# الفصل الأول

## تدريب

ص ٨

طبقاً لمعلوماتك عن الغازات الحقيقية والمثالية ما استنتاجك عن الترابط بين جزئياتهما ؟

الترابط بين جزيئات الغاز الحقيقي ضعيفة جدا

ومعدومة بين جزيئات الغاز المثالي

## تدريب

ص ١١

- يمثل الجدول التالي مجموعة من نتائج الاختبارات على غاز . أكمل الجدول من خلال دراستك لقانون بويل :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| الحجم ( لتر ) | ٠,٥ | ١ | 0.032 | ٠,٣٣ |
| الضغط ( جوي ) | ٦٠ | 30 | ١٥,٢٨ | ١,٥ |

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$0.5 \times 60 = 1 \times P_2$$

$$P_2 = \frac{0.5 \times 60}{1} = 30 \text{ atm}$$

$$0.33 \times 1.5 = V_2 \times 15.28$$

$$V_2 = \frac{0.33 \times 1.5}{15.28} = 0.032 \text{ L}$$

- عينة من غاز ضغطها ٢ ضغط جوي في إناء حجمه ٤٠٠ مل عند درجة حرارة صفر مْ فكم يبلغ حجمها عند نفس درجة الحرارة إذا تغير الضغط إلى ٤ ضغط جوي .

$$V_2 = \frac{2 \times 400}{4} = 200 \text{ ml} = 0.2 \text{ L}$$

- إذا تم ضغط عينة من الغاز من حجم ٤٥٠ مل إلى ٣٢٠ مل فإذا كان الضغط الأول ٤٧٥ملم زئبق فما هو الضغط النهائي .

$$V_1 = 450 \times 10^{-3} = 0.45 \text{ L} \quad \& \quad V_2 = 320 \times 10^{-3} = 0.32 \text{ L}$$

$$P_1 = \frac{475}{760} = 0.625 \text{ atm}$$

$$P_2 = \frac{0.45 \times 0.625}{0.32} = 0.88 \text{ atm}$$

## تدريب ص ١٥

١- إذا كان لدينا ٤٦٢ سم$^3$ من غاز عند درجة حرارة ٣٥°م وضغط قدره ١,١٥جو احسب حجم هذا الغاز عند درجة حرارة صفر°م و ضغط جوي واحد .

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

$$V_1 = 462 \times 10^{-3} = 0.462\ L \quad \& \quad V_2 = ??$$

$$P_1 = 1.15\ atm \quad \& \quad P_2 = 1\ atm$$

$$T_1 = 35 + 273 = 308\ K \quad \& \quad T_2 = 0 + 273 = 273K$$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1} = \frac{1.15 \times 0.462 \times 273}{1 \times 308} = 0.47\ L$$

٢- إذا كان ضغط كمية معينة من أحد الغازات يساوي ٣٠ ضغط جوي و ذلك في إناء سعته ١٥٠ مللتراً عند درجة حرارة ٢٠٠ مطلقة؛ كم يبلغ ضغطه عند درجة حرارة ٣٠٠ مطلقة إذا نقل إلى إناء سعته ٢٥٠مللتر .

$$V_1 = 150 \times 10^{-3} = 0.15\ L \quad \& \quad V_2 = 250 \times 10^{-3} = 0.25\ L$$

$$P_1 = 30\ atm \quad \& \quad P_2 = ??$$

$$T_1 = 200\ K \quad \& \quad T_2 = 300K$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 V_2} = \frac{30 \times 0.15 \times 300}{200 \times 0.25} = 27\ atm$$

## تدريب ص ١٧

١ - احسب ضغط ٠,٢٥ مول من غاز الهيدروجين ( $H_2$ ) الذي يشغل حجماً مقداره ١٠لتر عند ١٠°م ؟

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{0.25 \times 0.082 \times (10+273)}{10} = 0.58\ atm$$

٢- احسب عدد مولات غاز أول أكسيد الكربون CO الذي يشغل حجماً مقداره ٥٠٠ سم$^3$ عند درجة حرارة ٥٠°م و ضغط يساوي ١,٥ جو ؟

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.5 \times (500 \times 10^{-3})}{0.082 \times (50+273)} = 0.0283\ mol$$

٣- احسب الحجم الذي يشغله ١٠ كيلو جرام من غاز ثاني أكسيد الكربون $CO_2$ عند ٢٧°م وضغط ٢ جو .

$$V = \frac{nRT}{P}$$

أحسب عدد المولات $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}}$

$$n = \frac{10^4}{12+(2\times16)} = 227 \text{ mol}$$

$$V = \frac{227\times0.082\times(27+273)}{2} = 5584 \text{ L}$$

تدريب ص ١٨

اكتب معادلة تكوين غاز النشادر ومانسب حجوم الغازات بعضها إلى بعض ؟

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

نسب الحجوم 1 : 3 : 2

تدريب ص ٢١

يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز النيتروجين لينتج غاز النشادر حسب المعادلة :

$$3H_2(g) + N_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

فإذا وضع ٠,٥ مول من الهيدروجين مع ٠,٥ مول من النيتروجين فكم يكون حجم النيتروجين الفائض في الشروط المعيارية ؟ و كم يكون حجم النشادر ؟

من المعادلة

$$3 \text{ mol } H_2 \rightarrow 1 \text{ mol } N_2$$

$$0.5 \rightarrow ?$$

عدد المولات المتفاعلة من النيتروجين مع نصف مول هيدروجين

$$\frac{0.5\times1}{3} = 0.16 \text{ mol } N_2$$

**عدد مولات $N_2$ الفائضة** : $0.5 - 0.16 = 0.3$ mol

**الحجم الفائض من $N_2$** $V = 22.4n = 22.4 \times 0.3 = 7.6L$

$$3 \text{ mol } H_2 \rightarrow 2 \text{ mol } NH_3$$

$$0.5 \rightarrow ?$$

$$\frac{0.5\times2}{3} = 0.3 \text{ mol } NH_3$$

حجم النشادر $V = 22.4n = 22.4 \times 0.3 = 7.6L$

## تدريب

ص ٢٣

**١ - ما عدد الجزيئات في لتر من الهيدروجين عند صفر °م و ضغط جوي واحد؟**

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 1}{0.082 \times 273} = 0.04 \text{ mol}$$

عدد الجزيئات = عدد المولات×عدد أفوغادرو

$$0.04 \times 6.02 \times 10^{23} = 0.24 \times 10^{23} \text{ molecules}$$

**٢- كم جراماً من ثاني أكسيد الكربون في ٥ لتر عند درجة حرارة ٢٧ °م وضغط جوي واحد ؟**

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1\times5}{0.082\times(27+273)} = 0.2 \text{ mol}$$

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية

$$0.2 \times [12 + 2(16)] = 8.8 \text{ g}$$

**٣- ما حجم ٣ مول من غاز $CO_2$ في الظروف المعيارية ؟**

$$V = 22.4n = 22.4 \times 3 = 67.2 \text{ L}$$

## تدريب

ص ٢٦

**١- ما ضغط خليط مكون من ٤ جم من الأكسجين، ٧ جم نيتروجين، ٦×١٠ ٢٣ جزيء هيدروجين و ٠,٢ مول من ثاني أكسيد الكربون في وعاء حجمه ١٠ لتر عند درجة حرارة ٢٧ °م ؟**

ضغط خليط غازات = مجموع الضغوط الجزيئية للغازات المكونة له

نحسب ضغط كل غاز على حدة : $P = \frac{nRT}{V}$

١- الأكسجين

نحسب عدد المولات (الكتلة ÷ الكتلة المولية)

$$\frac{4}{16\times2} = 0.125 \text{ mol } O_2$$

$$P_{O_2} \frac{0.125\times0.082\times(27+273)}{10} = 0.3 \text{ atm}$$

٢- النيتروجين

نحسب عدد المولات $\frac{7}{14\times2} = 0.25 \text{ mol } N_2$

$$P_{N_2} \frac{0.25\times0.082\times(27+273)}{10} = 0.6 \text{ atm}$$

٣- الهيدروجين

نحسب عدد المولات $\frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد أفوغادرو}}$

$$\frac{6\times10^{23}}{6.02\times10^{23}} = 1 \text{ mol } H_2$$

$$P_{H_2} \frac{1\times0.082\times(27+273)}{10} = 2.46 \text{ atm}$$

٤- ثاني أكسيد الكربون

$$P_{CO_2} \frac{0.2\times0.082\times(27+273)}{10} = 0.5 \text{ atm}$$

٥- ضغط الخليط $0.3 + 0.6 + 2.46 + 0.5 = 3.86$ atm

**٢- إحدى طرق تحضير غاز الهيدروجين تشمل تفاعل عنصر من المغنيسيوم أو الخارصين مع حمض الكلور أو حمض الكبريت و يجمع الهيدروجين في وعاء فوق الماء .**

**أ - اكتب معادلة التفاعل .**

$Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2$

$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

**ب - احسب حجم الهيدروجين الذي يمكن تحضيره من تفاعل ١جم من المغنيسيوم مع كمية مناسبة من محلول حمض الكبريت في درجة ٢٥°م و ضغط جوي واحد؛ علماً بأن ضغط بخار الماء هو ٢,٤ سم زئبق .**

Mg = 24 , S = 32 , O = 16 , H = 1

احسب عدد مولات 1g M $n = \frac{1}{32} = 0.041 \text{ mol Mg}$

$Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2$

$1 \text{ mol Mg} \rightarrow 1 \text{ mol H}$

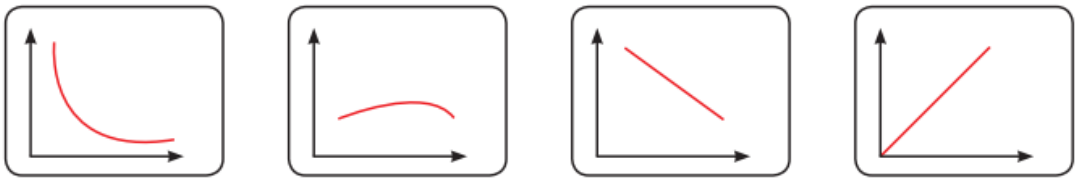
$0.041 \rightarrow ??$

$$\frac{0.041\times1}{1} = 0.041 \text{ mol } H_2$$

$$V_{H_2} = \frac{nRT}{P} = \frac{0.041\times0.082\times(27+273)}{1} = 3.4 \text{ L}$$

## س١ : اختر الإجابة الصحيحة :

أ – الشكل الذي يمثل سلوك الغاز المثالي هو:



أ ) ب) ج) د)

ب – إذا كانت درجة حرارة غاز تساوي ٣٠°م فإن درجة حرارته المطلقة تساوي :

أ ) ٣٠ ب ) ٢٧٣ ج ) ٢٤٣ د ) ٣٠٣

جـ – تتناسب سرعة حركة جزيئات الغاز عكسياً مع :

أ ) عددها ب ) ثقلها ج ) نوعها د ) ب + ج

د – تعتمد الخواص الفيزيائية للغازات على :

أ ) الحجم ب ) الضغط ج ) درجة الحرارة د ) جميع ما تقدم

هـ – يوضح الجدول التالي العلاقة بين درجة الحرارة المطلقة و حجم الغاز عند ثبات الضغط

| | | | |
|---|---|---|---|
| درجة الحرارة المطلقة | ٥٠٠ | ٤٠٠ | ٣٠٠ |
| حجم الغاز باللتر | ٥ | ٤ | س |

فإن قيمة س تساوي :

أ ) ٣ ب ) ٦ ج ) ٧ د ) ٥

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{4 \times 300}{400} = 3\ L$$

و – برفع درجة حرارة غاز مثالي إلى الضعف و عند ثبات الضغط فإن الحجم :

أ ) يزيد إلى الضعف ب ) يقل إلى النصف ج ) لا يتغير د ) يتلاشى

درجة الحرارة يتناسب طرديا مع الحجم

## س٢ . فسر الظواهر التالية من خلال قوانين الغازات :

أ – تزايد حجم الفقاقيع المنطلقة من الغواص كلما اقترب من سطح الماء .

لأن الضغط أعلى سطح الماء أقل من الضغط في عمق الماء ، والحجم يتناسب عكسيا مع الضغط

ب – يقل حجم البالون المملوء بالهواء عند وضعه في وعاء من النيتروجين السائل درجة حرارته – ١٩٦°م ).

الحجم يتناسب طرديا مع درجة الحرارة ، إذا انخفضت درجة حرارة الغاز قلت الطاقة الحركية بين الجزيئات فتصبح متقاربة أكثر فيتقلص الحجم

جـ – يزداد حجم الرئتين في عملية الشهيق و يقل في عملية الزفير.

أثناء عملية الشهيق يدخل المزيد من الهواء إلى الرئتين فيرتفع الضغط فتتمدد الرئتين (يزداد حجمها) لمقاومة الارتفاع في الضغط

## س٣. نفّذ الحسابات التالية:

أ – ما عدد الجزيئات في ١سم٣ من غاز النيتروجين في الشروط المعيارية ؟

$$V = 10^{-3}L$$

$$n = \frac{V}{22.4} = \frac{10^{-3}}{22.4} = 4.45 \times 10^{-5}mol$$

عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد أفوغادرو

$$4.45 \times 10^{-5} \times 6.02 \times 10^{23} = 26.8 \times 10^{18}$$ جزيء

ب – وضع خليط من ١٠ جم من الهيدروجين، ٦٤ جم من الأكسجين في وعاء حجمه ١٠ لتر في درجة حرارة ٢٥°م :

١- احسب ضغط المزيج.

$$n_{H_2} = \frac{10}{2} = 5\ mol \quad \& \quad P_{H_2} = \frac{5 \times 0.082 \times (25+273)}{10} = 12.2\ atm$$

$$n_{O_2} = \frac{64}{2(16)} = 2\ mol \quad \& \quad P_{O_2} = \frac{2 \times 0.082 \times (25+273)}{10} = 4.8\ atm$$

$$P_{mix} = 12.2 + 4.8 = 17\ atm$$

٢- إذا برد وعاء التفاعل إلى ٢٥°م كم يكون الضغط بعد التفاعل ؟[1]

$$P_1T_1 = P_2T_2$$

$$P_2 = \frac{17 \times (25+273)}{(25+273)} = 17\ \ atm$$

[1] أعتقد يوجد خطأ في السؤال درجة الحرارة أصلا ٢٥

جـ – تشغل عينة من غاز الميثان الجاف حجما قدره ٣٦٨سم٣عند درجة حرارة ٢١°م و ضغط ٧٥٢ مليمتر زئبق. فإذا مررت هذه العينة في الماء و أعيد جمع الغاز عند نفس درجة الحرارة و الضغط كم يكون حجم غاز الميثان علماً بأن ضغط بخار الماء عند ٢١°م يساوي ١٨,٧ مليمتر زئبق .

$V_1 = 368 \times 10^{-3} = 0.368\ L \quad \& \quad V_2 = ??$

$P_1 = P_2 = \frac{752}{760} = 1\ atm$

$T_1 = T_2 = 21 + 273 = 294\ K$

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

$V_2 = \frac{\cancel{P_1} V_1 \times \cancel{T_2}}{\cancel{T_1} \times \cancel{P_2}} \qquad V_2 = V_1 = 0.368\ L$

لم تتغير الظروف درجة الحرارة والضغط وعليه لم يتغير الحجم أيضا

**س٤ . ما مقياس درجة الحرارة الواجب استخدامه في:**

أ – مسائل قانون شارل.

ب – مسائل قانون الحالة الغازية.

جـ – مسائل القانون العام للغازات.

د – مسائل قانون بويل.

جميعها درجة الحرارة المطلقة (كلفن)

# الفصل الثاني

**ما الفرق بين محلول ملح الطعام في الماء ومسحوق الطباشير في الماء ؟**

محلول ملح الطعام في الماء مخلوط متجانس ، مسحوق الطباشير في الماء غير متجانس

**حاول أن تصنف المحاليل التالية : سكر في الماء ، هيدروجين في البلاتين ، ثاني أكسيد الكربون في الماء ، السبائك ، دقائق الغبار في الهواء .**

- سكر في الماء : صلب في سائل
- هيدروجين في البلاتين : غاز في صلب
- ثاني أكسيد الكربون في الماء : غاز في سائل
- السبائك : صلب في صلب
- دقائق الغبار في الهواء : صلب في غاز

ص ٣٣

حدد حالة المذاب ، حالة المذيب ، نوع المحلول من خلال الجدول التالي :

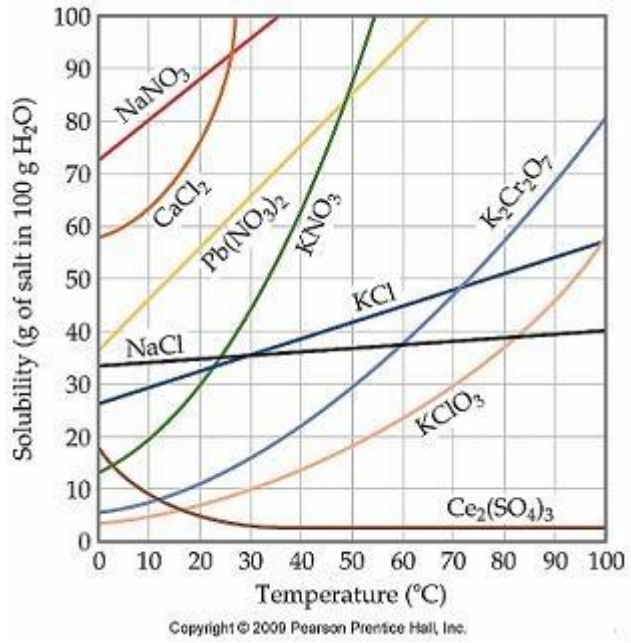
| أمثلة المحاليل | حالة المذيب | حالة المذاب | نوع المحلول |
|---|---|---|---|
| ثاني أكسيد الكربون في الماء | سائل | غاز | متجانس |
| الأسيتون في الماء | سائل | سائل | متجانس |
| ملح الطعام في الماء | سائل | صلب | متجانس |
| الهيدروجين في البلاتين | صلب | غاز | |
| السبائك كالبرونز | صلب | صلب | |
| الزئبق في الفضة | صلب | سائل | |
| الهواء الجوي | غاز | غاز | |
| دقائق الغبار في الهواء | غاز | صلب | |
| جزيئات بخار الماء في الهواء | غاز | غاز | |

**٢ - احسب ذائبية غاز $O_2$ في ماء البحار الذي يتلاءم واحتياجات المخلوقات البحرية إذا علم أن مقدار ما يسهم به $O_2$ في الضغط الجوي يساوي ٠,٢١ ضغط جوي ( بالرجوع إلى ثوابت هنري ).**

ص ٤٠ ثابت هنري لغاز الأكسجين = $1.3x10^{-3}$

$$\frac{S}{P} = \text{ثابت هنري} \quad \rightarrow \quad \frac{S}{0.21} = 1.3 \times 10^{-3}$$

$$S_{O_2} = 0.21 \times 1.3 \times 10^{-3} = 0.273 \times 10^{-3} \text{ g/l}$$






## تدريب

**تمعن في الشكل السابق و أجب منه على ما يلي :**

١- حدد الملح الذي له أكبر ذائبية عند درجة (١٠ س°م) .

$NaNO_3$

٢- حدد الملح الذي له أقل ذائبية عند درجة (١٠ س°م ) .

$K_2Cr_2O_7$ $KClO_3$

٣ - ما هي الأملاح التي تزداد ذائبيتها بزيادة درجة الحرارة ؟ و ما نوع الذوبان في هذه الحالة ؟

$NaNO_3$ $CaCl_2$ $Pb(NO_3)_3$ $KNO_3$ KCl NaCl $K_2Cr_2O_7$ $KClO_3$

**يسمي ذوبان ماص للحرارة**

٤- مـا هي الأملاح التـي تقل ذائبيتها بزيادة درجة الحرارة ؟ وما نـوع الذوبان في هذه الحالة؟

$Ce_2(SeO_4)_3$ ذوبان طارد للحرارة

٦- حضِّر محلول مشبع من $KNO_3$ و $NaNO_3$ عند درجة ٧٠°م ثم برد المحلول إلى ٥٠°م، أي المحلولين سوف يترسب أولاً ؟

سيترسب أولا الذي له ذائبية أقل عند 50° C وهو $KNO_3$

## تدريب ص ٥٤

**ما حجم الميثانول ( $CH_4O$ ) اللازم إضافته لعمل ٩٠ مللتراً من الماء لتكوين محلول النسبة المئوية له ١٣٪ حجماً ؟**

النسبة الحجمية للمذاب = $\frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المذيب}} \times 100$

**النسبة المئوية الحجمية للمذاب = ( $\frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المذيب}}$ ) × ١٠٠**

حجم المحلول = حجم الماء + حجم الميثانول

$\frac{\text{حجم الميثانول}}{90} \times 100 = 13$

حجم الميثانول = $\frac{90}{100} \times 13 = 11.7$ ml

## تدريب ص ٥٧

**١- محلول مائي حجمه ٣٠٠ مللتر يحتوي على ٠,٢٥ مول من هيدروكسيد الصوديوم ( $NaOH$ ) احسب الجزيئية الحجمية ( المولارية ) لهذا المحلول .**

**الجزيئية الحجمية( المولارية) = $\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$**

$$\frac{0.25}{300 \times 10^{-3}} = 0.83 \text{ M}$$

**٢- كم تكون كتلة برمنجنات البوتاسيوم ( $KMnO_4$ ) اللازمة لتحضير ٠,٣ لتر من محلول برمنجنات البوتاسيوم الذي مولاريته ٠,٢ مولار ؟**

$K = 39$ , $Mn = 55$ , $O = 16$

عدد المولات = المولارية × حجم المحلول باللتر $\quad n = 0.2 \times 0.3 = 0.06$ mol

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية $\quad 0.06 \times [39 + 55 + 16(4)] = 9.48$ g

## تدريب ص ٦٠

إذا كان لدينا ٢٥٠ مللتراً من محلول تركيزه ١,٢٥ مولار؛ فكم حجم الماء الذي يلزم إضافته لتكوين محلول تركيزه ٠,٥ مولار ؟

$V_1M_1 = V_2M_2$

$V_2 = \frac{1.25 \times 250}{0.5} = 625 \text{ ml}$

$V_{H_2O} = 625 - 250 = 375 \text{ ml}$

احسب الجزيئية الكتلية ( المولالية ) للغَوْل الإيثيلي ( $C_2H_6O$ ) الناتج عن إذابة ٣ مولات من الغول في ٤٥ مول من الماء .

$$\text{الجزئية الكتلية ( المولالية )} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب بالكيلوجرام}}$$

كتلة الماء = عدد المولات × الكتلة المولية $45 \times 18 = 810 \text{ g} \times 10^{-3} = 0.81 \text{ Kg}$

المولالية : $\frac{3}{0.81} = 3.7 \text{ molal}$

## تدريب ص ٧٢

احسب الانخفاض في درجة تجمد النفثالين نتيجة إذابة ١ جرام من الكبريت ($S_8$) في ٢٠ جرام من النفثالين إذا علمت أن ثابت انخفاض درجة تجمد النفثالين ٦,٨ درجة / مولال ، و أن الكتلة الذرية للكبريت = ٣٢ جرام

١- عدد مولات $S_8$ $= \frac{1}{8 \times 32} = 0.004$ مول

٢- مولالية المحلول = عدد مولات المذاب ÷ كتلة المذيب (Kg)

$$m = \frac{0.004}{0.02} = 0.2 \text{ m}$$

$$T_f = K_f \times m = 6.8 \times 0.2 = 1.36℃$$

## س١ : اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

أ – تحدث نقطة الغليان عندما يكون الضغط البخاري للسائل بالنسبة للضغط الجوي

١- ضعفه ٢- أقل منه ٣ – أكبر منه (٤)- مساوياً له

ب – تقل ذائبية الغاز في السائل إذا:

١- أذيبت فيه مادة صلبة غير متطايرة.

٣ – انخفضت درجة حرارة السائل .

(٢)- ارتفعت درجة حرارة السائل.

٤ – حدث كلٌ ( ١ + ٢ ) معاً .

جـ- عند إذابة ٢٠ جرام من NaOH في الماء لتكوين لتر من المحلول يكون تركيز المحلول

(أ)- ٠,٥ مولار ب – ١ مولار جـ- ٢ مولار د- ٤ مولار

Na = 23 , H=1 , O=16

$$M = \frac{n}{V(L)}$$

$$n_{NaOH} = \frac{20}{23 + 16 + 1} = 0.5 \text{ mol}$$

$$M = \frac{0.5}{1} = 0.5 \text{ M}$$

## س٢ : علل لما يلي :

أ – إضافة جلايكول الإيثليين إلى الماء الموجود فى نظام تبريد السيارات .

ليمنع تجمد الماء وذلك بتخفيضه

ب –الارتفاع في درجة الغليان لمحاليل المواد المتأينة في الماء أعلى منه لمحاليل المواد الجزيئية التى لها التركيز نفسه .

لأن المواد المتأينة تنتج جسيمات (دقائق) أكثر من المواد الجزيئية

جـ – يذوب كلوريد الصوديوم في الماء ولا يذوب في الجازولين

لأن الجازولين مركب تساهمي غير قطبي

س٤ : احسب التركيز بالمولارية والمولالية لمحلول مائي مكونٌ من ٢٠ جرام من كربونات الليثيوم $Li_2CO_3$ و١٠٠ جرام من الماء إذا علمت أن كثافة المحلول ١,١٢جرام / لتر.

$Li = 7 , C = 12 , O = 16$

المولارية = عدد مولات المذاب ÷ حجم المحلول باللتر

كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

$$20 + 100 = 120\ g$$

حجم المحلول = الكتلة ÷ الكثافة

$$V = \frac{120}{1.12} = 107L$$

عدد مولات المذاب $Li_2CO_3$ = الكتلة ÷ الكتلة المولية

$$\frac{20}{2(7)+12+3(16)} = 0.27\ mol$$

$$M = \frac{0.27}{107} = 0.0025\ mol/L$$

المولالية = عدد مولات المذاب ÷ كتلة المذيب (كجم)

$$m = \frac{20}{0.1} = 200\ mol/Kg$$

س٥ : ما درجة غليان المحلول الناتج من إذابة جرام من سكر القصب $C_{12}H_{22}O_{11}$ في كمية من الماء قدرها ٢٥ جرام ؟

ثابت الارتفاع في درجة غليان الماء = 0.513

المولالية = عدد مولات المذاب ÷ كتلة المذيب (كجم)

عدد مولات $C_{12}H_{22}O_{11}$ $\frac{25}{12(12)+22+11(16)} = 0.058\ mol$

$$m = \frac{0.058}{0.025} = 2.32\ mol/g$$

$$T_b = K_b \times m = 0.513 \times 2.32 = 1.2°C$$

**س٦ : كم مللتراً من الماء يجب أن يضاف إليها ٢٥٠ مللتراً من محلول حمض الكبريت الذي تركيزه ١٩,٦٪ وزناً وكثافته ١,٩٦ جرام / مللتر لكي نحصل على محلول تركيزه ( ٢ مولار ) ؟**

S = 32 , O = 12 , H = 2

كتلة المحلول = حجم المحلول× الكثافة $250 \times 1.96 = 490\ g$

النسبة المئوية الكتلية = (كتلة المذاب ÷ كتلة المحلول) × 100

$$\frac{\text{كتلة المذاب}}{490} \times 100 = 19.6$$

كتلة المذاب = $\frac{19.6 \times 490}{100} = 96.04\ g$

عدد مولات المذاب = الكتلة ÷ الكتلة المولية

$$n = \frac{96.04}{2 + 32 + 4(16)} = 0.7\ mol$$

$$V = \frac{n}{M} = \frac{0.7}{2} = 0.35\ L = 350\ ml$$

$$V_{H_2O} = 350 - 250 = 100\ ml$$

**س٧: إذا كانت كمية الماء في مبرد السيارة ٤,٥ كجم فاحسب كتلة جلايكول الإيثليين $C_2H_6O_2$ اللازم إضافتها لتضمن عدم تجمد الماء في المبرد حتى درجة -٥°م .**

ثابت انخفاض درجة تجمد الماء = 1.86

$$T_f = K_f \times m$$

$$m = \frac{T_f}{K_f} = \frac{5}{1.86} = 2.68\ mol/kg$$

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية

$$2.68 \times [2(12) + 6 + 2(16)] = 166.16\ g$$

## تدريب

ص ٨١

إذا كان مركب الهيدرازين يحترق حسب المعادلة الكيميائية الحرارية التالية :

$$N_2H_4 + O_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O + 622.4\ KJ$$

فاحسب كمية الطاقة المنطلقة نتيجة احتراق جرام واحد من الهيدرازين .

عدد مولات $1\ g\ N_2H_4$ $= \frac{1}{14(2)+4} = 0.031$ مول

من المعادلة :

1 mol هيدرازين أطلق طاقة 622.4 KJ

0.031 mol يطلق طاقة ؟؟؟

$$\frac{622.4 \times 0.031}{1} = 19\ KJ$$

## تدريب

ص ٨٤

تقوم الشجرة الخضراء بتحويل ٦٥ جراماً يوميا من ثاني أكسيد الكربون إلى سكر جلوكوز خلال عملية البناء الضوئي حسب المعادلة :

$$6CO_2 + 6H_2O + 2880\ KJ \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

احسب مقدار الطاقة التي تستهلكها الشجرة يوميا للقيام بعملية البناء الضوئي .

عدد مولات ثاني أكسيد الكربون $n_{CO_2} = \frac{65}{12+2(16)} = 1.47\ mol$

6 mol $CO_2$ يستهلك طاقة 2880 KJ

1.47 mol يستهلك ؟؟؟

$$\frac{2880 \times 1.47}{6} = 705.6\ KJ$$

## تدريب

ص ٨٨

إذا اذيب كمية من كلورات الباريوم صيغتها $Ba(ClO_3)_2$ في مقدار من الماء عند ٢٥°م فإن درجة حرارة المحلول تصبح أقل من ٢٥°م .

- فهل عملية الذوبان ماصة أم طاردة للحرارة ؟

طارد للحرارة لآن حرارة النواتج أقل من حرارة المتفاعلات

- اكتب المعادلة الحرارية للتفاعل .

$$Ba(ClO_3)_2 + H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2 + HClO_3 + Heat$$

- ما إشارة $\Delta H$ ؟

سالب

٢- تفاعل تكوين النشادر يمثل بالمعادلة الحرارية الآتية:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)} \qquad \Delta H = -92.2$$

- اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لتكوين ٤ مول من النشادر

بضرب المعادلة في 4 $4N_{2(g)} + 12H_{2(g)} \rightarrow 8NH_{3(g)} \qquad \Delta H = -368.8$

- ماذا حدث لقيمة $\Delta H$ ؟

تضاعف 4 أضعاف

## تدريب

ص ٩٤

عند احتراق ٥,٢ جم إيثيلين في كمية من الأكسجين عند درجة حرارة ٢٥°م وضغط جوي واحد ينتج ٢٤٢ كيلو جول ، احسب حرارة التفاعل لمول واحد من الإيثيلين حسب المعادلة :

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

عدد مولات الايثيلين $\frac{5.2}{12(2)+4} = 0.18 \text{ mol}$

$0.18 \text{ mol } C_2H_4 \rightarrow 242 \text{ KJ}$

$1 \text{ mol} \rightarrow ??$

$\frac{1\times242}{0.18} = 1344.4 \text{ k} = \text{KJ}$

## تدريب

إذا كانت حرارة التكوين القياسية لتفاعل تكوين المركبات التالية : HF - HBr - HCl - HI
من عناصرها الأولية هي : +٢٥,٩ ، -٩٢,٣ ، -٣٦,٢ ، -٢٦٨,٢ على التوالي رتب هذه المركبات تنازلياً حسب ثباتها الحراري.

$\Delta H_{HF} = -268.2 \ < \ \Delta H_{HCl} = -92.3 \ < \ \Delta H_{HBr} = -36.2 < \Delta H_{HI} = +25.9$

## تدريب

ص ١٠١

يتفاعل البروم مع الهيدروجين ليكون بروميد الهيدروجين حسب المعادلة :

$$H_2 + Br_2 \longrightarrow 2HBr$$

احسب حرارة التفاعل ؟ هل التفاعل ماص أم طارد ؟ H-Br = 368 KJ/mol

طاقة تكوين الغازات العنصرية = صفر

حرارة التفاعل = حرارة تكوين النواتج – حرارة تكوين المتفاعلات

$2(368) - 0 = 736 \ KJ/mol$ التفاعل ماص للحرارة

**س١ : أي من التفاعلات الآتية منتج للحرارة وأيها مستهلك للحرارة :**

أ) تحلل كلورات البوتاسيوم .

مستهلك للحرارة

ب) $2C_{(graphits)} + 2H_2\,(g) \longrightarrow C_2H_{4(g)} \quad \Delta H = 52.3KJ$

مستهلك للحرارة

ج) احتراق مادة بلاستيكية .

منتج للحرارة

د) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)} \quad \Delta H = -185KJ$

منتج للحرارة

**س ٢: تحلل النشادر إلى هيدروجين ونيتروجين يحتاج إلى ١٤,٥ كيلو سعر لكل مول يتكون من الهيدروجين.**

- **اكتب معادلة كيميائية حرارية للتفاعل السابق .**

$$NH_3 \rightarrow \tfrac{1}{2}N_2 + \tfrac{3}{2}H_2 \quad , \quad \Delta H^{\circ}_F = 14.5 \text{ KJ/mol}$$

- **اكتب معادلة كيميائية حرارية للتفاعل العكسي .**

$$\tfrac{1}{2}N_2 + \tfrac{3}{2}H_2 \rightarrow NH_3 \quad , \quad \Delta H^{\circ}_F = -14.5 \text{ KJ/mol}$$

- **ما مقدار الحرارة الناتجة من تكون ٣٤ جرام من النشادر ؟**

عدد مولات النشادر $\frac{34}{14+3} = 2 \text{ mol}$

$1 \text{ mol } NH_3 \rightarrow 14.5 \text{ KJ}$

$2 \text{ mol} \rightarrow ??$

$\frac{2 \times 14.5}{1} = 29 \text{ KJ}$

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = +892$$

$$H_2O(l) \longrightarrow H_{2(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H = +286$$

$$CO_2 + 2H_2O \longrightarrow CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \qquad \Delta H = -394$$

المطلوب : $C + 2H_2 \rightarrow CH_4 \quad \Delta H \; ??$

- اترك المعادلة الأولى كما هي لأن الكربون مول واحد وفي المتفاعلات كما في المعادلة المطلوبة
- اعكس المعادلة الثانية واضربها في 2 ليكون الهيدروجين في المتفاعلات و 2 مول كما في المعادلة المطلوبة
- $4H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \quad \Delta H = -572$

- اترك المعادلة الثالثة كما هي لأن الميثان مول واحد وفي النواتج كما في المعادلة المطلوبة

- اجمع الانثالبي لكل المعادلات الثلاث

$$\Delta H_{CH_4} = 892 - 572 - 394 = -74 \text{ KJ/mol}$$

**س٤: اشرح معنى التلقائية وكيف يمكنك تحديد تلقائية أو لا تلقائية التفاعلات ؟**

– عندما تكون طاقة المواد الناتجة أقل من طاقة المواد المتفاعلة ( متجه نحو الأقل طاقة). ومثل هذه التفاعلات تعطي طاقة للبيئة المحيطة بها، مثل اشعال عود الثقاب

أي أن التفاعلات الطاردة للحرارة تحدث بشكل تلقائي

**س٦ :استخدم قيم طاقة الروابط في جدول (٣-٢ ) لحساب التغير في حرارة التفاعل ($\Delta H$) للتفاعل الآتي :**

C–H = 413 H–Cl = 432 C–Cl = 330

$$CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + HCl$$

في النواتج ٣ روابط C–H ورابطة C–Cl ورابطة H–Cl

في المتفاعلات ٤ روابط C–H و $\Delta H_{Cl_2}$ = صفر

$$\Delta H_{\text{التفاعل}} = \sum \Delta H_{\text{النواتج}} - \sum \Delta H_{\text{المتفاعلات}}$$

$$\Delta H_{\text{التفاعل}} = [3(413) + 432 + 330] - [4(413)] = 349\ KJ$$

**س٧ : لاحظ التفاعل التالي وأجب عن المطلوب :**

$$2CH_3OH + 3O_2 \longrightarrow 4H_2O + 2CO_2 \quad \Delta H^\circ = -1453KJ$$

ما قيمة $\Delta H^\circ$ إذا :

- ضربت المعادلة × ٢ . - 2906 KJ
- عُكس اتجاه التفاعل بحيث أصبحت المواد الناتجة مواد متفاعلة والعكس . + 1453 KJ

- تكون بخار الماء $H_2O$ بدلا من الماء السائل كمنتج .

ستتغير قيمة $\Delta H^\circ$ ، لأن حرارة تكوين بخار الماء يختلف عن حرارة تكوين الماء السائل

# الفصل الرابع

## تدريب

ص ١٠٨

صنف التفاعلات التالية من حيث سرعتها في الجدول التالي:

| التفاعلات الكيميائية | سريعة | بطيئة |
|---|---|---|
| احتراق الفسفور الأبيض | √ | |
| صدأ مسمار من الحديد | | √ |
| تكوين النفط | | √ |
| أكسدة الغذاء | √ | |

## تدريب

ص ١١٠

كيف يمكن قياس سرعة التفاعلات التالية :

(a) $H_2O \longrightarrow H_2 + \frac{1}{2}O_2$

بقياس معدل نقصان (اختفاء) الماء

(b) $2NOCl \longrightarrow 2NO + Cl_2$

بقياس معدل سرعة اختفاء NOCl أو ظهور NO أو $Cl_2$

(c) $NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$

بقياس معدل ظهور $NO_2$ أو $O_2$ أو اختفاء الأوزون أو NO

(d) $4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$

بقياس معدل اختفاء الأمونيا أو الأكسجين أو بظهور NO والماء

## تدريب

ص ١١٤

أي التفاعلين التاليين تتوقع أن يكون أسرع و لماذا ؟

$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

$2C_4H_{10} + 13O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 10H_2O$

التفاعل الأول (احتراق الميثان) لأن عدد مولات المتفاعلات فيه أقل من عدد مولات المتفاعلات في التفاعل الثاني

تدريب ص ١١٦

من خلال معلوماتك السابقة ، مثل لتفاعلات تتم بين أيونات ، و تفاعلات تتم بين مركبات تساهمية .

$BaCl_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow 2NaCl + BaSO_4$ تفاعل يتم بين أيونات

$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ تفاعل يتم بين مركبات تساهمية

تدريب 118

اذكر أمثلة على تفاعلات أخرى متجانسة مبيناً العلاقة بين سرعة التفاعل و تركيز المواد الداخلة في التفاعل .

$CH_{4(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$

كلما ارتفع ضغط غاز الميثان و غاز الأكسجين زاد سرعة التفاعل

تدريب ص ١٢١

قارن بين كلٌ مما يلي مع ذكر السبب :

١- احتراق قطعة من الخشب في جو من غاز الأكسجين النقي، واحتراقها في الهواء الجوي الذي يشكل الأكسجين ٢٠٪ منه .

احتراق قطعة الخشب في جو من غاز الأكسجين النقي أسرع بسبب زيادة تركيز المتفاعلات (الأكسجين)

٢- تفاعل كلٌ من قطعة الفحم و دقائق الفحم مع الهواء .

تفاعل دقائق الفحم أسرع لأن مساحة السطح المعرض للهواء أكبر

ص ١٢٦

## تدريب

اقترح ميكانيكية للتفاعل التالي :

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

الذي يخضع لقانون سرعة التفاعل التالي : سرعة التفاعل = ثابت × $[O_3]$

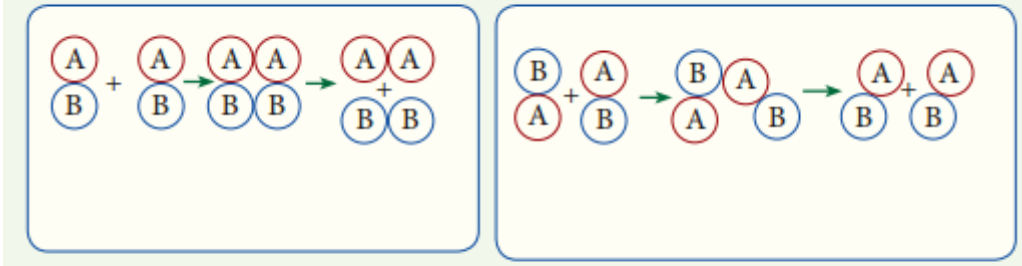
قانون سرعة التفاعل تتفق دائما مع الخطوة البطيئة

الخطوة البطيئة (تفكك الأوزون) $O_3 \rightarrow O\bullet + O_2$

الخطوة السريعة $NO + O\bullet \rightarrow NO_2$

ص ١٣٦

## تدريب



نوع التصادم : مثمر

السبب : لأنه أدى لتكوين نواتج

نوع التصادم : غير مثمر

السبب : لم تظهر نواتج

### س١ : ضع دائرة حول حرف الإجابة الصحيحة فيما يلي :

**١-أكسدة أكسيد النيتريك أسرع من أكسدة الميثان ( في نفس الظروف ) لأن :**

(أ) عدد الروابط في أكسيد النيتريك أقل

ب ) عدد الروابط في أكسيد النيتريك أكثر.

ج ) الرابطة في أكسيد النيتريك أيونية

د ) الرابطة في الميثان تساهمية .

**٢- التفاعلات المتجانسة :**

أ ) تكون فيها المواد المتفاعلة و الناتجة في حالة واحدة من حالات المادة .

ب ) تعتمد سرعة التفاعل فيها على مساحة منطقة التماس .

ج ) تعتمد سرعة التفاعل فيها على تركيز المواد المتفاعلة .

(د) أ ، ج كلاهما صحيح .

٣- تقاس سرعة التفاعل الآتي $2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$ بإحدى الطرق الآتية :

أ ) ضعف معدل اختفاء $H_2O$

ب ) نصف معدل تكون $H_2O$

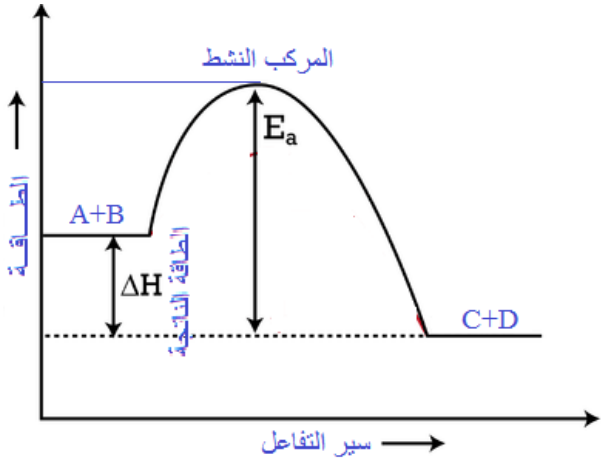
ج ) نصف معدل اختفاء $H_2O$

د ) ضعف معدل تكون $H_2O$

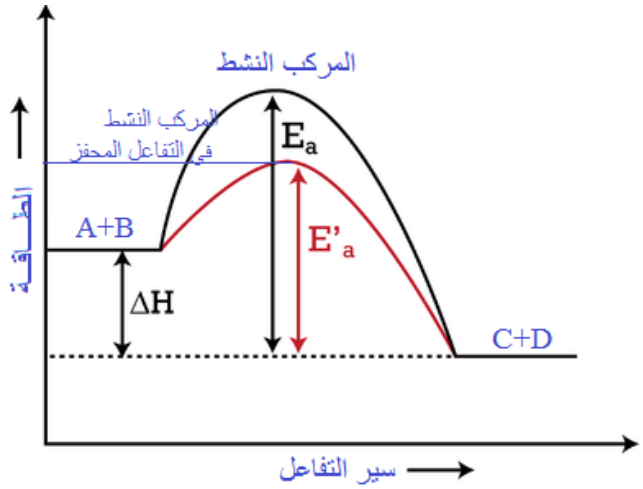
**س٢ : أ ) ارسم منحنى يمثل طاقة الوضع للمواد أثناء التفاعل التالي :**

$A + B \longrightarrow C + D +$ حرارة موضحاً على الرسم ما يلي :

- مستوى طاقة المواد المتفاعلة و الناتجة .
- مستوى طاقة المركب النشط .
- مقدار حرارة التفاعل و الطاقة المنشطة .




**ب ) و ضح على الرسم التغيرات التي تطرأ عند إضافة مادة حافزة إلى وسط التفاعل .**




$E_a$ طاقة المركب النشط بدون عامل حفاز و $E'_a$ طاقة المركب النشط بعد إضافة عامل حفاز

نلاحظ أن : $E_a$ أكبر من $E'_a$

**س٣ : اذكر تفسيراً علمياً دقيقاً لما يلي :**

أ – تحترق قطعة خشب كتلتها ١٠٠ جرام بمعدل أقل من احتراق نشارة خشب لها نفس الكتلة .

لأن مساحة السطح المعرض للتفاعل في قطعة الخشب أقل من مساحة سطح النشارة

ب– حرق السكر في جسم الإنسان يتم عند ٣٧°م بينما يحتاج احتراقه في المختبر إلى درجة حرارة أعلى.

لوجود الأنزيمات كعوامل حفازة بيولوجية تقلل الطاقة اللازمة لتكوين المركب النشط

ج– لا تؤدي جميع الاصطدامات بين دقائق المواد المتفاعلة إلى حدوث تفاعل .

لأن بعض التصادمات لا تحدث في الاتجاه المناسب وقد تكون الطاقة الناتجة عن التصادمات غير كافية لتكوين مركب نشط

**س٤ : في أي التجارب الآتية يكون التفاعل بين حمض الكلور والخارصين أسرع ما يمكن ؟ فسر إجابتك .**

| التجربة | درجة الحرارة °م | حالة فلز الخارصين | تركيز حمض الهيدروكلوريك |
|---|---|---|---|
| ١ | ٣٠ | حبيبات | مخفف |
| ٢ | ٣٠ | مسحوق | مخفف |
| ٣ | ٩٠ | مسحوق | مركز |
| ٤ | ٩٠ | مسحوق | مخفف |
| ٥ | ٩٠ | حبيبات | مركز |

التجربة 3 ، لأن درجة الحرارة عامل لزيادة سرعة التفاعل ، ومسحوق الخارصين له مساحة سطح أكبر من حبيبات الخارصين ، والتركيز يزيد من سرعة حدوث التفاعل

**س٥ : يتم تفاعل NO مع $Cl_2$ بموجب المعادلة :**

$2NO + Cl_2 \longrightarrow 2NOCl$ **و قد تم جمع المعلومات التالية حوله :**

| رقم التجربة | [NO] | $[Cl_2]$ | معدل السرعة |
|---|---|---|---|
| ١ | ٠,١ | ٠,١ | $٢,٣٥ \times ١٠^{-٦}$ |
| ٢ | ٠,١ | ٠,٢ | $٥,٠٦ \times ١٠^{-٦}$ |
| ٣ | ٠,٢ | ٠,١ | $١٠,١ \times ١٠^{-٦}$ |
| ٤ | ٠,٣ | ٠,١ | $٢٢,٨ \times ١٠^{-٦}$ |

من خلال المعلومات السابقة ، اكتب قانون السرعة لهذا التفاعل .

الخطوة السريعة $NO + Cl_2 \rightarrow NOCl_2$

الخطوة البطيئة (متفقة مع قانون سرعة التفاعل) $NOCl_2 + NO \rightarrow 2NOCl$

رتبة NO (تجربة 3,4)

$$\frac{R_4}{R_3} = \frac{[NO]_4^{\,m}}{[NO]_3^{\,m}}$$

$$\frac{22.8 \times 10^{-6}}{10.1 \times 10^{-6}} = \frac{0.3^m}{0.2^m}$$

$$2.25 = 1.5^m \rightarrow m = 2$$

المتفاعل NO من الرتبة الثانية

$$R = K\,[NO]^2$$

**س٧ : لنفترض اقتراح التسلسل التالي من التفاعلات لتفاعل ما :**

(1) $2A \longrightarrow A_2$

(2) $A_2 + B \longrightarrow C + 2D$

أ- ما التفاعل الكيميائي الإجمالي الصافي ؟

$$2A + B \rightarrow C + 2D$$

ب- ما قانون سرعة التفاعل المتوقع إذا كانت الخطوة ( ١ ) بطيئة والخطوة ( ٢ ) سريعة ؟

$$R = K[A]^m$$

ج- ما قانون سرعة التفاعل المتوقع إذا كانت الخطوة ( ٢ ) بطيئة والخطوة ( ١ ) سريعة ؟

$$R = K[A2]^m\,[B]^n$$

**س٨ : إذا مزجت كمية معينة من غاز اليود مع كمية أخرى من غاز الهيدروجين في وعاء سعته لتر واحد . وإذا علم أن الغازين يتفاعلان ليكونا غاز يوديد الهيدروجين (HI) ، فإن سرعة التفاعل تتناسب طردياً مع ( $H_2$ ) وتتناسب طردياً مع ($I_2$) فاكتب قانون سرعة التفاعل ،**

$$R=K(H_2)\,(I_2)$$

**ثم بين أثر ما يلي على سرعة التفاعل.**

أ- ارتفاع درجة الحرارة .

تزداد سرعة التفاعل

ب –إضافة مادة حافزة إلى وسط التفاعل .

يزيد سرعة التفاعل وذلك بتقليل طاقة التنشيط اللازمة لتكوين المركب النشط

ج– إضافة كمية من غاز الهيدروجين .

تزداد سرعة التفاعل

د– سحب كمية من غاز اليود أثناء عملية التفاعل .

تتناقص سرعة التفاعل

هـ – زيادة حجم وعاء التفاعل .

تتناقص سرعة التفاعل لأنه سيقل الضغط الجزئي للمتفاعلات

**س٩ : " لكل تفاعل كيميائي قانون يحكم سرعته ولا يمكن كتابته بمجرد النظر لمعادلة التفاعل " فسر العبارة السابقة في ضوء دراستك .**

قانون سرعة التفاعل يتم تحديده عمليا (بناء على بيانات التجربة )

# الفصل الخامس

## تدريب

ص ١٥١

فسر ثبات شدة اللون البني عند وصول التفاعل الآتي إلى حالة الاتزان .

$$N_2O_4(g) = 2NO_2$$

عديم اللون — بني اللون

لأن تركيز المتفاعلات والنواتج لا يتغير

## تدريب

ص ١٥٤

اكتب تعبير ثابت الاتزان لكلٍّ من :

1) $A + B + C = D + E + F$

$$K = \frac{[D][E][F]}{[A][B][B]}$$

2) $A + 3B = 2C$

$$K = \frac{[C]^2}{[A][B]^3}$$

3) $2A = B$

$$K = \frac{[B]}{[A]^2}$$

## تدريب

ص ١٥٥

بعد دراستك لقواعد كتابة ثابت الاتزان اكتب قانون ثابت الاتزان للتفاعلات الآتية :

1) $3H_2(g) + N_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$

$$K = \frac{(NH_3)^2}{(H_2)^3(N_2)}$$

2) $AgBr(s) \longrightarrow Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$ $\quad K = [Cl^-][Ag^+]$

3) $\frac{1}{2}O_2(g) + H_2(g) \longrightarrow H_2O(g)$ $\quad K = \frac{(H_2O)}{(O_2)^{1/2}(H_2)}$

## تدريب

ص ١٦٠

**ما الذي يحدث للتفاعل المتزن التالي :**

$$2SO_{2(g)} + O_{2\,(g)} = 2SO_{3(g)}$$

**عند :**

**١- زيادة تركيز $SO_2$ ؟**

ينزاح الاتزان نحو النواتج

**٢- زيادة تركيز $SO_3$ ؟**

ينزاح الاتزان نحو المتفاعلات

## تدريب

ص ١٦١

$$N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$ (عديم اللون) ( لونه بني)

**ما أثر كلٌ مما يلي على شدة اللون البني :.**

**١- زيادة الضغط الكلي :**

يزداد شدة اللون البني

**٢- زيادة حجم الوعاء :**

تنخفض شدة اللون البني

## تدريب

ص ١٦٣

**أكمل الجدول التالي بما يناسب :**

| نوع التفاعل | التغير في درجة الحرارة | موضع الاتزان | قيمة K |
|---|---|---|---|
| طارد للحرارة | زيادة | نحو المتفاعلات | تقل |
| | نقصان | نحو النواتج | تزداد |
| ماص للحرارة | زيادة | نحو النواتج | تقل |
| | نقصان | نحو المتفاعلات | تزداد |

## تدريب

ص ١٦٤

١- حدد الظروف المناسبة لإنتاج النشادر صناعياً بكمية كبيرة بأقل جهد وتكلفة ممكنة وبأسرع وقت ممكن وفقاً للتفاعل التالي:

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 92KJ$$

تبريد التفاعل باستمرار ، زيادة ضغط المتفاعلات بإضافة غاز خامل أو تقليل حجم حجرة التفاعل واستخدام عامل حفاز

٢- أكمل فراغات الجدول التالي بما يناسب . ص ١٦٥

| العوامل المؤثرة | موضع الاتزان | ثابت الاتزان |
|---|---|---|
| ١- إضافة حفاز . | لا يتأثر | لا تتغير قيمته |
| ٢- زيادة تركيز المتفاعلات . | يزاح جهة النواتج(طردي ) | تزداد قيمته |
| ٣- زيادة تركيز النواتج . | يزاح جهة المتفاعلات (عكسي) | تقل قيمته |
| ٤- نقصان تركيز المتفاعلات . | يزاح جهة المتفاعلات (عكسي) | تقل قيمته |
| ٥- نقصان تركيز النواتج . | يزاح جهة النواتج (طردي) | تزداد قيمته |
| ٦- زيادة الحرارة للتفاعلات : | | |
| أ - الطاردة للحرارة . | يزاح جهة المتفاعلات | تقل قيمته |
| ب - الماصة للحرارة | يزاح جهة النواتج | تزداد قيمته |
| ٧- انخفاض درجة الحرارة : | | |
| أ - الطارد للحرارة . | يزاح جهة النواتج | تزداد قيمته |
| ب- الماصة للحرارة . | يزاح جهة المتفاعلات | تقل قيمته |
| ٨- زيادة الضغط . | يزاح جهة النواتج | تزداد قيمته |
| ٩- انخفاض الضغط . | يزاح جهة المتفاعلات | تقل قيمته |

ملاحظة : تزداد قيمة ثابت الاتزان عندما ينزاح الاتزان طرديا (نحو النواتج)

ص ١٦٨

## تدريب

إذا علم أن ثابت الاتزان للتفاعل

$$COCl_{2\,(g)} = CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$$

هو ٠,٣٢٩ عند درجة حرارة ١٠٠٠°م وللتفاعل

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} = 2CO_{2(g)}$$

هو ٢,٢٤ × ١٠^٢٢ عند الدرجة نفسها . فاحسب ثابت الاتزان عند درجة حرارة ١٠٠٠°م للتفاعل .

$$2COCl_{2(g)} + O_{2(g)} = 2CO_{2(g)} + 2Cl_{2(g)}$$

$K_1 = 0.329$ , $K_2 = 2.24 \times 10^{22}$

التفاعل الثالث مركب من التفاعلين الأول والثاني لذا ثابت الاتزان له هو حاصل ضرب ثوابت الاتزان التفاعلات المكونة له

$$K_3 = 0.329 \times 2.24 \times 10^{22} = 0.737 \times 10^{22}$$

ص ١٧٠

## تدريب

إذا علمت أن ثابت الاتزان للتفاعل الغازي التالي يساوي ٥٠,٥

$$Br_2 + H_2 = 2HBr$$

عند درجة حرارة ٤٤٨°م فعين الاتجاة الذى سوف يسلكه التفاعل ليصل إلى حالة الاتزان ، إذا كان مزيج التفاعل يتكون في البداية من ٠,٠١ مولار من بروميد الهيدروجين ، ٠,٠٠٥ مولار من الهيدروجين ، ٠,٠١٥ مولار من البروم .

$K = 50.5$ $Q = ?$

$$Q = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \rightarrow Q = \frac{0.01^2}{0.015 \times 0.005} = 1.3$$

$Q < K$

التفاعل ليس بحالة اتزان لذا وسيسلك التفاعل نحو النواتج ليرفع قيمة الرائز Q

**س١ : تنبأ بتأثير زيادة درجة الحرارة وزيادة الضغط على حالة الاتزان لكل من التفاعلات التالية :**

1- $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} = CO_{2(g)} + H_{2(g)}$ لا يتأثر الاتزان

2- $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} = 2SO_{3(g)} +$ حرارة ينزاح نحو المتفاعلات

3- حرارة $+ N_2O_4 = 2NO_{2(g)}$ ينزاح نحو النواتج

**س٢ : ما المقصود بكل من :**

أ- التفاعلات التامة .

تفاعلات تسير في اتجاه واحد ، لأن المواد الناتجة لا تستطيع أن تتحد لتكوين المواد المتفاعلة تحت ظروف التجربة بسبب خروج إحدى النواتج من حيز التفاعل (بصورة راسب أو غاز متصاعد )

ب- التفاعلات الانعكاسية.

تفاعلات تحدث في الاتجاهين ، حيث تكون للمواد الناتجة القدرة على الاتحاد لتكوين المواد المتفاعلة

جـ- قاعدة لوشاتليه .

إذا تعرضت مجموعة من المواد في حالة اتزان لتغير ما ، فإنها تعتريها عمليات مضادة للتغير بحيث تقلل من أثره .

**س٣ : ما أثر كل من التغيرات التالية على كمية كلوريد الهيدروجين المتكونة عند الاتزان للتفاعل :**

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} = 2HCl_{(g)} +$$ حرارة

أ – ارتفاع درجة الحرارة يقلل كمية HCl

ب – استخدام وعاء أصغر حجما يرفع كمية HCl

ج – إضافة المزيد من غاز الكلور يرفع كمية HCl

د – سحب الهيدروجين من وسط التفاعل يقلل كمية HCl

**س٤ : إذا كان ثابت الاتزان للتفاعل التالي :**

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} = 2SO_{3(g)}$$

يساوي ١٤ , ٠ عند درجة حرارة ٩٠٠°م في حجم معين، فإذا كان الضغط الجزئي ٢٠ , ٠ ضغط جوي لكل مادة من مواد التفاعل. فهل التفاعل في حالة اتزان؟ علل، وإذا كانت الإجابة بالنفي فعين الاتجاه الذي سوف يسلكه التفاعل ليصل إلى حالة اتزان .

$K = 0.14 \ , P_{SO_2} = 0.20 \ , P_{O_2} = 0.20 , P_{SO_3} = 0.20$

$$Q = \frac{(SO_3)^2}{(SO_2)^2(O_2)} = \frac{0.2^2}{0.2^2 \times 0.2} = \frac{1}{0.2} = 5$$

$Q > K$ التفاعل ليس بحالة اتزان وسيتجه نحو المتفاعلات

**س٥ : إذا كان ثابت اتزان التفاعل**

$$H_2O_{(g)} = H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$$

عند درجة حرارة ٨٠٠°م هو ٦×١٠$^{-٦}$ فما هو ثابت الاتزان لكل من التفاعلين التاليين عند ٨٠٠°م

$$2H_2O_{(g)} = 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

$$O_{2(g)} + 2H_{2(g)} = 2H_2O_{(g)}$$

$K_1 = 6 \times 10^{-6}$ , $K_2 = ?$ , $K_3 = ?$

التفاعل الثاني عبارة عن التفاعل الأول مضروبا في المعامل 2

$$K_2 = (K_1)^2 = (6 \times 10^{-6})^2 = 36 \times 10^{-12}$$

التفاعل الثالث عبارة معكوس التفاعل الثاني

$$K_3 = \frac{1}{K_2} = \frac{1}{36 \times 10^{-12}} = 0.027 \times 10^{12}$$

**س٦ : ما أثر المواد السامة للمادة الحافزة على خواص حالة الاتزان الكيميائي ؟**

ملاحظة : المواد السامة هي المثبطات

لا يتأثر قيمة ثابت الاتزان لكن يتأثر سرعة التفاعل (يصبح أبطأ أو يتوقف)

تدريب ص ١٨٢

يعتبر النشادر مادة قاعدية بالرغم من عدم احتوائه على ( $OH^-$ ) .

فسر ذلك موضحاً إجابتك بالمعادلات الموزونة

لأنه يتحلل في الماء معطيا أيون $OH^-$ لذا فهو قاعدة حسب نظرية أرهينيوس

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

تدريب ص ١٨٤

تدريب : وضح الصفة المترددة للمادتين الآتيتين بالمعادلات الكيميائية الموزونة:

$SnO_2$ . $Zn(OH)_2$

هيدروكسيد الخارصين يسلك سلوك قاعدي إذا تفاعل مع حمض أنتج ملح وماء

$$Zn(OH)_2 + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + 2H_2O$$

ويسلك سلوك الحمض إذا تفاعل مع قاعدة يعطي ملح الزنكات وماء

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4]$$

أكسيد القصدير الثنائي يسلك سلوك قاعدي عندما يتفاعل مع الأحماض يعطي ملح وماء

$$SnO_2 + 4HCl \rightarrow SnCl_4 + 2H_2O$$

ويسلك سلوك الحمض إذا تفاعل مع قاعدة يعطي ملح وماء

$$SnO_2 + NaOH \rightarrow Na_2SnO_3 + H_2O$$

187

تدريب

اكتب معادلات تأين الأحماض التالية بصورة صحيحة $HCl$ ، $CH_3COOH$

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$CH_3COOH \longrightarrow H^+ + CH_3COO^-$

## تدريب

اكتب معادلات المواد الآتية في الماء :

$H_2SO_4$ . HCN KOH . $NaHCO_3$

$H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2H^+ + SO_4^{2-}$ $\quad$ $HCN \xrightarrow{H_2O} H^+ + CN^-$

$KOH \xrightarrow{H_2O} K^+ + OH^-$ $\quad$ $NaHCO_3 \xrightarrow{H_2O} Na^+ + HCO_3^-$

## تدريب

ص ١٩٠

١- ادرس التفاعلات الآتية وحدد الحمض والقاعدة حسب نظرية برونشتد ولوري في كل منها :

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

حمض قاعدة حمض مرافق قاعدة مرافقة

2) $NH_4^+ + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + NH_3$

حمض قاعدة حمض مرافق قاعدة مرافقة

3) $F^- + H_2O \longrightarrow OH^- + HF$

قاعدة حمض قاعدة مرافقة حمض مرافق

هل تعتبر قواعد أرهينيوس مثل KOH قواعد أيضا حسب تعريف برونشتد ولوري؟

لا ، لأنها لا تستقبل بروتونات

## تدريب

ص ١٩٢

١ - أكمل الفراغات فيما يلي ثم حدد الحمض والقاعدة وأزواجها المقترنة

1) $H_2S_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+ + HS^-_{(aq)}$

حمض قاعدة حمض مقترن قاعدة مقترنة

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

قاعدة حمض قاعدة مقترنة حمض مقترن

3) $SO_4^{-2}{}_{(aq)} + H_3O^+ \rightleftharpoons HSO_4^-{}_{(aq)} + H_2O$

قاعدة حمض حمض مقترن قاعدة مقترنة

٢ – أوجد الحمض والقاعدة المقترنة للمواد الآتية إن أمكن ذلك

| المواد | الحمض المقترن | القاعدة المقترنة |
|---|---|---|
| $S^{--}$ | $HS^-$ | لا يوجد |
| $H_2O$ | $H_3O^+$ | $HO^-$ |
| $HCO_3^-$ | $H_2CO_3$ | $CO_3^{2-}$ |

القاعدة المقترنة هو حمض بعد انتزاع هيدروجين منه وحيث أنه $S^-$ ليس فيه هيدروجين لينتزع بالتالي ليس له قاعدة مقترنة

## تدريب ص ١٩٣

**حسب نظرية برونشتد ولوري يعتبر حمض الخل حمضاً ضعيفاً في الماء ولكنه حمض قوي في النشادر؛ وضح ذلك مدعماً إجابتك بالمعادلات .**

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

$$CH_3COOH + NH_3 \rightarrow CH_3COO\ NH_4$$

لأن النشادر أقوى قاعدية من الماء بالتالي يجعل التفاعل أمامي ،

**لماذا يعتبر النشادر أكثر قاعدية من الماء ؟**

لأن من الخواص القاعدية القدرة على منح زوج إلكتروني ، وحيث أن الأكسجين أعلى سالبية من النيتروجين فإن النيتروجين يتخلى عن إلكتروناته بصورة أسهل من الأكسجين

**تعتبر الأيونات الموجبة الأحادية أحماض لويس بينما الأيونات السالبة الأحادية قواعد لويس فسر ذلك**

الأيونات الموجبة لها القابلية لاستقبال إلكترونات والأيونات السالبة لها قابلية لمنح الكترونات

## تدريب

حدد الحمض والقاعدة حسب تعريف لويس في التفاعلات التالية :

1) $H^+ + :OH^- \longrightarrow H_2O$

حمض قاعدة

2) $BF_3 + :NH_3 \longrightarrow F_3B^-NH_3$

حمض قاعدة

3) $Ag^+ + 2NH_3 \longrightarrow [NH_3 - Ag - NH_3]^+$

حمض قاعدة

4) $B(OH)_3 + H_2O \longrightarrow B(OH)_4^{-2} + H^+$

حمض قاعدة

5) $NH_2^- + H_2O \longrightarrow NH_3 + OH^-$.

قاعدة حمض

## تدريب

١ – أيهما تتوقع أن يكون قاعدة أقوى عند لويس ( $(CH_3)_2S$ ، $(CH_3)_2O$ )؟ مع ذكر السبب .

$(CH_3)_2S > CH_3)_2O$ ، لأن حجم ذرة الأكسجين أصغر من حجم ذرة الكبريت وقوة قاعدة لويس تتناسب طرديا مع حجم الذرة ذات الكثافة الإلكترونية

٢ – أيهما تتوقع أن يكون حمض أقوى عند لويس ( $BCl_3$ ، $AlCl_3$ )؟ مع ذكر السبب .

$AlCl_3 < BCl_3$ ، حجم ذرة الألمونيوم أكبر من حجم ذرة الباريوم، قوة حمض لويس تتناسب عكسيا مع حجم الذرة ناقصة الالكترونات

عنـد معادلة محلـول هيدروكسيد الباريوم مع محلـول حمض الكبريتيك يتكـون راسب أبيض وتنقص قدرة المحلول على التوصيل الكهربائي . بينما إذا تعادل محلول هيدروكسيد الصوديوم مع محلول حمض الكبريتيك لا يتكون راسب ولا تنقص قدرة المحلول الناتج على التوصيل الكهربائي . فسر ذلك مع توضيح إجابتك بمعادلات كيميائية موزونة .

$Ba(OH)_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow BaSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$

لأن الراسب الأبيض عبارة عن كبريتات الباريوم شحيح الذوبان في الماء ، بالتالي لا يعطي أيونات كافية لتوصيل التيار

$2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$

الناتج كبريتات الصوديوم جيد الذوبان في الماء ، يبقى في صورة أيونية في الماء

**س١ : ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة فيما يلي :.**

أ – المحلول المائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH يمتاز بما يلي .

(١) جيد التوصيل للكهرباء

٢- رديء التوصل للكهرباء

(٣) يحول ورق تباع الشمس إلى الأزرق

٤- ( ١ + ٢ )

ب – العمليـة التـي يتم خلالها اتحاد كمية معلومة التركيز مـن الحمض مع كمية مجهولة التركيز من القاعدة تسمي :

١- تعادل ٢ - تأين (٣)- معايرة ٤ - تبادل

**س٣ : فسر ما يلي تفسيراً علمياً مع التوضيح بالمعادلات .**

١- يسلك $NH_3$ كقاعدة في المحاليل المائية .

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH$$

٢- التوصيل الرديء للكهرباء في محلول حمض الخل .

لأن الخل حمض ضعيف في الماء ، يعطي أيونات $H^+$ قليلة

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

٣- يسمى تفاعل الحمض والقاعدة بالتعادل .

لأن الناتج ملح وهو مركب متعادل (فُقِدت الخواص الحمضية والقاعدية )

**س٤ : اكتب القاعدة المرافقة لكل من الأحماض التالية :**

$H_3PO_4$ ، $HNO_2$ ، $CH_3COOH$ ، $H_2O$ ، $H_2PO_4^-$ ، $NH_4^+$ ، $H_2SO_4$ ، $H_2S$ $HNO_3$

$H_2PO_4^-$ $NO_2^-$ $CH_3COO^-$ $OH^-$ $HPO_4^{--}$ $NH_3$ $HSO_4^-$ $HS^-$ $NO_3^-$

**س٥ : اكتب الحمض المقترن لكل من القواعد الآتية :**

$NH_3$ ، $HS^-$ ، $OH^-$ ، $HCO_3^-$ ، $H_2PO_4^-$ ، $PO_4^{-3}$ $SO_4^{-2}$ ، $SO_3^{-2}$ ، $CH_3COO^-$

$NH_4^+$ $H_2S$ $H_2O$ $H_2CO_3$ $H_3PO_4$ $HPO_4^{-2}$ $HSO_4^-$ $HSO_3^-$ $CH_3COOH$

س٦ : بيـن ما إذا كانت المركبات التالية من المتوقع أن تعمل إما كحامض لويس أو قاعدة لويس .

| | |
|---|---|
| $H_2O$ قاعدة | $Fe^{+3}$ حمض |
| $AlCl_3$ حمض | $NO^-$ قاعدة |
| $(CH_3)_2S$ قاعدة | $OH^-$ قاعدة |
| $CO_2$ حمض | $NH_3$ قاعدة |
| $Br^-$ قاعدة | |

# الفصل السابع

## تدريب

ص ٢٠٧

إذا كان تركيز $[H_3O^+]$ محلول يساوي ٦,٢ × ١٠$^{-٦}$ مولار فكم يبلغ $[OH^-]$ للمحلول .

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-6}} = 10^{-8}\ M$$

## تدريب

ص ٢٠٩

أكمل الجدول التالي : [ جميع التراكيز عند ٢٥°م ]

| المحلول | $[H_3O^+]$ | $[OH^-]$ | طبيعة المحلول |
|---|---|---|---|
| HCl | ٢ × ١٠$^{-٥}$ | $0.5 \times 10^{-9}$ | حمضي |
| $H_2CO_3$ | ٣ × ١٠$^{-٦}$ | $0.3 \times 10^{-8}$ | حمضي |
| $Ca(OH)_2$ | $0.2 \times 10^{-12}$ | ٥ × ١٠$^{-٢}$ | قاعدي |

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} \text{ ، } [OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]}$$

## تدريب ص ٢١٠

وجد أن قيمة pH لعينة من البرتقال تساوي ٣,٨ فما قيمة $[H_3O^+]$ في العصير.

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.8} = 1.6 \times 10^{-4}$$

## تدريب ص ٢١١

املأ الفراغات التالية :

١- إذا كانت قيمة pH لمحلول تساوي ٧,٢ فإن قيمة pOH لنفس المحلول تساوي :

$$pOH = 14 - pH$$

$$pOH = 14 - 7.2 = 6.8$$

٢- إذا كان $[OH^-]$ لمحلول يساوي ١ × ١٠$^{-١١}$ مولار فإن :

pOH يساوي :

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

$$pOH = -\log 10^{-11} = -(-11) = 11$$

و pH يساوي :

$$pH = 14 - 11 = 3$$

## تدريب ص ٢١٧

احسب pOH ، $OH^-$ ، لمحلول حمض الكلور HCl البالغ تركيزه ٠,٠٥ مولار علماً بأن حمض HCl حمض قوي.

$\log 5 = 0.7$

بما أن الحمض قوي فإن تركيزه = تركيز أيونات الهيدرونيوم

$$[H_3O^+] = 0.05 = 5 \times 10^{-2}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] \rightarrow pH = -[\log 5 + \log 10^{-2}] = -[0.7 + (-2)] = 1.3$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 1.3 = 12.7$$

## تدريب ص ٢١٩

رتب الأحماض الآتية ترتيباً تصاعدياً حسب ازدياد قوتها بالرجوع إلى الجدول السابق

$H_2S$ ، $H_2CO_3$ ، $CH_3COOH$

من الجدول ص ٢١٨ ثابت تفكك الأحماض كالتالي

$$K_{a_{H_2S}} = 1 \times 10^{-7} \ , \ K_{a_{H_2CO_3}} = 4.4 \times 10^{-7} \ , \ K_{a_{CH_3COOH}} = 1.8 \times 10^{-5}$$

كلما زادت قيمة Ka زاد تركيز أيون الهيدرونيوم فتزداد قوة الحامضية

$$CH_3COOH > H_2CO_3 > H_2S$$

ص ٢٢١

الأسبرين حمض عضوي ضعيف ($HC_9H_7O_4$) ويتأين وفق المعادلة التالية :

$$HC_9H_7O_4 + H_2O = C_9H_7O_4^- + H_3O^+$$

فإن أذيب منه كتله مقدارها ٣٢٥ جم في الماء وكان حجم المحلول الناتج = ٢٠٠مل فما هي قيمة pH للمحلول علماً بان $K_a = ٣,٢٧ \times ١٠^{-٤}$ والكتلة الجزيئية للأسبرين = ١٨٠ جرام / مول ؟

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

عدد مولات الأسبرين = الكتلة ÷ الكتلة المولية $\frac{325}{180} = 1.8\ mol$

التركيز المولاري للمحلول $C_a$ = عدد مولات المذاب ÷ حجم المحلول باللتر $\frac{1.8}{0.2} = 9\ M$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_aC_a} = \sqrt{3.27 \times 10^{-4} \times 9} = \sqrt{29.43 \times 10^{-4}}$$

$$= 5.4 \times 10^{-2} M$$

$pH = -[\log 5.4 + \log 10^{-2}] = 1.2$

تدريب

ص ٢٢٣

احسب pH لمحلول حضر بإذابة ٠,١٣ مول من KOH في الماء بحيث أصبح حجم المحلول ٢٠٠ مللتر (KOH يتفكك كلياً في الماء ) .

KOH قاعدة قوية تتفكك كليا في الماء أي أن تركيز المحلول = تركيز أيونات $OH^-$

تركيز المحلول المولاري = عدد مولات المذاب ÷ حجم المحلول باللتر

$$C_b = [OH^-] = \frac{0.13}{0.2} = 0.65\ M$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log 0.65 = 0.18$$

$$pH = 14 - 0.18 = 13.82$$

## تدريب ص ٢٢٥

يتفكك النشادر في الماء كما يلي : $NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow NH_4^+ + OH^-_{(aq)}$

أثبت أن $[OH^-]^2 = K_b \times C_b$

$K_{b_{NH_3}} = 1.8 \times 10^{-5}$

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

من المعادلة : 1 mol من أيونات $NH_4^+$ و 1 mol أيونات OH- أي أن تركيزهما متساوٍ ، وعليه يمكن الرفع لأس 2 بدلا من الضرب

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

الأمونيا قاعدة ضعيفة أي أن جزء كبير منه يبقى في صورته الجزيئية (لا يتأين) ويكون تركيزه هو تركيز القاعدة الأصلي $C_b$ $[NH_3] = C_b$

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b} \rightarrow K_b C_b = [OH^-]^2 \rightarrow [OH^-] = \sqrt{K_b C_b}$$

## تدريب ص ٢٢٦

البيريديـن قاعدة ضعيفـة اكتشفت في قطران الفحم وصيغتهـا $C_5H_5N$ . احسب PH لمحلول البيريدين الذي تركيزه ٠,١ مولار علماً بأن ثابت تأين $K_b = ١,٥ \times ١٠^{-٩}$

$C_b = 0.1 = 10^{-1}$ M

$$[OH^-] = \sqrt{K_b C_b} = \sqrt{1.5 \times 10^{-9} \times 10^{-1}} = \sqrt{1.5 \times 10^{-10}} = 1.2 \times 10^{-5}$$

$$pOH = -\log(1.2 \times 10^{-5}) = -(1.1 - 5) = -(-4) = 4$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 4 = 10$$

**س١ : ضع دائرة حول الحرف الذي يمثل الإجابة الصحيحة فيما يلي :**

**أ – تكون قيمة pH لمحلول حمض HCl الذي تركيزه ٠,١ مولار .**

١) ١٤ ٢) ١٣ ٣) ١ ٤) صفر

HCl حمض قوي أي أن pH منخفض لكن ليس صفر ، 13 , 14 محاليل قاعدية

ب – إذا كانت قيمة pH تساوي (٣) لمحلول حمض ضعيف(HA) تركيزه ٠,١ مولار فإن قيمة $K_a$ لهذا الحمض تساوي .

(١) $١\times١٠^{-٥}$ (٢) $١\times١٠^{-٦}$ (٣) $١\times١٠^{-٧}$ (٤) $١\times١٠^{-٨}$

$Ca = 0.1 = 10^{-1}$ , $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3}$

$$Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} = \frac{(10^{-3})^2}{10^{-1}} = \frac{10^{-6}}{10^{-1}} = 10^{-5}$$

جـ– إذا كانت قيمة pH لمحلول = ٧ فإن $[OH^-]$ تساوي :

١) $١\times١٠^{-١٠}$ مولار (٢) $١\times١٠^{-٧}$ مولار ٣ ) $٦\times١٠^{-٢}$ مولار ٤)$٠,٥\times١٠^{-٤}$ مولار

محلول متعادل $[OH^-] = [H_3O^+] = 10^{-7}\,M$

د – الحمض جيد التوصيل الكهربائي من بين الأحماض التالية .

(١) $HNO_3$ $H_2N$(٢ $HNO_2$(٣ $NH_4^+$(٤

هـ – لديك محاليل تراكيزها متساوية لحموض افتراضية ( HA . HB . HC ) وكانت قيمة $K_a$ لها على الترتيب $١\times١٠^{-٥}$ ، $٣\times١٠^{-٤}$ ، $١\times١٠^{-٦}$ فإن الترتيب التصاعدي للحموض حسب قيم pH لها تكون : -

١) HC>HB>HA

٢) HC>HA>HB

(٣) HB>HA>HC

٤) HA>HC>HB

و– لديك محاليل تراكيزها متساوية لقواعد افتراضية ( A ، B ) وكانت قيم $K_b$ لها على الترتيب $١\times١٠^{-٥}$ ، $١\times١٠^{-٧}$ فإن الترتيب التصاعدي للقواعد حسب قيم pH لها تكون : -

(١) $[OH^-]$ للمحلول ( A ) > $[OH^-]$ للمحلول B

٢) pH للمحلول A > pH للمحول B

٣) قيمة pH للمحلولين متساوية

(٤) $[H_3O^+]$ لمحلول A > $[H_3O^+]$ للمحلول B

الترتيب حسب القاعدية Kb أعلى : $K_b\,A = 1\times10^{-5} > K_b\,B = 1\times10^{-7}$

الخيار الأول والرابع صحيحين لأن كلما زاد تركيز $OH^-$ (نقص تركيز $H_3O^+$ ) زادت القاعدية

**س٢ : احسب $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$ في محلول تم تحضيره بمزج ٥٠ مللتراً من محلول حمض الكلور تركيز ٠,٢ مولار و٤٩ مللتراً من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه ٠,٢٥ مولار .**

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

من معادلة التعادل نلاحظ أن 1 mol HCl يحتاج 1 mol NaOH (متكافئان)

نحسب عدد المولات لكل من الحمض والقاعدة ($n = M \cdot V(L)$)

$n_{HCl} = 0.2 \times 0.05 = 0.01$ mol

$n_{NaOH} = 0.25 \times 0.049 = 0.01225$ mol

اختلفت عدد المولات و عدد مولات NaOH أكبر أي يوجد فائض منه ولنوجد الفائض عدد مولات الحمض (الأقل) من عدد مولات القاعدة (الأكثر)

$0.01225 - 0.01 = 0.00225$ mol $OH^-$

وبما أن NaOH قاعدة قوية في عدد مولاته الفائضة = عدد مولات $OH^-$

حجم المحلول الكلي بعد المزج = $49+50 = 99$ ml $= 0.099$ L

الكتلة المولية لـ OH : $16 + 1 = 17$ g/mol

تركيز [OH] = عدد المولات ÷ حجم المحلول باللتر

$$[OH^-] = \frac{0.0225}{0.099} = 0.227\ M$$

$$[H_3O^+] \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{0.227} = 4.4 \times 10^{-14} M$$

**س٣ : إذا كان لديك محلول HOCl تركيزة ٠,١ مولار وعلمت أن $K_a = ٣,٥ \times ١٠^{-٨}$**

**احسب $[H_3O^+]$ ، $[OCl^-]$ ، $[HOCl]$**

$C_a = [HOCl] = 0.1 = 10^{-1}$ M

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

$$[OCl^-] = [H_3O^+] = \sqrt{K_a C_a} = \sqrt{3.5 \times 10^{-8} \times 10^{-1}} = \sqrt{3.5 \times 10^{-9}} = 6 \times 10^{-5} M$$

**س٤ : صنف المحاليل الآتية إلى : محاليل حمضية أو قاعدية أو متعادلة**

أ) pH = ٣,٥٤ حامض  ب) pOH = ٧,٠٠ متعادل  جـ) pOH = ١٠,٤٣ حامض  د) pOH = ٢,٢٥ قاعدي

**س٥ : رتب المحاليل في السؤال السابق حسب زيادة حامضيتها .**

- نحول أ إلى pOH (pOH = 14-3.54 = 10.46)
- الترتيب (كلما ارتفعت قيمة pOH زادت الحامضية )

أ > ج > ب > د

**س٦ : مستخدماً الرقم الهيدروجيني أي مما يلي يكون محلولاً حمضياً وأيها قاعدياً :**

أ) ٠,٥ مول من NaOH قاعدي

ب) ٠,٢ مول من حمض HCl حمضي

جـ) ١,٢٥ × ١٠$^{-١٠}$ مولار من $H_3O^+$ قاعدي

$$pH = -\log[H_3O^+] = -[\log 1.25 + log10^{-10}] = 9.9 \approx 10$$

# الفصل الثامن

## تدريب

ص ٢٣٧

**صنف الأملاح التالية : ( متعادلة ، حمضية ، قاعدية )**

$Fe(NO_3)_2$ ، $K_2S$ ، $C_6H_5COONa$ ، $KNO_3$

: قاعدة قوية KOH وحمض قوي $HNO_3$ ← $KNO_3$ ملح متعادل

$C_6H_5COOH$ حمض ضعيف و NaOH قاعدة قوية ← $C_6H_5COONa$ ملح قاعدي

KOH قاعدة قوية و $H_2S$ حمض ضعيفة ← $K_2S$ ملح قاعدي

$Fe(OH)_2$ قاعدة ضعيفة و $HNO_3$ حمض قوي ← $Fe(NO_3)_2$ ملح حمضي

## تدريب ص ٢٤٤

١- اكتب معادلات التميؤ للأملاح التالية :

$AlCl_3$ . $KNO_3$ . $Li_2CO_3$

$$AlCl_3 + H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + H_3O^+ + 3Cl^-$$

$Cl^-$ أيون متفرج لأنه شق من حمض قوي HCl فيتأين كليا في الماء وبسبب وجود أيونات الهيدرونيوم فإن المحلول الناتج ذو صفة حامضية

$$KNO_3 + H_2O \leftrightharpoons K^+ + NO_3^- + H^+ + OH^-$$

KOH , HNO3 كلاهما قويان يتأينان كليا في الماء (محلول متعادل)

$$Li_2CO_3 + H_2O \leftrightharpoons Li^+ + OH^- + LiHCO_3$$

LiOH قاعدة قوية لذا تبقى متأينة في الماء

## ص ٢٤٥

٢- ما قيمة pH لمحلول ($N_2H_5Cl$) الذي تركيزه ٠,١ مولار علماً بان $K_h = ٥,٩ \times ١٠^{-٤}$ عند ٢٥مْ وأن الملح مشتق من حمض قوي وقاعدة ضعيفة ؟

*الملح ذو تأثير حمضي* :

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_h \times C_s} = \sqrt{0.1 \times 5.9x10^{-4}} = 7.6 \times 10^{-3} M$$

$$pH = -\log(7.6x10^{-3}) = -(0.88-3) = 2.12$$

٣- احسب pOH لمحلول ملح فورمات الصوديوم (HCOONa) الناتج من إذابة ٠,٠٧ مول منه في كمية من الماء بحيث أصبح حجم المحلول ٤٠٠ مللتر

علماً بان $K_a = ١,٧ \times ١٠^{-٤}$ عند ٢٥ ْم

$$C = \frac{0.07}{0.4} = 0.175\ M$$

*الملح ذو تأثير قاعدي* :

$$[OH^-] = \sqrt{K_h \times C_s} = \sqrt{0.175 \times 1.7x10^{-4}} = 5.4 \times 10^{-3} M$$

$$pOH = -\log(4.5x10^{-3}) = -(0.88-3) = 2.3$$

## تدريب ص ٢٤٦

**ما تأثير إضافة ملح كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$ إلى محلول $NH_3$ في حالة اتزان على حالة الاتزان وقيمة pH للمحلول ؟**

$NH_3$ قاعدة ضعيفة معادلة تميؤه $NH_3 + H_2O \leftrightharpoons NH_4^+ + OH^-$

وعند إضافة $NH_4Cl$ حيث يحتوي أيون مشترك $NH_4^+$ ينزاح الاتزان جهة تكوين المتفاعلات فيقل تركيز $OH^-$ ويرتفع قيمة pH

## تدريب ص ٢٤٩

**وضح بالمعادلات عمل المحلول المنظم ($NH_3$/ $NH_4Cl$) عند إضافة كميات بسيطة من حمض وقاعدة قوية إليه .**

معادلة تأين القاعدة $NH_3 \leftrightharpoons NH_4^+ + OH^-$

معادلة تأين الملح $NH_4Cl \leftrightharpoons NH_4^+ + Cl^-$

محصلة الأيونات في المحلول المنظم $NH_3/NH_4Cl \leftrightharpoons 2NH_4^+ + Cl^- + OH^-$

عند إضافة حمض $H^+$ يتفاعل أيونات الهيدروجين مع $OH^-$ فينزاح الاتزان نحو النواتج لتكوين المزيد من $OH^-$ إلى أن يزول أثر إضافة الحمض

عند إضافة قاعدة OH ينزاح الاتزان نحو المتفاعلات للتقليل من أثر الزيادة

**س ١ : بين ما سيطرأ على الرقم الهيدروجيني pH عند إضافة :**

١- خلات البوتاسيوم إلى محلول حمض الخل .

يرتفع pH ، لأن الاتزان ينزاح لاتجاه المتفاعلات فيقل تركيز $H^+$

٢- نترات الأمونيوم إلى محلول النشادر .

ينخفض pH ، لأن الاتزان ينزاح للمتفاعلات فيقل تركيز $OH^-$

**س ٢ : أي مما يلي يكوّن محلولاً منظماً موضحاً بالمعادلات طريقة عمل المحلول المنظم ؟**

- محلول KCl مع HCl

لا يكون محلول منظم

- محلول $NH_4OH$ مع $NH_3$

لا يكون محلول منظم

**س ٢ : أي مما يلي يكوّن محلولاً منظماً موضحاً بالمعادلات طريقة عمل المحلول المنظم ؟**

- محلول KCl مع HCl
- محلول $NH_4OH$ مع $NH_3$
- محلول NaOH مع NaCl
- √ محلول HCN مع NaCN

معادلة تأين الحمض $HCN \leftrightharpoons H^+ + CN^-$

معادلة تأين الملح $NaCN \leftrightharpoons Na^+ + CN^-$

محصلة الأيونات في المحلول المنظم $HCN/NaCN \leftrightharpoons H^+ + 2CN^- + Na^+$

عند إضافة حمض $H^+$ يزداد تركيز $H^+$ فيتجه الاتزان نحو المتفاعلات (تتحد أيونات +H مع CN لتكوين HCN إلى أن تعود حالة الاتزان بإزالة أثر زيادة الحمض فيقى pH ثابتا

عند إضافة قاعدة تتحد أيونات -OH مع +H بذلك سيقل تركيز +H فيختل التوازن ،ينزاح الاتزان نحو النواتج أي يتفكك المزيد HCN لانتاج $H^+$ لتعويض وإزالة أثر النقص

**س ٣ : ما تأثير محاليل الأملاح التالية على ورق تباع الشمس؟ وضح بالمعادلات .**

$KNO_2$ . LiBr . $N_2H_5Cl$

$N_2H_5Cl + H_2O \leftrightharpoons N_2H_5OH + H^+ + Cl^-$

ملح لقاعدة ضعيفة وحمض قوي ، محلوله ذو تأثير حمضي يحول لون ورق تباع الشمس إلى أحمر

$LiBr + H_2O \rightarrow Li^+ + OH^- + Br^- + H^+$

ملح لحمض وقاعدة قويين ، محلوله ذو تأثير متعادل لا يتغير لون ورق تباع الشمس

$KNO2 + H_2O \leftrightharpoons K^+ + OH^- + HNO_2$

ملح لحمض ضعيف وقاعدة قوية ، محلوله ذو تأثير قاعدي يحول لون ورق تباع الشمس إلى أزرق

**س ٤ : احسب pH لمحلول بنزوات صوديوم تركيز ٠,٠٢ مولار .**

علماً بأن $K_a$ لحمض البنزويك $٦,٥ \times ١٠^{-٥}$ $(C_6H_5COOH)$

$C_s = 0.02 = 2 \times 10^{-2}$ M , $K = 6.5 \times 10^{-5} = 65 \times 10^{-6}$

$K\,C = 65 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-2} = 130 \times 10^{-8}$

$$[OH^-] = \sqrt{K \times C} = \sqrt{130 \times 10^{-8}} = 1.14 \times 10^{-3}\ M$$

$$pOH = -[\log 1.14 + \log 10^{-3}] = -[0.057 - 3] = -[-3] = 3$$

$pH = 14 - 3 = 11$

**س ٥ : احسب تركيز أيون الهيدروكسيد $OH^-$ لمحول كلوريد الأمونيوم في محلول تركيزه ٠,٠١ مولار** علماً بأن $K_b$ للنشادر = ١,٨ × ١٠$^{-٥}$

ملح كلوريد الأمونيوم ذو تأثير حمضي (حمض قوي ، قاعدة ضعيفة )

$$[H_3O^+] = \sqrt{K \times C} = \sqrt{0.1 \times 1.8 \times 10^{-5}} = 1.34 \times 10^{-3}\ M$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{1.34 \times 10^{-3}} = 0.74 \times 10^{-11} M$$

**س٦ : رتب المحاليل التالية تصاعدياً حسب قيمة ( pH ) لها علماً بأن المحاليل لها نفس التركيز:**

. ( $HCl$ ، $NaCl$ ، $Na_2CO_3$ ، $NH_4Cl$ )

١. $Na_2CO_3$ ، ملح ذو تأثير قاعدي (pH مرتفع)
٢. $NaCl$ ، ملح ذو تأثير متعادل pH = 7
٣. NH4Cl ، ملح ذو تأثير حمضي
٤. $HCl$ ، حمض قوي جدا

# الفصل التاسع

ص ٢٥٥

## تدريب

**حدد تفاعلات الأكسدة وتفاعلات الاختزال وفق المفهوم القديم لهما .**

$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$

أكسدة

الأكسدة : اتحاد المادة مع الأكسجين

$Br_2 + H_2 \longrightarrow 2HBr$

اختزال

الاختزال : اتحاد المادة مع الهيدروجين

$C_2H_4O + H_2 \longrightarrow C_2H_6O$

اختزال

$C + O_2 \longrightarrow CO_2$

أكسدة

## تدريب

**١- أكمل الفراغات التالية :**

أ – العامل المؤكسد يؤكسِد المادة التي يتفاعل معها وتحدث له عملية اختزال و اكتساب بعض الإلكترونات .

ب – العامل المختزل يختزل المادة التي يتفاعل معها وتحدث له عملية أكسدة و فقد بعض الإلكترونات .

**٢- حدد العامل المُؤكسِد والعامل المُختزِل والمادة التي تأكسدت والمادة التي اختُزِلَتْ في التفاعلات التالية**

$$Sn^{++}_{(aq)} + 2Ag_{(s)} \longrightarrow Sn_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)}$$

$$2Li_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2Li^{+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$$

| التفاعل | المادة التي تأكسدت | المادة التي اختُزِلَتْ | عامل مؤكسِد | عامل مختزِل |
|---|---|---|---|---|
| ١ | $Sn^{++}$ | Ag | Ag | $Sn^{++}$ |
| ٢ | $Cl_2$ | Li | $Cl_2$ | $Cl_2$ |

## تدريب ص ٢٦٣

احسب عدد الأكسدة للعناصر التي تحتها خط فيما يلي وفقاً للقواعد السابقة.

$\underline{N_2O_2}$

-2

$\underline{NaH}$

-1

$\underline{KMnO_4}$

$+1+Mn+4(-2)=0$

$Mn=+7$

$\underline{Al^{+3}}$

+3

$\underline{SO_4^{-2}}$

$S+4(-2)=-2$

$S=+6$

$\underline{CO_2}$

-2

$\underline{N_2}$

0

## تدريب ص ٢٦٦

١- لديك التفاعليين الآتيين:

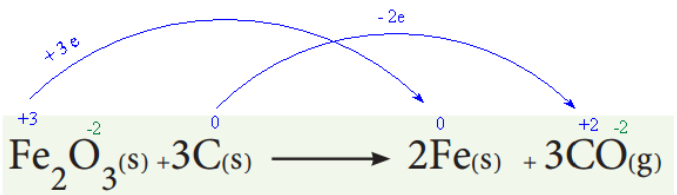
1- $Fe_2O_{3(s)}+3C_{(s)} \longrightarrow 2Fe_{(s)}+3CO_{(g)}$

2- $Cr_2O_7^{-2}{}_{(aq)}+S_{(s)} \longrightarrow Cr_2O_{3(aq)}+SO_{2(g)}$

أ – حدد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت في التفاعليين .

ب – حدد الذرات التي لا يتغير عدد أكسدتها خلال التفاعل إن وجدت .

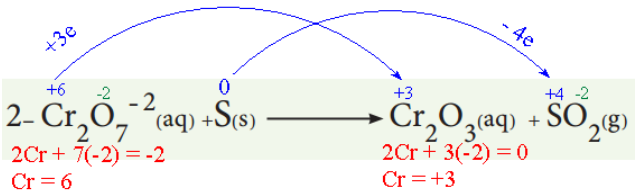
أ- في التفاعل الأول تأكسد الحديد ، وأختزل الكربون




2Fe + 3(-2) = 0

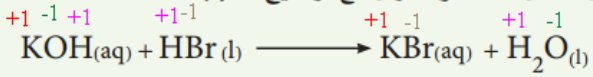
Fe = +3

في التفاعل الثاني أختزلت ذرة الكروم وتأكسدت ذرة الكبريت




ب- في كلا التفاعلين ذرة الأكسجين لم يتغير عدد أكسدتها

٢ – هل التفاعل الآتي يمثل تفاعل أكسدة واختزال مع توضيح السبب :

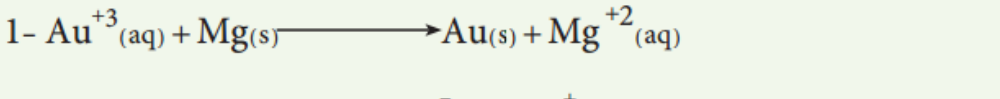


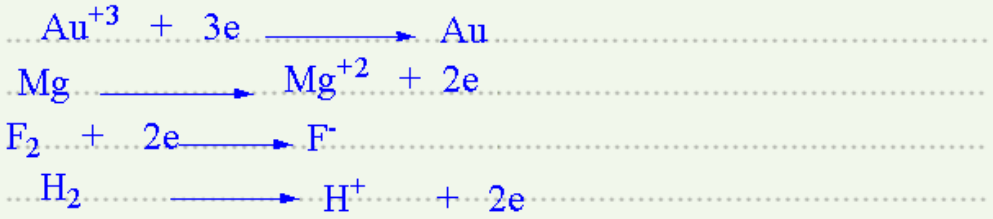

لا ، لأنه لم يتم انتقال إلكترونات ولا تغير في عدد أكسدة أي ذرة

269

تدريب

أكتب نصفي الأكسدة والاختزال للتفاعلين التاليين مع وزن إلكترونات النصفين إن لزم الأمر

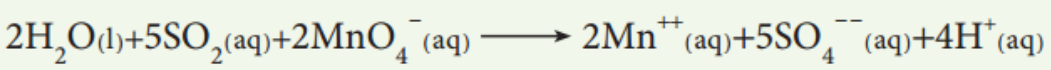





تدريب

ص ٢٧٣

١- تمثل المعادلة التالية النتيجة النهائية التي تم التوصل إليها بعد وزن المعادلة، هل المعادلة موزونة بصورة صحيحة ، ولماذا ؟




محصلة شحنة النواتج = محصلة شحنة المتفاعلات

$$2(-1) \neq 2(+2) + 5(-2) + 4(+1)$$

$$-2 \neq 4 - 10 + 4$$

$$-2 \neq -10$$

∴ المعادلة ليست موزونة بشكل صحيح ، لأن الشحنات غير موزونة

٢- وازن التفاعل الآتي في وسط حمضي بطريقة نصف التفاعل

$$NO_{2(g)} + ClO^-_{(aq)} \longrightarrow NO_3^-{}_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

١- حدد أعداد الأكسدة

$$\overset{+4\ -2}{NO_{2(g)}} + \overset{+1}{ClO^-_{(aq)}} \longrightarrow \overset{+5\ -2}{NO_3^-{}_{(aq)}} + \overset{-1}{Cl^-_{(aq)}}$$

٢- اكتب نصفي التفاعل

$NO_2 \rightarrow NO_3^-$ أكسدة

$ClO^- \rightarrow Cl^-$ إختزال

٣- أوزن الذرات تغير عدد أكسدتها إذا لزم الأمر : كلا من النيتروجين والكلور موزونين

٤- أوزن الأكسجين والأكسجين بإضافة جزيئات ماء في الطرف الذي ينقصه O بعدد النقص وفي الطرف المقابل أضف $H^+$ بضعف المقدار

$NO_2 + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+$

$ClO^- + 2H^+ \rightarrow Cl^- + H_2O$

٥- مساواة عدد إلكترونات نصفي التفاعل

بالضرب في المعامل المناسب شحنة المتفاعلات = شحنة النواتج

١- **نصف تفاعل الأكسدة :**

- مجموع شحنة طرف المتفاعلات = صفر
- مجموع شحنة طرف النواتج : $-1 + 2(+1) = +1$

إذا نضيف إلكترون لطرف النواتج ليصبح مجموع الشحنة = صفر

$NO_2 + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + e$

٢- **نصف تفاعل الاختزال :**

- مجموع شحنة طرف المتفاعلات = $-1 + 2(+1) = +1$
- مجموع شحنة طرف النواتج : $-1$

إذا نضيف إلكترونين لطرف المتفاعلات ليصبح مجموع الشحنة = $-1$

$ClO^- + 2H^+ + 2e \rightarrow Cl^- + H_2O$

٦- اجعل عدد الالكترونات في نصفي التفاعل متساويا ، بضرب كل نصف تفاعل في عدد إلكترونات التفاعل الآخر

إضرب نصف تفاعل الأكسدة في 2

$2NO_2 + 2H_2O \rightarrow 2NO_3^- + 4H^+ + 2e$

$ClO^- + 2H^+ + 2e \rightarrow Cl^- + H_2O$

٧- اجمع نصفي التفاعل

$2NO_2 + H_2O + ClO^- \rightarrow 2NO_3^- + 2H^+ + Cl^-$

## تدريب

ص ٢٧٤

وازن التفاعل الآتي في وسط قاعدي بطريقة نصف التفاعل :

$$CrO_2^-{}_{(aq)} + ClO^-_{(aq)} \longrightarrow CrO_4^{-2}{}_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

١- حدد أعداد الأكسدة

$$\overset{+5}{CrO_2^-{}_{(aq)}} + \overset{+1}{ClO^-_{(aq)}} \longrightarrow \overset{+6}{CrO_4^{-2}{}_{(aq)}} + \overset{-1}{Cl^-_{(aq)}}$$

٢- اكتب نصفي التفاعل

$CrO_2^- \rightarrow CrO_4^{-2}$ أكسدة

$ClO^- \rightarrow Cl^-$ اختزال

٣- أوزن الذرات التي تغير عدد أكسدتها إذا لزم الأمر : كلا من الكروم والكلور موزونين

٤- لوزن الأكسجين والهيدروجين

أضف $OH^-$ للطرف الذي نقصه O بمقدار ضعف النقص ،

وأضف ماء للطرف المقابل بمقدار نصف OH

$$CrO_2^- + 4OH^- \rightarrow CrO_4^{-2} + 2H_2O$$
$$ClO^- + H_2O \rightarrow Cl^- + 2OH^-$$

٥- وزن الشحنات

أضف إلكترونات للطرف المناسب بحيث يكون :

شحنة المتفاعلات = شحنة النواتج

**نصف تفاعل الأكسدة**

شحنة المتفاعلات $-2 + 4(-1) = -5$

شحنة النواتج $-2$

أضف 3 إلكترونات إلى النواتج ليصبح -5

$$CrO_2^- + 4OH^- \rightarrow CrO_4^{-2} + 2H_2O + 3e$$

**نصف تفاعل الاختزال**

شحنة المتفاعلات $-1$

شحنة النواتج $-1 + 2(-1) = 1$

أضف إلكترونين إلى المتفاعلات ليصبح -1

$$ClO^- + H_2O + 2e \rightarrow Cl^- + 2OH^-$$

٦- مساواة عدد إلكترونات نصفي التفاعل بالضرب في المعامل المناسب

**اضرب نصف تفاعل الأكسدة في 2**

$$2CrO_2^- + 8OH^- \rightarrow 2CrO_4^{-2} + 4H_2O + 6e$$

**اضرب نصف تفاعل الأكسدة في 3**

$$3ClO^- + 3H_2O + 6e \rightarrow 3Cl^- + 6OH^-$$

٧- اجمع نصفي التفاعل

$$2CrO_2^- + 2OH^- + 3ClO^- \rightarrow 2CrO_4^{-2} + H_2O + 3Cl^-$$

## تدريب ص ٢٨٣

**١- تمثل المعادلة النهائية التفاعل الحادث في إحدى الخلايا الجلفانية**

$$Zn_{(s)} + 2Ag_{(aq)} \longrightarrow 2Ag_{(s)} + Zn^{+2}{}_{(aq)}$$

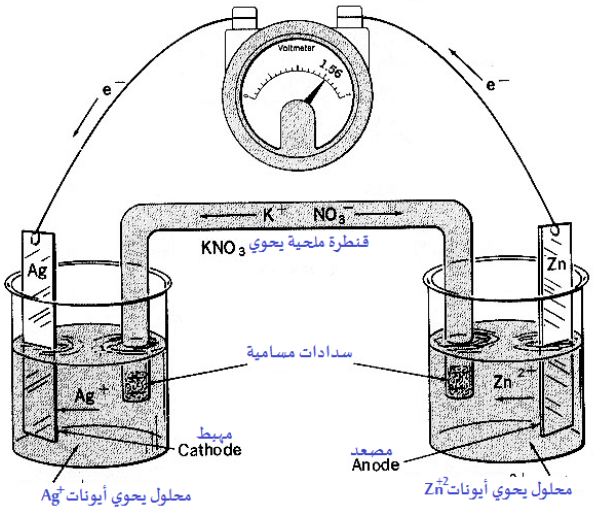
**أ- اكتب معادلة نصفي التفاعل عند كل قطب**

نصف تفاعل الأكسدة عند المصعد (الأنود) $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e$

نصف تفاعل الاختزال عند المهبط (الكاثود ) $2Ag^+ + 2e \rightarrow 2Ag$

ب- ارسم الخلية السابقة موضحاً على الرسم شحنة الأقطاب واتجاه حركة الإلكترونات في الدائرة الخارجية واتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية .

جـ- حدد المصعد والمهبط في الخلية .




د – ماذا يحدث بمرور الزمن بعد تشغيل الخلية السابقة لكل من قطب الخارصين، قطب الفضة ، أيونات الفضة ، أيونات الخارصين ؟

١- تنقص كتلة قطب الخارصين ويزداد تركيز أيونات الزنك في المحلول
٢- تزداد كتلة قطب الفضة وينقص تركيز أيونات الفضة في المحلول

٢- الرمز الاصطلاحي التالي يمثل خلية جلفانية

$$Mg_{(s)} / Mg^{+2}_{(aq)}\,(1M) \;//\; Al^{+3}_{(aq)}\,(1M) / Al_{(s)}$$

أ- وضح اتجاه سريان الإلكترونات في الدائرة الخارجية .

الناتج | المتفاعل المختزَل | | الناتج | المتفاعل المتأكسد

تسير الإلكترونات من فلز المغنيسيوم إلى أيونات الألمونيوم

اكتب معادلة نصفي التفاعل.

$Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e$ نصف الأكسدة

$Al^{+3} + 3e \rightarrow Al$ نصف الاختزال

ب- اكتب معادلة التفاعل الكلي للخلية .

$$Mg + Al^{+3} \rightarrow Mg^{+2} + Al$$

## تدريب ص ٢٩٣

١- احسب الجهد القياسي $E^0$ للخلية الجلفانية التي يحدث فيها التفاعل التالي بالرجوع إلى السلسلة الكهروكيميائية

$$2Cr^{+3}_{(aq)} + 3Ni_{(s)} \longrightarrow 2Cr_{(s)} + 3Ni^{+3}_{(aq)}$$

| | | |
|---|---|---|
| $Cr^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Cr_{(s)}$ | | ٠,٧٤- |
| $Ni^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ni_{(s)}$ | | ٠,٢٥- |

$$E°_{\text{الخلية}} = E°_{\text{الاختزال}} - E°_{\text{الأكسدة}} = -0.74 - (-0.25) = -0.5\ V$$

٢- احسب الجهد القياسي $E^0$ لقطب مجهول (X) في خلية شكلت بالتفاعل التالي فكان جهدها القياسي $E^0$ ٠,٢٧٦ فولت

$$Cd_{(s)} + X^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Cd^{+2}_{(aq)} + X_{(s)}$$

وبالرجوع إلي السلسلة الكهروكيميائية حدد نوع القطب X

| | | |
|---|---|---|
| $Cd^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cd_{(s)}$ | | ٠,٤٠- |

$$E°_{\text{الخلية}} = E°_{\text{الاختزال}} - E°_{\text{الأكسدة}} = 0.276 - (-0.4) = 0.676\ V$$

## تدريب ص ٢٩٦

هل يمكن تحضير $Cl_2$ بأكسدة أيونات $Cl^-$ بواسطة البروم $Br_2$ حسب التفاعل الآتي

$$2Cl^-_{(aq)} + Br_{2(l)} \longrightarrow 2Br^- + Cl_{2(g)}$$

| | |
|---|---|
| $Cl2(g) + 2e^- \longrightarrow 2Cl\text{-}(aq)$ | ١,٣٦+ |
| $Br2(l) + 2e^- \longrightarrow 2Br\text{-}(aq)$ | ١,٠٦+ |

$$E°_{\text{الخلية}} = E°_{\text{الاختزال}} - E°_{\text{الأكسدة}} = 1.06 - 1.36 = -0.3\ V$$

جهد الخلية سالب أي التفاعل لا يحدث تلقائيا بالتالي لا تحضير غاز الكلور بهذه الطريقة

## تدريب ص ٢٩٧

تم تشكيل خليتين جلفا نيتين تحت نفس الظروف ( ولتكن الظروف القياسية ) احسب الجهد القياسي $E^o$

$$1 - Pb_{(aq)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Pb^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

علماً بأن $E^o\ Pb^{+2}/Pb = -$ ٠,١٣ فولت ، $E^o\ Cu^{+2}/Cu = +$ ٠,٣٤ فولت

$$E°_{\text{الخلية}} = E°_{\text{الاختزال}} - E°_{\text{الأكسدة}} = 0.34 - (-0.13) = 0.47\ V$$

2 - $Cu_{(s)} / Cu^{+2}(1M) // Au^{+3}_{(aq)} (1M) / Au_{(s)}$

علماً بأن $E^{o}_{Cu^{+2}/Cu}$ = + ٠,٣٤ فولت ، $E^{o}_{Au^{+3}/Au}$ = + ١,٥ فولت

$E°_{\text{الخلية}} = E°_{\text{الاختزال}} - E°_{\text{الأكسدة}} = 1.5 - 0.34 = 1.16\ V$

## تدريب ص ٣٠٢

لخص في الجدول التالي أهم الفروقات بين الخلية الجلفانية وخلية التحليل الكهربائي .

| | الخلية الغلفانية | الخلايا التحليلية |
|---|---|---|
| تحولات الطاقة | كيميائية ← كهربائية | كهربائية ← كيميائية |
| أنصاف الخلية | منفصلين يربط بينهما جسر ملحي | في وعاء واحد |
| القطب السالب | المصعد (أنود) ، قطب الأكسدة غالبا تستخدم أقطاب نشطة | المهبط (كاثود) ، قطب الاختزال غالبا تستخدم أقطاب خاملة |
| القطب الموجب | المهبط (كاثود) ، قطب الاختزال أحيانا نشطة وأحيانا خاملة (غرافيت) | المصعد (أنود) ، قطب الأكسدة غالبا تستخدم أقطاب خاملة (بلاتين) |
| سير الالكترونات | المصعد ← المهبط | مصدر التيار ← المهبط ← المصعد |
| الإلكتروليت | محلول يحوي أيونات القطب | مصهور لمركب أيوني يحمل أيونات القطب |
| وجود مصدر تيار | لا يلزم | لازم حتى يتم التفاعل |
| تلقائية التفاعل وإشارة جهد الخلية | $E^{o}$ موجب ، التفاعل تلقائي | $E^{o}$ سالب ، التفاعل غير تلقائي |
| التطبيقات | البطاريات الأولية والثانوية<br>الجلفنة (حماية المعادن من التآكل ) | البطاريات الثانوية<br>استخلاص وتنقية الفلزات من خاماتها<br>الطلاء الكهربائي |

## س١ : احسب عدد الأكسدة لما يلي :

أ – الكروم في $Cr_2O_3$

$2Cr + 3(-2) = 0$

$Cr = +3$

ب – الكلور في $HClO_3$

$1 + Cl + 3(-2) = 0$

$Cl = +5$

جـ – الأكسجين في $K_2O_2$

$2(+1) + 2O = 0$

$O = -1$

د– المجنيز في $MnO_4$

$Mn + 4(-2) = 0$

$Mn = +8$

و – البوتاسيوم في $K_2UO_4$

$K = +1$

الفلزات القلوية دائما +1

هـ – البورون في $Na_2B_4O_7$

$2(+1) + 4B + 7(-2) = 0$

$B = +3$

## س٢ : وازن التفاعلات التالية

1- $Mg + NO_3^- \longrightarrow Mg^{+2} + N_2$ وسط حمضي

$\overset{0}{Mg} + \overset{+5}{NO_3^-} \longrightarrow \overset{+2}{Mg^{+2}} + \overset{0}{N_2}$

$N + 3(-2) = -1$

$N = +5$

**الذرات التي تأكسدت واختزلت**

**نصفي التفاعل** $Mg \rightarrow Mg^{+2}$ , $NO_3^- \rightarrow N_2$

**وزن الذرات** $Mg \rightarrow Mg^{+2}$ , $2NO_3^- \rightarrow N_2$

**وزن O,H** $Mg \rightarrow Mg^{+2}$ , $2NO_3^- + 6H^+ \rightarrow N_2 + 3H_2O$

**وزن الشحنة** $Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e$ , $2NO_3^- + 6H^+ + 4e \rightarrow N_2 + 3H_2O$

**وزن e** $2Mg \rightarrow 2Mg^{+2} + 4e$ , $2NO_3^- + 6H^+ + 4e \rightarrow N_2 + 3H_2O$

**جمع نصفي التفاعل** $2Mg + 2NO_3^- + 6H^+ \rightarrow 2Mg^{+2} + N_2 + 3H_2O$

2- $MnO_4^- + Fe^{+2} \longrightarrow MnO_2 + Fe^{+3}$ وسط قاعدي

$\overset{+7}{MnO_4^-} + \overset{+2}{Fe^{+2}} \longrightarrow \overset{+4}{MnO_2} + \overset{+3}{Fe^{+3}}$

$Mn + 4(-2) = -1$

$Mn = +7$

١- الذرات التي تأكسدت واختزلت

٢- نصفي التفاعل

$MnO_4^- \rightarrow MnO_2$ , $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$

٣- الذرات موزونة لا حاجة لوزنها

٤- وزن الأكسجين والهيدروجين

$MnO_4^- + 2H_2O \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$ , $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$

٥- وزن الشحنة

$MnO_4^- + 2H_2O \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$ , $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$

شحنة المتفاعلات : 2+

شحنة النواتج : 3+

أضف إلكترون إلي النواتج

$Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e$

شحنة المتفاعلات : -1

شحنة النواتج : -4

أضف 3e إلى المتفاعلات ليصبح المجموع -4

$MnO_4^- + 2H_2O + 3e \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$

٦- وزن عدد الإلكترونات

$MnO_4^- + 2H_2O + 3e \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$ , $3Fe^{+2} \rightarrow 3Fe^{+3} + 3e$

٧- جمع نصفي التفاعل

$MnO_4^- + 2H_2O + 3Fe^{+2} \rightarrow MnO_2 + 4OH^- \rightarrow 3Fe^{+3}$

3- $ClO^- + Fe(OH)_3 \longrightarrow Cl^- + FeO_4^{-2}$ وسط قاعدي

١- تحديد الذرات التي تأكسدت واختزلت

$\overset{+1}{ClO^-} + \overset{+3}{Fe(OH)_3} \longrightarrow \overset{-1}{Cl^-} + \overset{+6}{FeO_4^{-2}}$

٢- نصفي التفاعل

$ClO^- \rightarrow Cl^-$ , $Fe(OH)_3 \rightarrow FeO_4^{-2}$

٣- الذرات موزونة لا حاجة لوزنها

٤- **وزن الأكسجين :** أضف OH للطرف الذي ينقصه O ضعف النقص وأضف ماء للطرف الآخر بنصف مقدار OH

$ClO^- + H_2O \rightarrow Cl^- + 2OH^-$ , $Fe(OH)_3 + 2OH^- \rightarrow FeO_4^{-2} + H_2O + 3H^+$

**ملاحظة** : في بعض الحالات رغم أن الوسط قاعدي لكن قد نضطر لإضافة بروتون لوزن الهيدروجين كما في نصف تفاعل الاختزال ، الهيدروجين لم يوزن بعد لذا أضف +H للطرف الناقص بعدد النقص

٥- وزن الشحنة

$ClO^- + H_2O + 2e \rightarrow Cl^- + 2OH^-$

$Fe(OH)_3 + 2OH^- \rightarrow FeO_4^{-2} + H_2O + 3H^+ + 3e$

٦- وزن الالكترونات :

$3ClO^- + 3H_2O + 6e \rightarrow 3Cl^- + 6OH^-$

$2Fe(OH)_3 + 4OH^- \rightarrow 2FeO_4^{-2} + 2H_2O + 6H^+ + 6e$

٧- جمع المعادلتين

$3ClO^- + H_2O + 2Fe(OH)_3 \rightarrow 3Cl^- + 2OH^- + 2FeO_4^{-2} + 6H^+$

4- $MnO_4^- + Sn^{+2} + H^+ \longrightarrow Mn^{+2} + Sn^{+4} + H_2O$

$$\overset{+7}{MnO_4^-} + \overset{+2}{Sn^{+2}} + H^+ \longrightarrow \overset{+2}{Mn^{+2}} + \overset{+4}{Sn^{+4}} + H_2O$$

واضح أن التفاعل في وسط حامضي لوجود البروتونات

١. **نصف تفاعل الأكسدة** $Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4}$

٢. **نصف تفاعل الاختزال** $MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2}$

٣. **وزن الأكسجين و الهيدروجين**

$Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4}$

$MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

٤. **وزن الشحنة**

- في نصف تفاعل الأكسدة : شحنة المتفاعلات 2+ ، وشحنة النواتج 4+

، أضف للنواتج 2e : $Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4} + 2e$

- في نصف تفاعل الاختزال: شحنة المتفاعلات $-1 + 8(+1) = 7$ ، وشحنة النواتج 2 +

، أضف للمتفاعلات 5e : $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

٥. **وزن الإلكترونات :** اضرب كل نصف تفاعل في عامل عدد إلكترونات التفاعل الآخر

- نصف تفاعل الأكسدة × 5 : $5Sn^{+2} \rightarrow 5Sn^{+4} + 10e$
- نصف تفاعل الأكسدة × **2** : $2MnO_4^- + 16H^+ + 10e \rightarrow 2Mn^{+2} + 8H_2O$

٦. **اجمع نصفي التفاعل**

$$2MnO_4^- + 5Sn^{+2} + 16H^+ \rightarrow 2\,Mn^{+2} + 5Sn^{+4} + 8H_2O$$

**س٣ : ادرس جهود الاختزال لأنصاف التفاعلات الآتية وأجب عن الأسئلة :**

١- $Fe^{+2}_{(ag)} + 2e^- \longrightarrow Fe_{(s)}$ $E^0 = -٠,٤٤$ فولت

٢- $Sn^{+2}_{(ag)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(s)}$ $E^0 = -٠,١٤$ فولت

٣- $Hg^{+2} + 2e^- \longrightarrow Hg_{(l)}$ $E^0 = +٠,٨٥$ فولت

٤- $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag_{(s)}$ $E^0 = +٠,٨٠$ فولت

أ – حدد أقوى عامل مؤكسد وأقوى عامل مختزل .

أقوى عامل أكسدة هو الذي له جهد اختزال أكبر : الزئبق

أقوى عامل اختزال هو الذي له جهد اختزال أصغر : الحديد

ب- الأيونات التي يمكن أن تختزل بالحديد و التي تتأكسد بالفضة .

الترتيب أقوى عامل أكسدة ، $Hg > Ag > Sn > Fe$

القصدير يختزل بالحديد ويتأكسد بالفضة

**س٤ : وضح المقصود بكل مما يلي : السلسلة الكهروكيميائية ، التحليل الكهربائي المهبط ، المصعد .**

السلسلة الكهروكيميائية : قائمة بالعناصر تم فيها ترتيب العناصر وفق نشاطها الكيميائي بالاعتماد على جهود الاختزال المعياري

التحليل الكهربي : استعمال الطاقة الكيميائية لإحداث تفاعل

المهبط : القطب الموجب ويحدث عنده نصف تفاعل الاختزال

المصعد : القطب السالب ويحدث عنده نصف تفاعل أكسدة