المطلوب: حساب ثابت تأين القاعدة ( $K_b$ )

الحل:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-12} = 1 \times 10^{-12}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-12}} = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_3^+] = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

أكتب ثابت تأين قاعدة:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_3^+]}{[\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2]}$$

أعوض في ثابت تأين القاعدة:

$$K_b = \frac{(1 \times 10^{-2})^2}{0.4} = 2.5 \times 10^{-4}$$

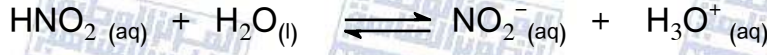
صفحة 51: مراجعة الدرس:

(1) كلما زاد ثابت تأين الحمض الضعيف زادت قوة الحمض وقلت قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول الحمض.

(2)

أ) محلول  $\text{HNO}_2$  تركيزه  $0.02 \text{ M}$

أكتب معادلة تأين الحمض:



أكتب قانون ثابت التآين:

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

وحيث أن النقص في تركيز الحمض صغير جداً مقارنة بتركيز الحمض ( $0.02$ )، يتم إهمال هذا النقص واعتبار تركيز الحمض ثابتاً، ويساوي  $0.02 \text{ M}$

ويكون  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{NO}_2^-] = X$

وبالتعويض في ثابت التآين نجد أن:

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{X^2}{0.02}$$

وبهذا يمكن حساب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  كما يلي:

$$X^2 = 0.02 \times 4.5 \times 10^{-4} = 0.09 \times 10^{-4}$$

$$X = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0.3 \times 10^{-2} \text{ M}$$

ب) محلول  $\text{NH}_3$  تركيزه  $0.01 \text{ M}$



أكتب قانون ثابت التآين كما يلي:

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

وبما أن  $[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+] = X$

أحسب تركيز  $\text{OH}^-$  باستخدام ثابت التآين  $K_b$  كما يلي:

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.01}$$

$$X = [\text{OH}^-] = \sqrt{0.18 \times 10^{-6}} = 4.2 \times 10^{-4} \text{ M}$$

(3) لأنه بزيادة ثابت التآين يزداد تأين القاعدة وبذلك يزداد إنتاج أيونات  $\text{OH}^-$  في المحلول ويزداد تركيز هذه الأيونات.

الحمض	$K_a$
$\text{C}_6\text{H}_6\text{COOH}$	$6.3 \times 10^{-5}$



$4.5 \times 10^{-4}$	$\text{HNO}_2$
$1.7 \times 10^{-5}$	$\text{CH}_3\text{COOH}$
$4.9 \times 10^{-10}$	$\text{HCN}$

4) أطبق. يبين الجدول المجاور قيم ثابت تأين عدد من الحموض الضعيفة أدرس هذه القيم ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ)  $\text{CN}^-$

ب)  $\text{HNO}_2$

ج)  $\text{HCN}$

د)  $\text{HNO}_2$

هـ) تحليل السؤال:

$$K_a = 1.7 \times 10^{-5}$$

$$m = 12g$$

$$Mr = 60 g/mol$$

حجم المحلول 0.4 L



أحسب عدد مولات الحمض ثم أحسب تركيزه كما يلي:

$$n_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{m}{Mr} = \frac{12}{60} = 0.2 \text{ mol}$$

$$M_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{0.4} = 0.5 \text{ M}$$

أحسب تركيز الحمض باستخدام ثابت التأين كما يلي:

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

ويكون تركيز  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = X$

$$1.7 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.5}$$

$$X^2 = 0.5 \times 1.7 \times 10^{-5} = 8.5 \times 10^{-6}$$

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن:  $X = [\text{H}_3\text{O}^+] = 2.9 \times 10^{-3} \text{ M}$

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{pH} = -\log(2.9 \times 10^{-3}) = 3 - \log 2.9 = 3 - 0.46 = 2.54$$

أ)  $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$  (5)

ب)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$

ج)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$

د)  $\text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2_{(aq)}$



قاعدة

حمض

حمض مرافق

قاعدة مرافقة

القاعدة/ حمضها المرافق:  $(\text{NH}_3 \mid \text{NH}_4^+)$  ، الحمض/ قاعدته المرافقة:  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+ \mid \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)$

(هـ)

الحل:

احسب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  ثم احسب تركيز  $\text{OH}^-$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-9.4} = 10^{(-9.4+10)-10} = 3.9 \times 10^{-10}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{3.9 \times 10^{-10}} = 0.26 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{N}_2\text{H}_5^+] = 0.26 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أكتب ثابت التآين القاعدة:

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

أحسب تركيز القاعدة ، كما يلي:

$$1.7 \times 10^{-6} = \frac{(0.26 \times 10^{-4})^2}{[\text{NH}_3]}$$

$$[\text{N}_2\text{H}_4] = \frac{6.7 \times 10^{-10}}{1.7 \times 10^{-6}} = 3.9 \times 10^{-4} \text{ M}$$

لحساب كتلة القاعدة أحسب عدد مولاتها في المحلول كما يلي:

$$M_{(\text{N}_2\text{H}_4)} = \frac{n}{v}$$

$$3.9 \times 10^{-4} = \frac{n}{0.4} \Rightarrow n = 0.4 \times 3.9 \times 10^{-4} = 1.56 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

استخدم عدد المولات لحساب كتلة القاعدة كما يلي:

$$n = \frac{m}{Mr} \Rightarrow m = n \times Mr$$

$$m = 1.56 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 32 \text{ g/mol} = 49.92 \times 10^{-4} \text{ g} = 5.0 \times 10^{-3} \text{ g}$$

الدرس الرابع: الأملاح والمحاليل المنظمة

صفحة 54 : سؤال أفكر

ينتج الملح  $\text{LiHCO}_3$  من تفاعل الحمض  $\text{H}_2\text{CO}_3$  مع القاعدة  $\text{LiOH}$

صفحة 54: أتحقق

(1) الذوبان يؤدي الى تفكك الملح في الماء وينتج ايونات موجبة وأخرى سالبة، بينما التمييه هو تفاعل الأيونات الناتجة من ذوبان الملح مع الماء وإنتاج ايونات  $\text{H}_3\text{O}^+$  أو ايونات  $\text{OH}^-$ ، مما يغير من الرقم الهيدروجيني للمحلول.

(2)

$\text{N}_2\text{H}_5\text{NO}_3$	$\text{KNO}_3$	$\text{NaOCl}$	$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$	محلول الملح
حمضي	متعادل	قاعدي	حمضي	الخاصية

(3) يتأين الملح  $\text{NaOCl}$  في الماء كما في المعادلة الآتية:



الأيون  $\text{Na}^+$  لا يتفاعل مع الماء في المحلول، بينما يتفاعل الأيون  $\text{OCl}^-$  مع الماء وينتج ايونات  $\text{OH}^-$  وتزداد قيمة الرقم الهيدروجيني للمحلول ويكون التأثير قاعدي والمعادلة الآتية توضح ذلك:



صفحة 58: أتحقق

تحليل السؤال:

$$[\text{H}_2\text{SO}_3] = 0.2 \text{ M}$$

حجم المحلول = 0.4 L

$$0.2 \text{ mol} = \text{NaHSO}_3 \text{ عدد مولات الملح}$$

$$[\text{NaHSO}_3] = \frac{n}{v} = \frac{0.2}{0.4} = 0.5 \text{ M}$$

$$K_a = 1.3 \times 10^{-2}$$

الرقم الهيدروجيني قبل إضافة الملح:  $\text{pH}_1 = ??$

الرقم الهيدروجيني بعد إضافة الملح:  $\text{pH}_2 = ??$

الحل:

أكتب معادلة تأين الحمض:



أحسب الرقم الهيدروجيني ( $\text{pH}_1$ ) للحمض قبل إضافة الملح بتطبيق قانون ثابت التآين:

$$K_a = \frac{[\text{HSO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]}$$

وحيث أن النقص في تركيز الحمض صغير جداً مقارنة بتركيز الحمض (0.2)، يتم إهمال هذا النقص واعتبار تركيز الحمض ثابتاً ويساوي 0.2 M

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HSO}_3^-] = X \quad \text{ويكون}$$

وبالتعويض في ثابت التآين نجد أن:

$$1.3 \times 10^{-2} = \frac{X^2}{0.2}$$

وبهذا يمكن حساب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  كما يلي:

$$X^2 = 0.2 \times 1.3 \times 10^{-2} = 0.26 \times 10^{-2}$$

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن:  $X = [\text{H}_3\text{O}^+] = 5.1 \times 10^{-2} \text{ M}$

$$\text{pH}_1 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH}_1 = -\log 5.1 \times 10^{-2} = 2 - 0.71 = 1.29$$

عند إضافة الملح  $\text{NaHSO}_3$  فإنه يتآين كما في المعادلة الآتية:



يتضح من المعادلتين السابقتين أن الأيون المشترك  $\text{HSO}_3^-$  ينتج من تأين الحمض  $\text{H}_2\text{SO}_3$  والملح  $\text{NaHSO}_3$ ، ونظراً لأن ثابت تأين الحمض صغير جداً، فإن تركيز أيونات  $\text{HSO}_3^-$  الناتج من تأين الحمض يكون صغير جداً ويتم إهماله، واعتبار الملح المصدر الرئيس لهذه الأيونات، وبالتالي فإن تركيز الأيون المشترك  $\text{HSO}_3^-$  يكون مساوياً لتركيز الملح  $\text{NaHSO}_3$  في المحلول، أي أن:

$$[\text{HSO}_3^-] = [\text{NaHSO}_3] = 0.5 \text{ M}$$

أستخدم ثابت تأين الحمض  $K_a$  لحساب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  كما يلي:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]}$$

$$1.3 \times 10^{-2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+](0.5)}{0.2}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5.2 \times 10^{-3} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني للمحلول بعد إضافة الملح  $pH_2$  كما يلي:

$$pH_2 = -\log [H_3O^+]$$

$$pH_2 = -\log 5.2 \times 10^{-3} = 3 - (0.72) = 2.28$$

أحسب التغير في الرقم الهيدروجيني  $\Delta pH$  باستخدام العلاقة الآتية:

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1$$

$$\Delta pH = 2.28 - 1.29 = 0.99$$

صفحة 60: أتتحقق

تحليل السؤال:

$$[C_5H_5N] = 0.2 \text{ M}$$

$$[C_5H_5NHCl] = [C_5H_5NH^+] = \frac{n}{V} = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.6 \text{ L}} = 0.33 \text{ M}$$

$$K_b = 1.4 \times 10^{-9}$$

الحل:

أكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:



أطبق ثابت تأين القاعدة  $K_b$  لحساب تركيز  $OH^-$ :

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

$$1.4 \times 10^{-9} = \frac{[OH^-] \times 0.33}{0.2}$$

$$[OH^-] = 0.85 \times 10^{-9} \text{ M}$$

أحسب تركيز  $H_3O^+$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$ :

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.85 \times 10^{-9}} = 1.17 \times 10^{-5} \text{ M}$$

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

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log (1.17 \times 10^{-5}) = 5 - 0.07 = 4.93$$

صفحة 64: أتتحقق

(1) تحليل السؤال:

$$[C_6H_5COOH] = 0.2 \text{ M}$$

$$[C_6H_5COONa] = 0.2 \text{ M}$$

$$[HBr] = 0.01 \text{ M}$$

$$1 \text{ L} = \text{حجم المحلول}$$

$$K_a = 6.3 \times 10^{-5}$$

المطلوب: مقارنة الرقم الهيدروجيني للمحلول قبل إضافة HBr وبعده.

الحل:



أحسب أولاً pH للمحلول قبل إضافة الحمض HBr كما في الأيون المشترك:

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

$$6.3 \times 10^{-5} = \frac{[H_3O^{+}] \times 0.2}{0.2}$$

$$[H_3O^{+}] = 6.3 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$pH_1 = -\log [H_3O^{+}]$$

$$pH_1 = -\log (6.3 \times 10^{-5}) = 5 - \log 6.3 = 5 - 0.8 = 4.20$$

(2) عند إضافة الحمض HBr فإنه تتأين كلياً ويكون  $[H_3O^{+}] = [HBr] = 0.01 \text{ M}$  ويتفاعل مع القاعدة المرافقة  $CH_3COO^{-}$  ويمنحها البروتون لتتحول إلى الحمض  $CH_3COOH$  وبهذا يقل تركيزها بمقدار تركيز  $H_3O^{+}$  المضاف ويصبح:

$$[CH_3COO^{-}] = 0.2 - 0.01 = 0.19 \text{ M}$$

وبهذا يزداد تركيز الحمض  $CH_3COOH$  بمقدار تركيز  $H_3O^{+}$  المضاف ويصبح:

$$[CH_3COOH] = 0.2 + 0.01 = 0.21 \text{ M}$$

أستخدم ثابت تأين الحمض  $K_a$  لحساب تركيز  $H_3O^{+}$  والرقم الهيدروجيني pH من جديد، كما يلي:

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

$$6.3 \times 10^{-5} = \frac{[H_3O^{+}] \times 0.19}{0.21}$$

$$[H_3O^{+}] = 6.96 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$pH_2 = -\log [H_3O^{+}]$$

$$pH_2 = -\log (6.96 \times 10^{-5}) = 5 - 0.84 = 4.16$$

صفحة 67: أتحقق

(1) تحليل السؤال:

$$[\text{CH}_3\text{NH}_2] = 0.15 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}] = 0.2 \text{ M}$$

$$n_{(\text{HBr})} = 0.01 \text{ mol}$$

$$0.5 \text{ L} = \text{حجم المحلول}$$

$$[\text{HBr}] = 0.02 \text{ M}$$

$$K_b = 4.4 \times 10^{-4}$$

(1) الحل:

أكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:



(أ) أحسب  $[\text{OH}^-]$  و pH المنظم كما يلي:

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

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_b [\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]} = \frac{4.4 \times 10^{-4} \times 0.15}{0.2} = 0.33 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أحسب  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$  كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.33 \times 10^{-4}} = 3.03 \times 10^{-10} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

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

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(3.03 \times 10^{-10}) = 10 - 0.48 = 9.52$$

(2) عند إضافة الحمض HBr فإنه يتأين كلياً ويكون  $[H_3O^+] = [HBr] = 0.02 M$

يتفاعل الحمض HBr مع القاعدة  $CH_3NH_2$  ويقل تركيزها بمقدار تركيز  $H_3O^+$  ليصبح:

$$[CH_3NH_2] = 0.15 - 0.02 = 0.13 M$$

ونتيجة لذلك يتكون الحمض المرافق  $CH_3NH_3^+$  ويزداد تركيزه بمقدار تركيز  $H_3O^+$  ليصبح:

$$[CH_3NH_3^+] = 0.2 + 0.02 = 0.22 M$$

أحسب  $[OH^-]$  و pH للمحلول بعد إضافة الحمض كما يلي:

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

$$[OH^-] = \frac{K_b [CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = \frac{4.4 \times 10^{-4} \times 0.13}{0.22} = 2.6 \times 10^{-4} M$$

أحسب  $[H_3O^+]$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$  كما يلي:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.6 \times 10^{-4}} = 3.8 \times 10^{-11} M$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

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

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 3.8 \times 10^{-11} = 11 - 0.58 = 10.42$$

## صفحة 68: مراجعة الدرس

(1) يتكون المحلول المنظم الحمضي من الحمض الضعيف وملح يشترك معه بأيون مشترك مثل الحمض HCN والملح NaCN

(2) التمييه: تفاعل الأيونات الناتجة من تفكك الملح مع الماء لانتاج  $H_3O^+$  أو  $OH^-$ .

الأيون المشترك: أيون يدخل في تركيب حمض ضعيف وملح هـ أو قاعدة ضعيفة وملحها وينتج عنهما في المحلول.



(3)

KNO <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> Br	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COONa	LiF	الملح
HNO <sub>3</sub>	HBr	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	HF	مصدر الأيونات السالب
KOH	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	NaOH	LiOH	مصدر الأيونات الموجب

(4) الأملاح التي تتميز هي: KCN , C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>NH<sup>+</sup> , HCOONa

(5) أصنف محاليل الأملاح الآتية إلى حمضية وقاعدية ومتعادلة:

KNO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	LiCl	NaHCO <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>3</sub> Br	المحلول
قاعدي	حمضي	متعادل	قاعدي	حمضي	التصنيف المحلول

(6)



عند إضافة بلورات الملح NaHS إلى محلول الحمض H<sub>2</sub>S فإنه يتفكك وينتج الأيون المشترك HS<sup>-</sup> ويزداد تركيزه في المحلول الحمض فيندفع التفاعل بالاتجاه العكسي ويزاح الاتزان جهة المواد المتفاعلة وبذلك يقل تركيز أيونات H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ويزداد الرقم الهيدروجيني ويكون تأثير الملح قاعدياً.

(7) تحليل السؤال

$$[\text{HNO}_2] = 0.02 \text{ M}$$

$$K_a = 4.5 \times 10^{-4}$$

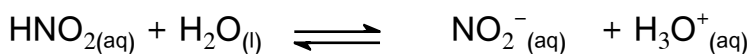
$$\text{pH} = 3.52$$

$$V = 0.4 \text{ L}$$

المطلوب: حساب كتلة الملح KNO<sub>2</sub>.

الحل:

اكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:





$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3.52} = 10^{(-3.52+4)-4} = 10^{0.48} \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أحسب تركيز الأيون المشترك والذي يساوي تركيز الملح باستخدام  $K_a$  كما يلي:

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

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[\text{NO}_2^-] \times 3 \times 10^{-4}}{0.02}$$

$$[\text{NO}_2^-] = 0.03 \times 10^{-4} \text{ M} = 3.0 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{KNO}_2] = [\text{NO}_2^-] = 3.0 \times 10^{-6} = \frac{n}{V} = \frac{n}{0.4 \text{ L}}$$

$$[\text{KNO}_2] = 3.0 \times 10^{-6} = \frac{n}{0.4 \text{ L}}$$

$$n = 3.0 \times 10^{-6} \times 0.4 = 1.2 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_r} = 3.0 \times 10^{-6} \text{ mol} = \frac{m}{85 \text{ g/mol}}$$

$$m = 3.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 85 \text{ g/mol} = 2.55 \times 10^{-4} \text{ g}$$

(8) تحليل السؤال:

$$\text{pH} = 10$$

$$K_b = 1.8 \times 10^{-5}$$

المطلوب: حساب نسبة الحمض الى القاعدة  $\left(\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{القاعدة}]}\right)$  في المحلول

الحل:



أحسب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  باستخدام pH للمحلول كما يلي:

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

أحسب  $[OH^-]$  باستخدام  $K_w$  كما يلي:

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

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

$$\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = \frac{K_b}{[OH^-]} = \frac{1.8 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-4}} = 1.8 \times 10^{-1}$$

(9) تحليل السؤال:

$$[C_2H_5NH_2] = 0.2 \text{ M}$$

$$[C_2H_5NH_3Cl] = 0.4 \text{ M}$$

حجم المحلول = 0.5 L

$$K_b = 4.7 \times 10^{-4}$$

الحل:

أكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:



(أ) أحسب  $[OH^-]$  و pH للمحلول المنظم كما يلي:

$$K_b = \frac{[OH^-][C_2H_5NH_3^+]}{[C_2H_5NH_2]}$$

$$[OH^-] = \frac{K_b [C_2H_5NH_2]}{[C_2H_5NH_3^+]} = \frac{4.7 \times 10^{-4} \times 0.2}{0.4} = 2.35 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أحسب  $[H_3O^+]$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$  كما يلي:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.35 \times 10^{-4}} = 4.3 \times 10^{-11} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(4.3 \times 10^{-11}) = 11 - 0.63 = 10.37$$

ب) أحسب تركيز HCl المضاف ويساوي تركيز  $H_3O^+$  كما يلي:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.05 \text{ mol}}{0.5} = 0.1 \text{ M}$$

عند إضافة الحمض HCl فإنه يتأين كلياً ويكون:  $[H_3O^+] = [HCl] = 0.1 \text{ M}$   
يتفاعل الحمض HCl مع القاعدة  $C_2H_5NH_2$  ويقل تركيزها بمقدار تركيز  $H_3O^+$  ليصبح:

$$[C_2H_5NH_2] = 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ M}$$

ونتيجة لذلك يتكون الحمض المرافق  $C_2H_5NH_3^+$  ويزداد تركيزه بمقدار تركيز  $H_3O^+$  ليصبح:

$$[C_2H_5NH_3^+] = 0.4 + 0.1 = 0.5 \text{ M}$$

أحسب  $[OH^-]$  و pH للمحلول بعد إضافة الحمض كما يلي:

$$[OH^-] = \frac{K_b [C_2H_5NH_2]}{[C_2H_5NH_3^+]} = \frac{4.7 \times 10^{-4} \times 0.1}{0.5} = 0.94 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أحسب  $[H_3O^+]$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$  كما يلي:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.94 \times 10^{-4}} = 1.1 \times 10^{-10} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(1.1 \times 10^{-10}) = 10 - 0.04 = 9.96$$

ج) أحسب تركيز KOH المضاف ويساوي تركيز  $OH^-$  كما يلي:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.05 \text{ mol}}{0.5} = 0.1 \text{ M}$$

عند إضافة القاعدة KOH فإنها يتأين كلياً ويكون:  $[OH^-] = [KOH] = 0.1 \text{ M}$

تتفاعل القاعدة KOH مع الحمض المرافق  $C_2H_5NH_3^+$  ويقل تركيزه بمقدار تركيز  $OH^-$  ليصبح:

$$[C_2H_5NH_3^+] = 0.4 - 0.1 = 0.3 \text{ M}$$

ونتيجة لذلك لتكون القاعدة  $C_2H_5NH_2$  ويزداد تركيزها بمقدار تركيز  $OH^-$  ليصبح:

$$[C_2H_5NH_2] = 0.2 + 0.1 = 0.3 \text{ M}$$

أحسب  $[OH^-]$  و pH للمحلول بعد إضافة القاعدة كما يلي:

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_b [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+]} = \frac{4.7 \times 10^{-4} \times 0.3}{0.3} = 4.7 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أحسب  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$  كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4.7 \times 10^{-4}} = 2.0 \times 10^{-11} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(2.0 \times 10^{-11}) = 11 - 0.3 = 10.7$$

## صفحة 68: مراجعة الوحدة

(1) قاعدة ارهينوس: مادة تتأين في الماء، وتنتج أيون الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$ .

حمض لويس: مادة يمكنها استقبال زوج إلكترونات أو أكثر في التفاعل.

مادة أمفوتيرية: مادة تسلك كحمض في تفاعل وتسلك كقاعدة في تفاعلات أخرى.

المحلول المنظم: محلول يقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني pH عند إضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إليها.

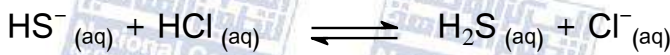
(2) أ) لأنه مانح للبروتون في التفاعل كما يتضح من المعادلة الآتية:



ب) لأنه يسلك كحمض عند تفاعله مع القاعدة  $\text{NO}_2^-$  ويكون مانح للبروتون في التفاعل كما في المعادلة الآتية:



ويسلك كقاعدة عند تفاعله مع الحمض HCl ويكون مستقبل للبروتون في التفاعل كما في المعادلة الآتية:



(3) الأزواج المترافقة:



(4) حمض  $\text{HgI}_2$  ، وقاعدة لويس  $\text{I}^-$

(5) أحسب عدد المولات القاعدة كما يلي:

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{4}{40} = 0.1 \text{ mol}$$

أحسب تركيز القاعدة NaOH وهو يساوي تركيز  $\text{OH}^-$  كما يلي:

$$M = \frac{n}{v} = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 0.5 \text{ M}$$

أحسب تركيز  $H_3O^+$  باستخدام العلاقة الآتية:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-1}} = 2.0 \times 10^{-14} \text{ M}$$

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

$$pH = -\log(2.0 \times 10^{-14}) = 14 - \log 2 = 14 - 0.3 = 13.7$$

(6) تحليل السؤال:

حجم الحمض  $0.02 \text{ L} = 20 \text{ mL} = \text{HBr}$

حجم القاعدة  $0.01 \text{ L} = 10 \text{ mL} = \text{LiOH}$

تركيز الحمض  $0.01 \text{ M} = \text{HBr}$

المطلوب: أحسب تركيز القاعدة  $\text{LiOH}$ .

**الحل:**

أحسب عدد مولات الحمض  $\text{HBr}$ :

$$n_{(\text{HBr})} = [\text{HBr}] \times V = 0.01 \text{ M} \times 0.02 \text{ L} = 0.0002 \text{ mol}$$

عند التعادل يكون عدد مولات الحمض مكافئاً لعدد مولات القاعدة؛ أي أن:

عدد مولات الحمض يساوي عدد مولات القاعدة، كما يأتي:

$$n_{(\text{HBr})} = n_{(\text{LiOH})} = 0.0002 \text{ mol}$$

$$[\text{LiOH}] = \frac{n}{V} = \frac{0.0002 \text{ mol}}{0.01 \text{ L}} = 0.02 \text{ M}$$

(7) تحليل السؤال:

حجم الحمض  $0.02 \text{ L} = 20 \text{ mL} = \text{HBr}$

تركيز الحمض  $0.5 \text{ M} = \text{HBr}$

حجم القاعدة  $0.04 \text{ L} = 40 \text{ mL} = \text{KOH}$

تركيز القاعدة  $0.4 \text{ M} = \text{KOH}$

المطلوب: حساب الرقم الهيدروجيني للمحلول الناتج.

**الحل:**

أحسب عدد مولات الحمض:

$$n_{(\text{HBr})} = [\text{HBr}] \times V = 0.5 \text{ M} \times 0.02 \text{ L} = 0.010 \text{ mol}$$

أحسب عدد مولات القاعدة:

$$n_{(\text{KOH})} = [\text{KOH}] \times V = 0.4 \text{ M} \times 0.04 \text{ L} = 0.016 \text{ mol}$$

أجد أن عدد مولات الحمض HBr أقل من عدد مولات القاعدة KOH ، ولذلك تستهلك جميع مولات المحلول الحمض HBr المضافة ويتبقى في القاعدة KOH ، أحسب عدد مولاتها المتبقية كما يلي:

عدد مولات القاعدة المتبقية = عدد مولات القاعدة المضافة - عدد مولات الحمض المستهلكة، أي ان:

$$n_{(\text{KOH}) \text{ المتبقية}} = n_{(\text{KOH})} - n_{(\text{HBr})} = 0.016 - 0.010 = 0.006 \text{ mol}$$

أحسب تركيز KOH في المحلول الناتج ويكون حجمه يساوي مجموع حجم المحلولي الحمض والقاعدة ويساوي 0.06 L يلي:

$$[\text{KOH}] = \frac{n}{V} = \frac{0.006 \text{ mol}}{0.06 \text{ L}} = 0.1 \text{ M}$$

$$[\text{KOH}] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ M}$$

أحسب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-1}} = 1.0 \times 10^{-13} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(1.0 \times 10^{-13}) = 13 - \log 1 = 13$$

(8) أ)  $\text{CN}^-$  ب)  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ج) محلول HF د) HCN

(9) تحليل السؤال

$$[\text{RCOOH}] = 0.1 \text{ M}$$

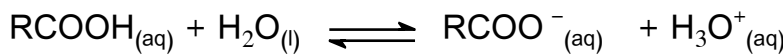
$$\text{pH} = 4$$

$$\Delta \text{pH} = 1.5$$

المطلوب: حساب عدد مولات الملح RCOONa المضافة.

الحل:

أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:





احسب أولاً تركيز  $[H_3O^+]$  قبل إضافة الملح باستخدام pH

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4} = 1 \times 10^{-4} \text{ M}$$

احسب  $K_a$  لمحلول الحمض حيث  $[H_3O^+] = [RCOO^-]$  قبل إضافة الملح:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][RCOO^-]}{[RCOOH]} = \frac{(1 \times 10^{-4})^2}{0.1} = 1 \times 10^{-7}$$

الاحظ ان الملح المضاف تأثيره قاعدي، أي انه يزيد من الرقم الهيدروجين للمحلول عند اضافته اليه، فيكون الرقم الهيدروجيني pH للمحلول بعد إضافة الملح يساوي 5.52

احسب تركيز  $[H_3O^+]$  للمحلول بعد إضافة الملح باستخدام pH

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-5.52} = 10^{(-5.52+6)-6} = 10^{0.48} \times 10^{-6} = 3 \times 10^{-6} \text{ M}$$

أحسب تركيز الملح المضاف ويساوي تركيز الأيون المشترك باستخدام  $K_a$  كما يلي:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][RCOO^-]}{[RCOOH]}$$

$$[RCOO^-] = \frac{0.1 \times 1 \times 10^{-7}}{3 \times 10^{-6}} = 3.3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

احسب عدد مولات الملح المضافة كما يلي:

$$M_{(RCOOH)} = \frac{n}{V}$$

$$n_{(RCOOH)} = M \times V = 3.3 \times 10^{-3} \times 2 = 6.6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

(10) تحليل السؤال

$$[HNO_2] = 0.3 \text{ M}$$

$$[KNO_2] = 0.2 \text{ M}$$

$$K_a = 4.5 \times 10^{-4}$$

الحل:

أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:



أحسب تركيز  $H_3O^+$  للمحلول المنظم باستخدام  $K_a$  كما يلي:

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

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 0.2}{0.3}$$

$$[H_3O^+] = 6.75 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$pH = -\log(6.75 \times 10^{-4}) = 4 - \log 6.75 = 4 - 0.83 = 3.17$$

ب) أحسب تركيز NaOH المضاف ويساوي تركيز OH<sup>-</sup> كما يلي:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.1 \text{ mol}}{1} = 0.1 \text{ M}$$

عند إضافة القاعدة NaOH فإنها يتأين كلياً ويكون: [OH<sup>-</sup>] = [NaOH] = 0.1 M

تتفاعل القاعدة NaOH مع الحمض HNO<sub>2</sub> ويقل تركيزه بمقدار تركيز OH<sup>-</sup> ليصبح:

$$[HNO_2] = 0.3 - 0.1 = 0.2 \text{ M}$$

ونتيجة لذلك تتكون القاعدة المرافقة NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ويزداد تركيزها بمقدار تركيز OH<sup>-</sup> ليصبح:

$$[NO_2^-] = 0.2 + 0.1 = 0.3 \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني للمحلول بعد إضافة القاعدة كما يلي:

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

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 0.3}{0.2}$$

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

$$pH = -\log(3 \times 10^{-4}) = 4 - \log 3 = 4 - 0.48 = 3.52$$

(11) تحليل السؤال:

$$[CH_3NH_2] = 0.3 \text{ M}$$

$$[CH_3NH_3Cl] = 0.2 \text{ M}$$

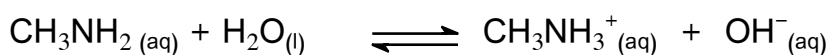
حجم المحلول = 1 L

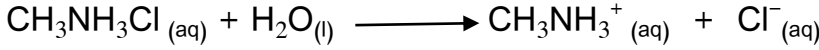
$$K_b = 4.4 \times 10^{-4}$$

$$pH = 10$$

الحل:

أكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:





عند إضافة الحمض HCl الى المحلول فان تركيز القاعدة  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  يقل بمقدار تركيز الحمض المضافة (X) ويزداد تركيز الأيون المشترك بالمقدار X نفسه، وبتطبيق ذلك في ثابت التأيّن يمكن حساب تركيز الحمض المضاف، كما يلي:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{CH}_3\text{NH}_3^+ + X]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2 - X]}$$

$$4.4 \times 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-4} (0.2 + X)}{(0.3 - X)}$$

$$4.4(0.3 - X) = (0.2 + X)$$

$$X = [\text{HCl}] = 0.21 \text{ M}$$

أحسب عدد مولات HCl المضاف كما يلي:

$$M_{(\text{HCl})} = \frac{n}{V}$$

$$0.21 \text{ M} = \frac{n}{1 \text{ L}}$$

$$n_{(\text{HCl})} = 0.21 \text{ mol}$$

احسب كتلة الحمض كما يلي:

$$n_{(\text{HCl})} = \frac{m}{M_r}$$

$$m_{(\text{HCl})} = 0.21 \text{ mol} \times 36.5 \text{ g/mol} = 7.66 \text{ g}$$

(12) أ (A) ب (B) ج (C) د (D) هـ (E)

(13) يحتوي الجدول الآتي معلومات تتعلق ببعض الحموض القواعد الضعيفة، أدرس هذه المعلومات ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

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

$$3.5 \times 10^{-8} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{0.1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = 0.1 \times 3.5 \times 10^{-8} = 35 \times 10^{-10}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5.9 \times 10^{-5} \text{ M}$$

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن:

(ب) محلول HClO

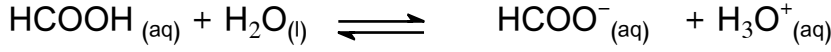
(ج) HCOOK

(د) الحمض المرافق للقاعدة  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$

(هـ) محلول  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$

(و) محلول  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2\text{Cl}$

(ز) الحل :



احسب ثابت تأين الحمض

$$K_a = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{0.03} = \frac{4 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-2}} = 1.33 \times 10^{-4}$$

احسب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  للمحلول المنظم باستخدام  $K_a$  كما يلي:

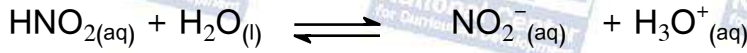
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$$

$$1.33 \times 10^{-4} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \times 0.01}{0.03}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 3.99 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(3.99 \times 10^{-4}) = 4 - \log 3.99 = 4 - 0.6 = 3.4$$

14) أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:



احسب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  كما يلي:

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

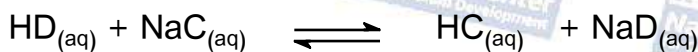
$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+] = 4.5 \times 10^{-4}$$

$$\text{pH} = -\log(4.5 \times 10^{-4}) = 4 - \log 4.5 = 4 - 0.65 = 3.35$$

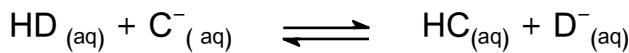
15) أ) تزداد (ب) تقل لا تتأثر

16) أ) الحمض HZ

ب) أكتب معادلة لتفاعل محلول الحمض HD والملح NaC ، ثم:



ويمكن كتابة المعادلة على النحو الآتي:



- الزوجين المترافقين في المحلول :  $(\text{HD} \setminus \text{D}^-)$  ,  $(\text{C}^- \setminus \text{HC})$

- الجهة التي يرجحها الاتزان في التفاعل هي جهة المواد الأضعف، أي جهة المواد المتفاعلة.

ج) القاعدة المرافقة الأضعف:  $C^-$

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

$$[OH^-] = \frac{K_b [B]}{[BH^+]} = \frac{1 \times 10^{-6} \times 1}{0.5} = 2.0 \times 10^{-6} \text{ M}$$

أحسب  $[H_3O^+]$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$  كما يلي:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.0 \times 10^{-6}} = 0.5 \times 10^{-8} \text{ M}$$

رقم الفقرة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
رمز الإجابة الصحيحة	ب	ج	أ	ب	د	ج	ب	د	ج	د	د	ج	د	د

## إجابات أسئلة التجارب في كراس الأنشطة

صفحة 4: التجربة الاستهلاكية: خصائص الحمض والقاعدة

### التحليل والاستنتاج:

- 1- يتحول لون ورقة الكاشف العام إلى اللون الأحمر في محلول حمض الهيدروكلوريك، وإلى اللون الأزرق في محلول هيدروكسيد الصوديوم.
- 2- أقارن لون ورقة الكاشف بالمرجع المرافق للكاشف العام وأقدر الرقم الهيدروجيني، ويجب أن تكون أقل من 7 بالنسبة لمحلول الحمض، وأكبر من 7 لمحلول القاعدة.
- 3- يلاحظ ارتفاع في درجة حرارة المحلول الناتج عن خلط محلول الحمض مع محلول القاعدة، وتفسير ذلك حدوث تفاعل تعادل بين محلول الحمض والقاعدة، وهو تفاعل طارد للحرارة ما سبب ارتفاع درجة حرارة المحلول الناتج.
- 4- يكون الرقم الهيدروجيني للمحلول الناتج يساوي 7.

### مقارنة قوة الحموض

صفحة 6: التجربة (1)

### التحليل والاستنتاج:

1. الرقم الهيدروجيني للحمض HCl : حوالي 1 و لحمض الايثانويك  $CH_3COOH$  حوالي 3
2. حمض HCl.
3. يتصاعد غاز الهيدروجين في محلول حمض HCl بسرعة أكبر من غاز  $CH_3COOH$ .
4. الحمض الأقوى: HCl ، والحمض الأضعف  $CH_3COOH$ .
5. كلما زادت قوة الحمض زادت الموصلية الكهربائية للحمض وزادت سرعة تفاعله وبالتالي تزداد سرعة تصاعد الغاز.

## صفحة 8 : التجربة (2) معايرة حمض قوي بقاعدة قوية

التحليل والاستنتاج:

(1) نقطة التعادل أو نقطة النهاية.

(2) أستخدم حجم القاعدة التي تم إضافتها الى المحلول، ثم أطبق العلاقة الآتية:

$$n(\text{NaOH}) = M \times V$$

(3) عدد مولات الحمض يكون مساوياً لعدد مولات القاعدة المضافة عند نقطة التعادل، أي ان:

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl})$$

(4) أستخدم العلاقة الآتية :

$$M = \frac{n}{V}$$

(5) يتوقع أن يكون  $\text{pH} = 7$

(6) تفاعل تعادل

## تميه الأملاح

## صفحة 10: التجربة (3)

التحليل والاستنتاج:

المحلول	NaCl	NH <sub>4</sub> Cl	NaHCO <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> COONa
لون المحلول بوجود الكاشف	أخضر	اصفر مخضر	ازرق فاتح	ازرق فاتح
طبيعة المحلول	متعادل	حمضي	قاعدي	قاعدي
الرقم الهيدروجيني	7	4-3	10-9	10-9

(1) أنظر الجدول

(2) لأن كلا المحلولين متعادل حيث الرقم الهيدروجيني تقريبا يساوي 7

(3) أنظر الجدول.

(4) أنظر الجدول.

(5) محلول كلوريد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{Cl}$  : حمضي



محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية  $\text{NaHCO}_3$  : قاعدي

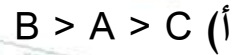


إيثانوات الصوديوم  $\text{CH}_3\text{COONa}$  : قاعدي

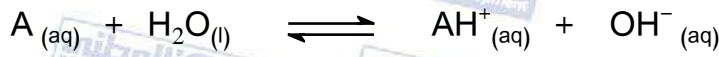


إجابات أسئلة التفكير كراس الأنشطة (صفحة 13)

السؤال (1):



(ب) أكتب معادلة تأين القاعدة:



وبما أن  $[\text{OH}^-] = [\text{AH}^+] = X$  ، أكتب قانون ثابت التأين كما يلي:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{AH}^+]}{[A]}$$

لحساب الرقم الهيدروجيني لمحلول قاعدة، أحسب تركيز  $\text{OH}^-$  باستخدام ثابت التأين  $K_b$  كما يلي:

$$1 \times 10^{-9} = \frac{X^2}{0.1}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{1 \times 10^{-10}} = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$$

أحسب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$  كما يلي:

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

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

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة:  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$\text{pH} = -\log 1 \times 10^{-9} = 9$$



ج) الملح الذي له أقل رقم هيدروجيني؛ AHCl.

د) أكتب معادلة تأين القاعدة ومعادلة تفكك الملح:



أحسب تركيز HCl المضاف ويساوي تركيز  $H_3O^+$  كما يلي:

$$M_{HCl} = \frac{n}{V} = \frac{0.01}{0.5} = 0.02 M$$

عند إضافة الحمض HCl فإنه يتأين كلياً ويكون:  $[H_3O^+] = [HCl] = 0.02 M$

يتفاعل الحمض HCl مع القاعدة C ويقل تركيزها بمقدار تركيز  $H_3O^+$  ليصبح:

$$[C] = 0.2 - 0.02 = 0.18 M$$

ونتيجة لذلك يتكون الحمض المرافق  $CH^+$  ويزداد تركيزه بمقدار تركيز  $H_3O^+$  ليصبح:

$$[CH^+] = 0.2 + 0.02 = 0.22 M$$

أحسب  $[OH^-]$  و pH للمحلول بعد إضافة الحمض كما يلي:

$$[OH^-] = \frac{K_b [C]}{[CH^+]} = \frac{1 \times 10^{-10} \times 0.22}{0.18} = 0.8 \times 10^{-10} M$$

أحسب  $[H_3O^+]$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$  كما يلي:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.8 \times 10^{-10}} = 1.25 \times 10^{-4} M$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(1.25 \times 10^{-4}) = 4 - 0.09 = 3.91$$

السؤال (2) : أ) أطبق ثابت تأين القاعدة  $K_b$  لحساب تركيز  $OH^-$ :

$$K_b = \frac{[OH^-][CH_3NH_3^+]}{[CH_3NH_2]}$$

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[OH^-] \times 0.4}{0.2}$$

$$[OH^-] = 2.25 \times 10^{-4} M$$

أحسب تركيز  $H_3O^+$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$ :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.25 \times 10^{-4}} = 4.4 \times 10^{-11} \text{ M}$$

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

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 4.4 \times 10^{-11} = 11 - \log 4.4 = 11 - 0.64 = 10.36$$

(ب) أكتب معادلة تأين القاعدة وتفكك الملح كما يلي:



أستخدم pH لحساب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$ :

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

أحسب تركيز  $\text{OH}^-$  باستخدام ثابت تأين الماء  $K_w$ :

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

أطبق ثابت تأين القاعدة  $K_b$  لحساب تركيز الحمض HI المضاف:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{CH}_3\text{NH}_3^+] + [\text{HI}]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2] - [\text{HI}]}$$

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-4}(0.4 + X)}{0.2 - X}$$

$$4.5(0.2 - X) = 0.4 + X$$

$$X = 0.14 \text{ M}$$

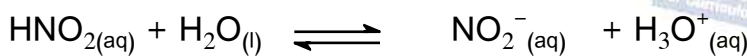
$$M_{(\text{HI})} = \frac{n_{(\text{HI})}}{V}$$

$$n_{(\text{HI})} = 0.14 \times 0.8 = 0.23 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{HI})} = \frac{m_{(\text{HI})}}{M_r}$$

$$m_{(\text{HI})} = 0.23 \times 128 = 29.44 \text{ g}$$

السؤال (3) (أ) أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:



أحسب تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$  باستخدام  $K_a$  كما يلي:

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

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 0.2}{0.3}$$

$$[H_3O^+] = 6.75 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(6.75 \times 10^{-4}) = 4 - \log 6.75 = 4 - 0.83 = 3.17$$

السؤال (4) : أ) أكتب معادلة تأن الحمض وتفكك الملح كما يلي:



احسب ثابت تأين الحمض ( $K_a$ ) كما يلي:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$[HCO_3^-] = [H_2CO_3]$$

$$K_a = [H_3O^+] = 4.3 \times 10^{-7}$$

ب) الأيون المشترك  $HCO_3^-$

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 0.1}{0.4}$$

$$[H_3O^+] = 1.8 \times 10^{-3} \text{ M}$$

ج) احسب النسبة  $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$  كما يلي:

أحسب تركيز  $H_3O^+$  عندما يكون الرقم الهيدروجيني للمحلول يساوي 7.45

$$[H_3O^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-7.45} = 10^{(-7.45+8)-8} = 10^{0.55} \times 10^{-8} = 3.55 \times 10^{-8} \text{ M}$$

$$\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = \frac{K_a}{[H_3O^+]} = \frac{4.3 \times 10^{-7}}{3.55 \times 10^{-8}} = 12$$

السؤال (5): أحسب أولاً عدد مولات القاعدة، ثم أحسب تركيز محلول الحمض HCl، كما يلي:

$$n_{(KOH)} = \frac{m_{(KOH)}}{Mr_{(KOH)}} = \frac{1.12}{56} = 0.02 \text{ mol}$$

$$n_{(KOH)} = n_{(HCl)}$$

$$M_{(KOH)} \times V_{(KOH)} = M_{(HCl)} \times V_{(HCl)}$$

$$0.02 \times 0.014 = M_{(HCl)} \times 0.02$$

$$M_{(HCl)} = 0.014 \text{ M}$$

السؤال (6)

(1) محلول الحمض  $HB$



الزوج الأول: الحمض  $HD$  وقاعدته المرافقة  $D^{-}$

الزوج الثاني: القاعدة  $H_2O$  وحمضها المرافق  $H_3O^{+}$

(3) املاح البوتاسيوم لهذه الحموض هي املاح قاعدية أقلها  $pH$  هو ملح الحمض  $HB$  ، وهو الملح  $KB$  .

(4) الاتزان يرجح الجهة التي تحتوي المواد الأضعف وهي جهة المواد المتفاعلة.

(5)

$$K_a = \frac{[H_3O^{+}][C^{-}]}{[HC]}$$

$$[H_3O^{+}][C^{-}] = X$$

$$4 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.25}$$

$$X = [H_3O^{+}] = \sqrt{1 \times 10^{-10}} = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$pH = -\log(1 \times 10^{-5}) = 5$$

السؤال (7) (1)

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

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

$$[H_3O^{+}] = \frac{K_w}{[OH^{-}]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-11} \text{ M}$$

$$pH = -\log(5 \times 10^{-11}) = 11 - \log 5 = 11 - 0.7 = 10.3$$

(2)

$$[HCl] = 0.1 \text{ M}$$

$$K_b = \frac{[OH^{-}]( [BH^{+}] + 0.1 )}{[B] - 0.1}$$

$$2 \times 10^{-4} = \frac{[OH^{-}](0.3 + 0.1)}{0.3 - 0.1}$$

$$[OH^{-}] = 1 \times 10^{-4}$$

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

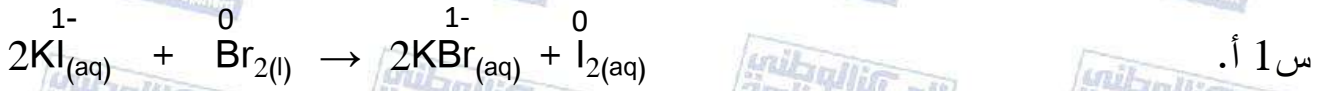
$$pH = -\log(1 \times 10^{-10}) = 10$$

## Electrochemistry

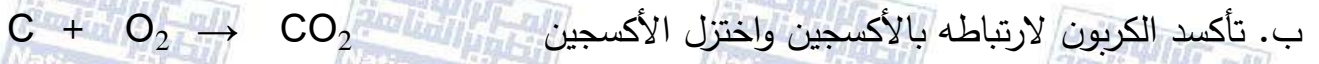
## الوحدة الثانية (2): الكيمياء الكهربائية

### الدرس الأول: التأكسد والاختزال

أتحقق ص 77



تأكسد أيوني اليود I وتحولها إلى جزء متعادل، واختزال ذرتي البروم في جزيء Br<sub>2</sub> وتحولها إلى أيونات سالبة.

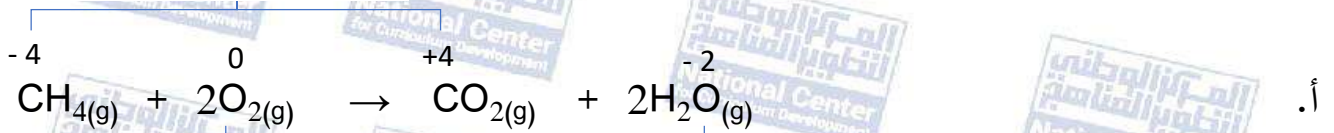


أتحقق ص 81

H <sub>3</sub> <u>I</u> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup>	H <u>C</u> lO <sub>4</sub>	<u>F</u> eCl <sub>3</sub>	Al <u>H</u> <sub>3</sub>	<u>P</u> O <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	<u>C</u> r(OH) <sub>3</sub>	<u>P</u> <sub>4</sub>	الصيغة
+7	+7	+3	-1	+5	+3	0	عدد التأكسد

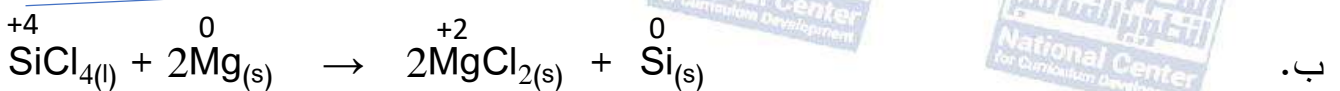
أتحقق ص 82

زاد عدد التأكسد C / تأكسد



قل عدد التأكسد O / اختزل

قل عدد التأكسد Si / اختزل

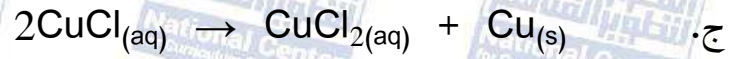
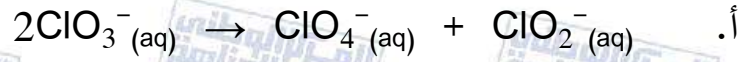


زاد عدد تأكسد Mg / تأكسد

أتحقق ص 84

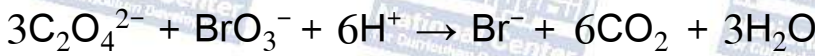
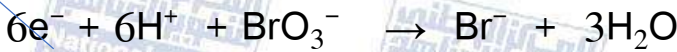
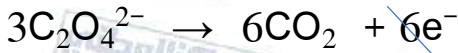
1. أ. قل عدد التأكسد، نصف تفاعل اختزال/ يحتاج عامل مختزل  $I_2 \rightarrow 2I^-$   
ب. زاد عدد التأكسد، نصف تفاعل تأكسد/ يحتاج عامل مؤكسد  $Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4}$   
ج. زاد عدد التأكسد، نصف تفاعل تأكسد/ يحتاج عامل مؤكسد  $Mn^{2+} \rightarrow MnO_2^{+4}$

2- عامل مختزل:  $H_2$  ، عامل مؤكسد:  $CuO$   
أتحقق ص 85



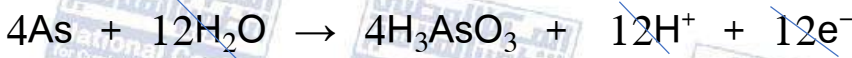
أتحقق ص 89

-1

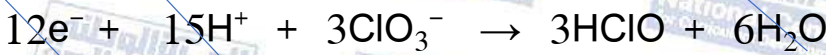


العامل المختزل:  $C_2O_4^{2-}$  ، العامل المؤكسد:  $BrO_3^-$

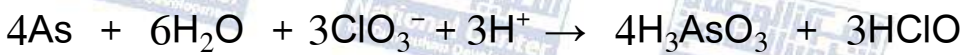
-2



$6H_2O$

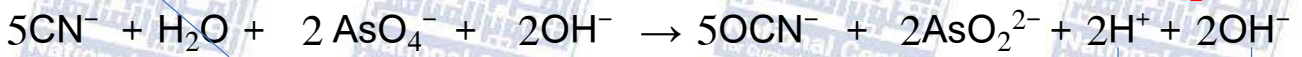
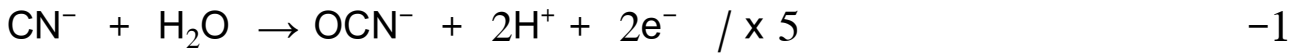


$3H^+$



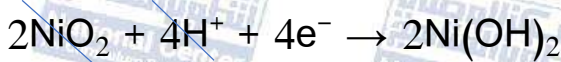
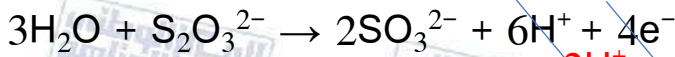
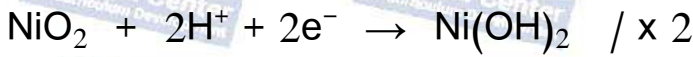
العامل المختزل:  $As$  ، العامل المؤكسد:  $ClO_3^-$

## أتحقق ص 93



العامل المؤكسد:  $\text{AsO}_4^-$  ، العامل المختزل:  $\text{CN}^-$

-2



العامل المؤكسد:  $\text{NiO}_2$  ، العامل المختزل:  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

## مراجعة الدرس الأول ص 94

س 1 - لأنه حتى يحدث تفاعل التأكسد لا بد من وجود عامل مؤكسد يتسبب في حدوث عملية التأكسد ويكتسب الإلكترونات التي يفقدها العامل المختزل الذي تسبب في اختزال العامل المؤكسد.

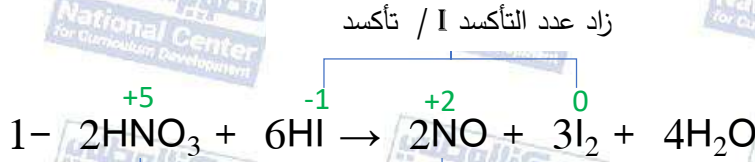
س 2

أ. عدد التأكسد: الشحنة الفعلية لأيون الذرة، والشحنة التي تكتسبها الذرة المكونة للرابطة التساهمية مع ذرة أخرى فيما لو انتقلت إلكترونات الرابطة كلياً إلى الذرة الأعلى سالبة كهربائية.  
ب. التأكسد والاختزال الذاتي: سلوك المادة كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في التفاعل نفسه.

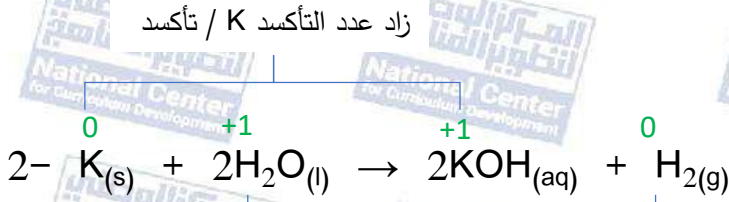
س3

الصيغة	$\underline{N}_2O_4$	$Na\underline{Bi}O_3$	$K_2\underline{Sn}O_2$	$LiAl\underline{H}_4$	$H_2\underline{P}O_4^-$	$Ba\underline{O}_2$
عدد التأكسد	+4	+5	+2	-1	+5	-1

س4



قل عدد التأكسد / N اختزل



قل عدد التأكسد / H اختزل

س5

أ. تغير عدد تأكسد ذرة النيتروجين في  $N_2O_4$  من +4 إلى 0 في  $N_2$  أي قل بمقدار 4.

وتغير عدد تأكسد ذرة النيتروجين في  $N_2H_4$  من -2 إلى 0 في  $N_2$  أي زاد بمقدار 2.

ب. لا، لأن التأكسد والاختزال حدثا لذرتي نيتروجين في مركبين مختلفين.

ج.  $N_2O_4$  عامل مؤكسد ،  $N_2H_4$  عامل مختزل

س6

المواد التي يمكن أن تسلك كعوامل مؤكسدة:  $F_2$  ،  $Na^+$  ،  $H^+$ .

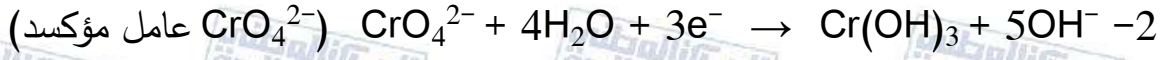
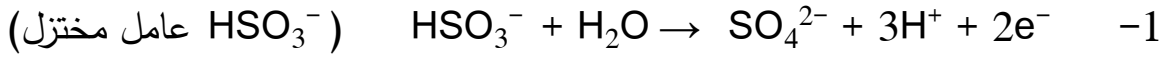
المواد التي يمكن أن تسلك كعوامل مختزلة:  $Cu$  ،  $H^-$  ،  $Br^-$ .

س7

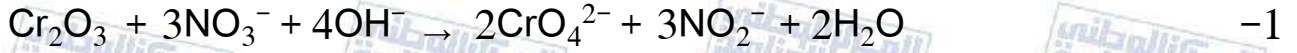
$Cr_2O_7^{2-}$  عامل مؤكسد ،  $Fe^{2+}$  عامل مختزل



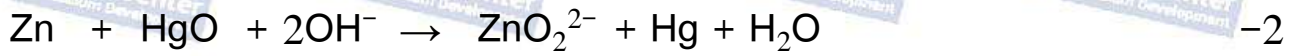
س8



س9 المعادلات الكلية الموزونة:



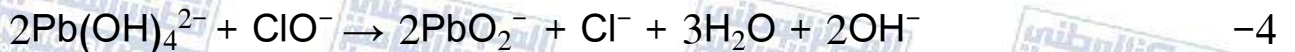
العامل المؤكسد:  $\text{NO}_3^-$  ، العامل المختزل:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$



العامل المؤكسد:  $\text{Zn}$  ، العامل المختزل:  $\text{HgO}$



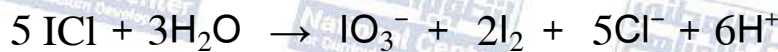
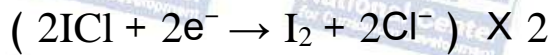
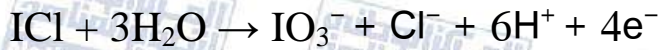
العامل المؤكسد:  $\text{BiO}_3^-$  ، العامل المختزل:  $\text{Mn}^{2+}$



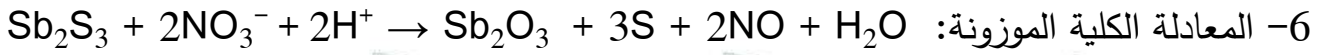
العامل المؤكسد:  $\text{ClO}^-$  ، العامل المختزل:  $\text{Pb}(\text{OH})_4^{2-}$



موازنة المعادلة في وسط حمضي



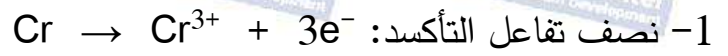
العامل المؤكسد:  $\text{ICl}$  ، العامل المختزل:  $\text{ICl}$



العامل المؤكسد:  $NO_3^-$  ، العامل المختزل:  $Sb_2S_3$

### الدرس الثاني: الخلايا الجلفانية

أتحقق ص 98



2- المصدر: Cr ، المهبط: Ag

وتتحرك الإلكترونات من المصدر وهو قطب الكروم Cr إلى المهبط وهو قطب Ag عبر الدارة الخارجية.

3- يزداد تركيز أيونات  $Cr^{3+}$  في نصف خلية الكروم بسبب تأكسد ذراته، لذلك تتحرك الأيونات السالبة من القنطرة الملحية باتجاهها لمعادلة هذه الزيادة.

4- تزداد كتلة قطب Ag بسبب اختزال أيونات  $Ag^+$  وترسبها عليه.



أتحقق ص 102

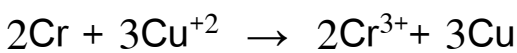
نقص كتلة قطب الكادميوم دليل على تأكسد ذراته واختزالها لأيونات الهيدروجين حسب المعادلة:



$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$$

$$0.4 = 0 - E^\circ_{anode}$$

$$E^\circ_{anode} = -0.4 \text{ V}$$



$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$$

$$E^\circ_{cell} = 0.34 - (-0.73) = 1.07 \text{ V}$$

أتحقق ص 105

## أتحقق ص 111

1- أكتب معادلة التفاعل المتوقع بين أيونات  $Fe^{2+}$  والألمنيوم، ثم أحسب جهد الخلية المعياري للتفاعل:



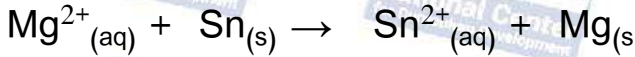
$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$$

$$E^{\circ}_{cell} = -0.44 - (-1.66) = 1.22 V$$

جهد الخلية المعياري للتفاعل موجب، أي أنه يحدث تفاعل تلقائي بينهما، لذلك لا يمكن حفظ محلول  $FeSO_4$  في وعاء من الألمنيوم.

ويمكن الحل بطريقة أخرى وهي : مقارنة جهود الاختزال المعيارية لكل من الألمنيوم ( $-1.66 V$ ) والحديد ( $-0.44 V$ )، جهد الاختزال المعياري للحديد أكبر، أي أن ميل أيوناته للاختزال أكبر لذلك تؤكسد أيونات الحديد  $Fe^{2+}$  ذرات الألمنيوم وبالتالي لا يمكن حفظ محلول  $FeSO_4$  في وعاء من الألمنيوم.

2- أكتب معادلة الأيونية للتفاعل المتوقع، ثم أحسب جهد الخلية المعياري للتفاعل:



$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$$

$$E^{\circ}_{cell} = -2.37 - (-0.14) = -2.23 V$$

جهد الخلية المعياري للتفاعل سالب؛ أي أن التفاعل غير تلقائي الحدوث، ومن ثمّ يمكن حفظ محلول نترات المغنيسيوم بوعاء من القصدير.

ويمكن الحل بطريقة أخرى وهي : مقارنة جهود الاختزال المعيارية لكل من القصدير والمغنيسيوم: ( $E^{\circ}_{Mg} = -2.37 V$ ،  $E^{\circ}_{Sn} = -0.14 V$ )؛ جهد الاختزال المعياري للقصدير أعلى من جهد الاختزال المعياري للمغنيسيوم، ومن ثمّ فإنّ أيونات  $Sn^{2+}$  أكثر ميلاً للاختزال من أيونات  $Mg^{2+}$ ؛ لذلك لا يتأكسد القصدير ولا يختزل أيونات المغنيسيوم؛ أي أنّ التفاعل بينهما غير تلقائي ويمكن حفظ محلول نترات المغنيسيوم بوعاء من القصدير.

## أتحقق ص 113

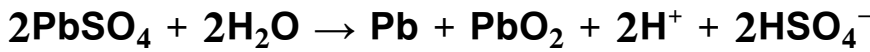
1- أقوى عامل مؤكسد:  $Au^{3+}$  ، أقوى عامل مختزل: Sn

2- Ag

أفكر ص 113 ترتيب الفلزات حسب قوتها كعوامل مختزلة:  $Z < X < Y$

## أتحقق ص 118

1- التفاعل الكلي خلال عملية شحن بطارية الرصاص الحمضية:



2- أفسر: يعد تآكل الحديد خلية جلفانية. (الكتاب ص 118-117 فقرة تآكل الفلزات سطر 9-14)

## أفكر ص 118

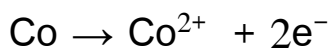
أفسر: وذلك لأن كل من المغنيسيوم والخارصين أكثر نشاطا من الحديد ولها جهد اختزال أقل منه، لذلك تتأكسد هذه الفلزات ولا يتأكسد الحديد وتنتقل الإلكترونات الناتجة عن تأكسدها إلى الحديد الذي يشكل المهبط حيث يختزل الأكسجين.

## مراجعة الدرس الثاني ص 119-120

س1- تنتج الخلية الجلفانية الطاقة الكهربائية من خلال تفاعل تأكسد واختزال تلقائي الحدوث؛ إذ يحدث التأكسد عند قطب المصعد وتنتقل الإلكترونات عبر الأسلاك باتجاه قطب المهبط وتحدث عنده عملية الاختزال.

س2- القنطرة الملحية: أنبوب زجاجي على شكل حرف U يحتوي محلول مشبع لأحد الأملاح يصل بين نصفي الخلية ويحافظ على تعادل الشحنات الكهربائية فيها. جهد الاختزال المعياري: مقياس لميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث في الظروف المعيارية.

س3- أ. المصعد: قطب الكوبلت Co ، المهبط: قطب النحاس Cu



ب. نصف تفاعل التأكسد:



نصف تفاعل الاختزال:

ج.

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = 0.34 - (-0.28) = 0.62 \text{ V}$$

التعبير الرمزي للخلية:  $\text{Co}|\text{Co}^{2+} \parallel \text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$   
د. تقل كتلة القطب Co، وتزداد كتلة القطب Cu.



$$E^{\circ}_{\text{cell}} = 0.54 - (-0.44) = 0.98 \text{ V}$$

س4 - أ.

ب. يزيد تركيز أيونات كل من  $\text{Fe}^{2+}$  و  $\text{I}^{-}$ .

س5

أ. D ، ب.  $\text{A}^{2+}$

ج. نعم، لأن جهد اختزال A أعلى من E لذلك لا يتأكسد A ولا يختزل أيونات  $\text{E}^{2+}$ .

د. من القطب E إلى القطب D ، هـ. 1.9 V

س6



$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = 0.80 - 0.77 = 0.03 \text{ V}$$

أ.

ب.

ج. العامل المؤكسد:  $\text{B}^{+}$  ، العامل المختزل:  $\text{A}^{2+}$

س7

أ. أقوى عامل مؤكسد:  $\text{Br}_2$  ، أقوى عامل مختزل: Mn.

ب. لا، لأن البروم أقوى كعامل مؤكسد من  $\text{Ag}^{+}$  ، لذلك تؤكسد جزيئات البروم ذرات الفضة.

ج. الفضة Ag والمنغنيز Mn.

د.  $\text{Co}^{2+}$  . هـ. القطب Pb تزداد كتلته. و. Ag.

ز. أ- من قطب السكنديوم Sc إلى قطب الكوبلت Co.

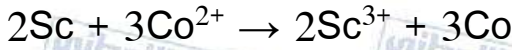
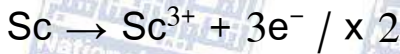
ب-

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$$

$$1.8 \text{ V} = -0.28 - E^{\circ}_{\text{Sc}}$$

$$- E^{\circ}_{\text{Sc}} = 1.80 + 0.28 = 2.08 \text{ V}$$

$$E^{\circ}_{\text{Sc}} = -2.08 \text{ V}$$



ج- نصف تفاعل التأكسد:

نصف تفاعل الاختزال:

التفاعل الكلي:

### الدرس الثالث: خلايا التحليل الكهربائي

أتحقق ص 123



أ. معادلة الإنصهار:

نصف تفاعل التأكسد:

نصف تفاعل الاختزال:

ب. نواتج التحليل الكهربائي: تكون الكالسيوم Ca عند المهبط، وتكون البروم Br<sub>2</sub> عند المصعد.

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = -2.76 - 1.07$$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = -3.83 \text{ V}$$

جهد البطارية اللازم يزيد عن (3.83 V)

أفكر ص 125

الماء النقي غير موصل للتيار الكهربائي نظرا للتركيز المنخفض جدا لأيونات H<sup>+</sup> و OH<sup>-</sup> فيه، لذلك تستخدم كبريتات الصوديوم لتكوين محلول كهربي يسمح بمرور التيار الكهربائي، وبالتالي إحداث تفاعلي تأكسد واختزال غير تلقائيين تتنافس فيها الأيونات الموجبة وجزيئات الماء على الاختزال، والأيونات السالبة وجزيئات الماء على التأكسد.

أتحقق ص 126

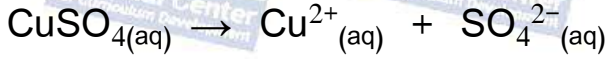


-1 تفاعل المهبط:

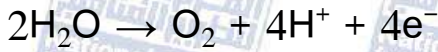


تفاعل المصعد:

أفكر: ص 126



أيون  $\text{SO}_4^{2-}$  لا يتأكسد إنما يتأكسد الماء حسب المعادلة:

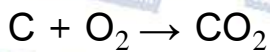


ينتج عن تأكسده الماء غاز الأكسجين وأيونات الهيدروجين  $\text{H}^{+}$  فيزداد تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول، أما أيونات النحاس  $\text{Cu}^{2+}$  فإنها تختزل وتترسب عند المهبط لذلك يقل تركيزها في المحلول، وبالتالي يتحول المحلول تدريجياً إلى محلول  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

أتحقق ص 128

1- لأن جهد اختزال كل من الحديد ( $-0.44 \text{ V}$ ) والخاصين ( $-0.76 \text{ V}$ ) أقل بكثير من جهد اختزال النحاس ( $0.34 \text{ V}$ ) لذلك يكون جهد البطارية المستخدمة في خلية تنقية النحاس أقل من جهد البطارية اللازم لاختزال أيونات  $\text{Fe}^{2+}$  أو  $\text{Zn}^{2+}$ ، لذلك لا تختزل.

2- تشكل أقطاب الجرافيت المصعد في خلية هول-هيروليت حيث تتأكسد أيونات الأكسجين  $\text{O}^{2-}$  مكونة غاز الأكسجين، يتفاعل الغاز مع أقطاب الجرافيت مكوناً  $\text{CO}_2$  حسب المعادلات:



مما يؤدي إلى تأكلها وبالتالي تغييرها بشكل دوري.

## مراجعة الدرس الثالث ص 130

- س1 مبدأ عمل خلية التحليل الكهربائي: تحول خلية التحليل الكهربائي الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية من خلال إمرار تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة كهربية مما يؤدي إلى حدوث تفاعل تأكسد واختزال غير تلقائي الحدوث.
- س2 أ. لأن الماء أسهل تأكسدا من أيونات  $F^-$ ، إذ أن جهد تأكسده ( $-1.23 V$ ) أعلى من جهد تأكسد أيونات الفلوريد  $F^-$  ( $-2.87 V$ ) وبالتالي لا تتأكسد أيونات الفلوريد عند التحليل الكهربائي لمحلول  $NaF$
- ب. نظرا للإرتفاع الكبير لدرجة انصهار أكسيد الألمنيوم ( $Al_2O_3$ ) مما يتطلب اذابته في مصهور مادة الكربوليت لتخفيض درجة انصهاره ثم اجراء عملية تحليل كهربائي للمصهور وجميع هذه العمليات تتطلب كميات كبيرة من الطاقة، أما اعادة تدوير الألمنيوم فيتطلب صهر المواد المصنوعة من الألمنيوم فقط، ونظرا لانخفاض درجة انصهار الألمنيوم مقارنة بأكسيد الألمنيوم فإنها تحتاج لكميات قليلة من الطاقة.
- س3 نواتج التحليل الكهربائي:
- أ. محلول  $MgI_2$ : اليود عند المصعد، وغاز الهيدروجين عند المهبط وتكون محلول  $Mg(OH)_2$ .
- ب. محلول  $Pb(NO_3)_2$ : الرصاص عند المهبط، وغاز الأوكسجين عند المصعد وتكون محلول  $HNO_3$ .
- ج. محلول  $CoSO_4$ : الكوبلت عند المهبط، وغاز الأوكسجين عند المصعد وتكون محلول  $H_2SO_4$ .
- س4 أ. المصعد B، المهبط A.
- ب. اتجاه حركة الإلكترونات من المصعد B إلى المهبط A. أما حركة الأيونات فتتحرك أيونات  $X^-$  باتجاه القطب الموجب B أما أيونات  $M^+$  فتتحرك باتجاه القطب السالب A.
- ج. B
- د. A
- س5 أ. المصعد. ب. قطب نقي من النيكل. ج. نترات النيكل.



مراجعة الوحدة ص 132-136

نوع الخلية	الخلية الجلفانية	خلية التحليل الكهربائي
وجه المقارنة	تحويلات الطاقة	كيمائية إلى كيميائية
شحنة المصعد والمهبط	المصعد(-)، المهبط(+)	المصعد(+)، المهبط(-)
تلقائية التفاعل	تلقائي	غير تلقائي
إشارة $E^{\circ}_{cell}$	موجبة	سالبة

س1

س2

أ. لتخفيض درجة انصهار الألومينا  $Al_2O_3$ ، وبالتالي تخفيض كلفة الطاقة اللازمة لعملية استخلاص الألمنيوم.

ب. نتيجة فقدان جزء من مكوناتها مثل  $PbSO_4(s)$  وبالتالي عدم دخوله في التفاعل العكسي الذي يؤدي إلى إعادة شحن البطارية.

س3

أ. نصف تفاعل التأكسد/ مصعد:

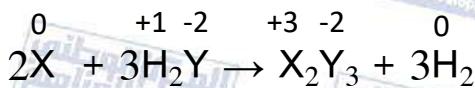
نصف تفاعل الاختزال/ مهبط:

ب. معادلة التفاعل الكلي:  $10Cl^- + 16H^+ + 2MnO_4^- \rightarrow 5Cl_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

ج.  $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$

$$E^{\circ}_{cell} = 1.51 - 1.36 = 0.15 \text{ V}$$

التفاعل تلقائي لأن جهد الخلية المعياري للتفاعل موجب.



س4

بالنظر إلى المعادلة: ألاحظ أن الفلز X حل محل الهيدروجين في  $H_2Y$  وتساعد غاز الهيدروجين،

أي أن ذرات X تأكسدت واختزلت ذرات الهيدروجين في  $H_2Y$ ، أما Y فلم يتغير عدد تأكسده.

أ. التغير في عدد تأكسد X: من  $0 \leftarrow +3$  (زاد).

ب. التغير في عدد تأكسد Y: لم يتغير (-2).

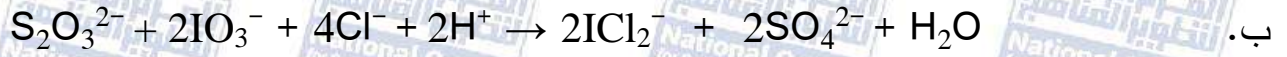
ج. العامل المؤكسد:  $H_2Y$

س5



أ.

العامل المؤكسد:  $\text{MnO}_4^{2-}$  ، العامل المختزل:  $\text{MnO}_4^{2-}$



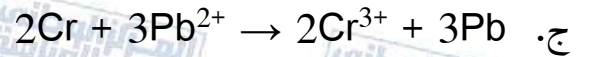
ب.

العامل المؤكسد:  $\text{IO}_3^-$  ، العامل المختزل:  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

س6

أ. المصدر Cr ، المهبط Pb.

ب. تزداد.



ج.

$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$$

د.

$$E^\circ_{\text{cell}} = -0.13 + 0.73 = 0.60 \text{ V}$$

س7

أ. قيم جهود الاختزال المعيارية للعناصر في الجدول:

رمز القطب	$E^\circ$ (V)
A	0.80
B	-1.66
C	1.5
D	-2.71
M	-0.28

ب. C ،

ج.  $\text{B}^{3+}$

س8

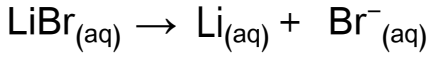
أ.  $\text{Br}_2$

ب.  $\text{Ca} > \text{Cd} > \text{Sn} > \text{Br}^-$

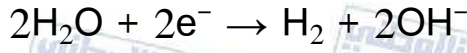
ج. لا

د.  $\text{Br}_2$  ، Ca

س9



أ. تفاعل المصعد:



ب. تفاعل المهبط:

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$$

ج.

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = -0.83 - 1.07 = -1.90 \text{ V}$$

جهد البطارية اللازم يزيد عن (1.90 V).

س10

أ. خلال عملية استخدام البطارية تتحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية، وخلال عملية الشحن تتحول الطاقة الكهربائية إلى كيميائية.

ب. تعمل خلية جلفانية خلال عملية الاستخدام وذلك لأن تفاعل التأكسد والاختزال التلقائي الذي يحدث فيها مولد للتيار الكهربائي مما يتيح استخدامها، أما عند الشحن فإنها تعمل كخلية تحليل كهربائي إذ أن التيار الكهربائي المار فيها يحدث تفاعلي تأكسد واختزال غير تلقائيين يمثلان التفاعل العكسي لكل من تفاعلي التأكسد والاختزال الحادتين فيها أثناء الاستخدام وكذلك ينعكس التفاعل الكلي.

س11

ترتيب العناصر وفق جهود الاختزال المعيارية بناء على المعلومات:  $C < Y < A < X < B < Z$

(1) من القطب C إلى القطب X.

(2) B.

(3) Z, C.

(4) نعم، جهد اختزال Z موجب أي أنه أكبر من جهد اختزال الماء ( -0.83 V )، فيكون أسهل

اختزالاً من الماء، لذلك يمكن تحضيره بالتحليل الكهربائي لمحلول أحد أملاحه.

(5) نعم، جهد الاختزال المعياري للقطب A أقل من جهد الاختزال المعياري لقطب الهيدروجين، لذلك

يتأكسد A ويختزل أيونات الهيدروجين وينطلق غاز  $\text{H}_2$ .

(6) نعم.

س12

أ.  $T > R > E > D > M > L$ .

ب.  $E_{\text{cell}}^{\circ} = 1.93 - 0.32 = 1.61 \text{ V}$ .

ج.  $T - L$ .

د. لا يمكن، لأن R عامل مختزل أقوى من D، لذلك يتأكسد R ويختزل أيونات D.

س13

رقم الفقرة	رمز الإجابة	رقم الفقرة	رمز الإجابة	رقم الفقرة	رمز الإجابة	رقم الفقرة	رمز الإجابة	رقم الفقرة	رمز الإجابة
1	ب	2	أ	3	ج	4	د	5	ج
6	ب	7	د	8	ب	9	ج	10	د
11	ج	12	ب	13	ب	14	د	15	ج
16	أ	17	ج	18	د	19	د	20	ب

## حلول الأسئلة في كتاب الأنشطة والتجارب العملية

### الدرس الأول: التأكسد والاختزال

التجربة الاستهلاكية ص 75

التحليل والاستنتاج:

1- الفلزات التي تفاعلت مع حمض HCl: Mg، Al، Zn.

2- الترتيب: Zn < Al < Mg.

3-

معادلة التفاعل	الفلزات التي تفاعلت مع الحمض
$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$	Mg
$2Al_{(s)} + 6HCl_{(aq)} \rightarrow 2AlCl_{3(aq)} + 3H_{2(g)}$	Al
$Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$	Zn

4-

العنصر	التغير الذي طرأ على شحنة الفلز
Mg	تغيرت الشحنة من 0 إلى +2
Al	تغيرت الشحنة من 0 إلى +3
Zn	تغيرت الشحنة من 0 إلى +2

نوع التفاعل: استبدال، إحلال أحادي، تأكسد واختزال.

## التجربة (1): مقارنة جهود بعض الخلايا الجلفانية ص 105-106

المهبط	المصعد	الخلية
Cu	Zn	Zn – Cu
Cu	Al	Al – Cu
Cu	Pb	Pb – Cu
Pb	Al	Al – Pb

التحليل والاستنتاج:

1- الإجابة في الجدول المجاور:

معادلة التفاعل الكلي	الخلية
$Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$	Zn – Cu
$2Al + 3Cu^{+2} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Cu$	Al – Cu
$Pb + Cu^{+2} \rightarrow Pb^{2+} + Cu$	Pb – Cu
$2Al + 3Pb^{+2} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Pb$	Al – Pb

2-

$$E^{\circ}_{\text{cell}} (\text{Al} - \text{Cu}) > E^{\circ}_{\text{cell}} (\text{Al} - \text{Pb}) > E^{\circ}_{\text{cell}} (\text{Zn} - \text{Cu}) > E^{\circ}_{\text{cell}} (\text{Pb} - \text{Cu}) \quad -3$$

كلما زاد ميل كل من نصفي تفاعل التأكسد والاختزال للحدوث زاد جهد الخلية.

$$\text{Cu} > \text{Pb} > \text{Zn} > \text{Al} \quad -4$$

## التجربة (2): مقارنة قوة بعض العوامل المختزلة

ص 114

التحليل والاستنتاج:

1- معادلات التفاعل الحادث في كل أنبوب. (لأن أيون النترات  $\text{NO}_3^-$  لم يحدث له أي تغيير خلال التفاعل فهو أيون متفرج لذلك سيتم حذفه من معادلات التفاعل وكتابة معادلة أيونية).

معادلة التفاعل	العنصر
$\text{Mg} + \text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Ni}$	Mg
$\text{Mg} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Pb}$	Mg
$\text{Mg} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Fe}$	Mg
$\text{Fe} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Pb}$	Fe
$\text{Fe} + \text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Ni}$	Fe
$\text{Ni} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + \text{Pb}$	Ni

-2  $\text{Mg} > \text{Fe} > \text{Ni} > \text{Pb}$

3- لأن المغنيسيوم أقوى كعامل مختزل من النيكل، لذلك فإنه يتأكسد ويختزل أيونات النيكل.

4- لأن الرصاص عامل مختزل أضعف من الحديد فلا يتأكسد ولا يختزل أيونات الحديد.

### التجربة (3): التحليل الكهربائي لمحاليل بعض المركبات الأيونية

ص 129-130 التحليل والاستنتاج:

1- وصف التغيرات:

محلول $\text{CuSO}_4$	محلول KI
عند المصعد يتصاعد غاز $\text{O}_2$ .	عند المصعد يتغير اللون إلى بني نتيحة تأكسد أيونات $\text{I}^-$ وتحولها إلى جزيئات اليود $\text{I}_2$ .
عند المهبط يترسب النحاس.	عند المهبط يتصاعد غاز الهيدروجين وتتكون أيونات $\text{OH}^-$ فيتحول لون المحلول إلى زهري.

2- نواتج التحليل الكهربائي:

محلول $\text{CuSO}_4$	محلول KI
تكون غاز $\text{O}_2$ ومحلول $\text{H}_2\text{SO}_4$ عند المصعد، وترسب النحاس عند المهبط.	تكون جزيئات اليود $\text{I}_2$ عند المصعد ، يتكون غاز $\text{H}_2$ ومحلول KOH عند المهبط.

محلول $\text{CuSO}_4$	محلول KI	التفاعل
$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	$2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$	تفاعل المصعد/تأكسد:

محلول $\text{CuSO}_4$	محلول KI	التفاعل
$\text{Cu}^{+2} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	تفاعل المهبط/اختزال

5- نواتج التحليل الكهربائي لمحلول  $\text{CuI}_2$ : ترسب النحاس Cu عند المهبط، وتكون اليود  $\text{I}_2$  عند المصعد.



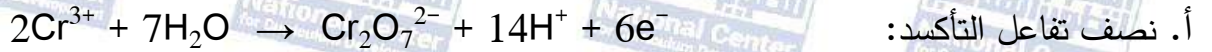
## أسئلة تفكير

ص 29-33

س 1

لا يتفاعل النحاس Cu مع حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف وذلك لأن جهد الاختزال المعياري للنحاس أعلى منه للهيدروجين، لذلك لا يتأكسد النحاس ولا يختزل أيونات الهيدروجين  $H^+$ ، أما تفاعل النحاس مع حمض  $HNO_3$  المخفف فإن أيونات  $NO_3^-$  تُختزل إلى NO بواسطة النحاس، إذ أن جهد الاختزال المعياري للنحاس أقل من جهد الاختزال المعياري لأيونات  $NO_3^-$  لذلك يتأكسد النحاس ويختزل أيونات  $NO_3^-$  إلى NO.

س 2



ب. العامل المؤكسد:  $MnO_4^-$ .

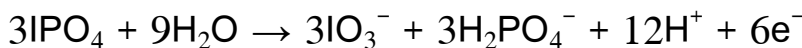
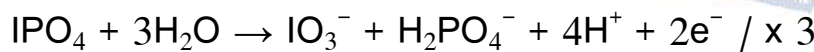
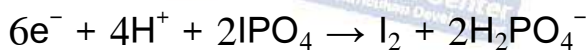
ج. العامل المختزل:  $Cr^{3+}$ .

د.

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$$

$$E^{\circ}_{cell} = 1.51 - 1.33 = 0.18 V$$

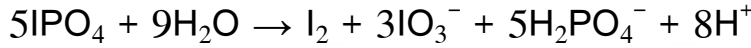
س 3



نصف تفاعل الاختزال:

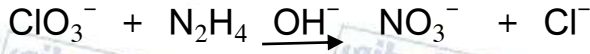
نصف تفاعل التأكسد:

معادلة التفاعل الكلي الموزونة:



العامل المختزل:  $\text{IPO}_4$  ،

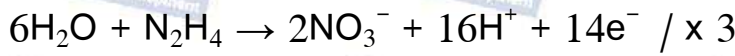
العامل المؤكسد:  $\text{IPO}_4$



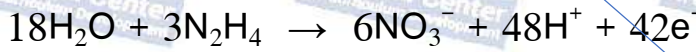
ب.



نصف تفاعل الاختزال:



نصف تفاعل التأكسد:



معادلة التفاعل الكلي الموزونة:

العامل المختزل:  $\text{N}_2\text{H}_4$  ،

العامل المؤكسد:  $\text{ClO}_3^-$

س4

B > C > A > D -1

D<sup>2+</sup> -2

-3 نعم يمكن، لأن جهد اختزال A أعلى من جهد اختزال B، لذلك لا يتأكسد A ولا يختزل أيونات B<sup>2+</sup>.

4. B و D .

س5

التفاعل المتوقع:  $Cl_2 + 2Br^- \rightarrow 2Cl^- + Br_2$

تفسير ذلك أن الكلور  $Cl_2$  عامل مؤكسد أقوى من البروم لأن جهد اختزاله المعياري أعلى منه، فيؤكسد الكلور أيونات البروميد  $Br^-$ ، أما الفلور فهو عامل مؤكسد أقوى من الكلور حيث أن جهد اختزاله المعياري أعلى منه لذلك لا يؤكسد الكلور أيونات الفلوريد  $F^-$ .

س6

أ.  $[Zn^{2+}] = 1M$

ب. لا يمكن استخدام محلول  $CuSO_4$  في القنطرة الملحية المستخدمة في الخلية، لأن أيونات  $Cu^{2+}$

ستتحرك باتجاه نصف خلية الهيدروجين التي تمثل نصف خلية الاختزال، ولأن جهد الاختزال المعياري للنحاس أعلى منه للهيدروجين فإن أيونات النحاس ستختزل بدلا من أيونات الهيدروجين  $H^+$  وتترسب فيصبح جهد الخلية المعياري المقاس لا يمثل جهد الخلية المطلوبة.

س7

أ. لا يمكن، لأن جهد الاختزال المعياري للماء ( $-0.83 V$ ) أعلى من جهد الاختزال المعياري للمغنيز ( $-1.18 V$ ) لذلك يكون الماء أسهل اختزالا فيختزل ولا تختزل أيونات  $Mn^{2+}$ .

ب. نصف تفاعل الاختزال:  $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$

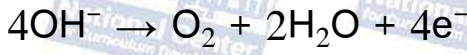
ج.  $NaOH_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

عند المهبط يختزل الماء حسب المعادلة:  $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$

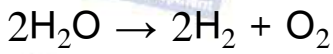
لأن جهد الاختزال المعياري له ( $-0.83 V$ ) أعلى من جهد الاختزال المعياري للصوديوم

(-2.71 V). أما عند المصعد فتتأكسد أيونات الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$  حيث أن جهد تأكسدها المعياري (-0.4 V) وهو أكبر من جهد تأكسد الماء المعياري (-1.23 V) لذلك تكون أسهل تأكسداً وذلك

حسب المعادلة:



للحصول على معادلة التحليل الكهربائي لمحلول  $\text{NaOH}$  الكلية نضرب معادلة نصف تفاعل الاختزال  $2 \times$  ونجمع نصفي تفاعل التأكسد والاختزال:



المعادلة الكلية:



د.

عند التحليل الكهربائي للمصهور فإن الأيون السالب  $\text{I}^-$  يتأكسد، والأيون الموجب  $\text{Mn}^{2+}$  يختزل، يُحسب جهد الخلية:

$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$$

$$E^\circ_{\text{cell}} = -1.18 - 0.54 = -1.72 \text{ V}$$

جهد البطارية اللازم لإحداث التفاعل يزيد عن (1.72 V) لذلك لا يحدث التفاعل إذا زودت الخلية بجهد مقداره (1.5 V).