# ملحق إجابات أسئلة كتاب الكيمياء وكتاب الأنشطة

## للصف الثاني عشر – الفصل الدراسي الأول

## 2025

# الوحدة الأولى (1) حالات المادة (States of Matter)

## الدرس الأول: الحالة الغازية

صفحة 12 أتحقق

يكون سلوك الغاز الحقيقي أقرب إلى سلوك الغاز المثالي كلما زادت درجة الحرارة وقل الضغط المؤثر على الغاز.

صفحة 12 أفكر

Ne لأن قوى التجاذب بين ذراته هي قوى لندن وهي أضعف من الرابطة الهيدروجينية التي تربط بين جزيئات $NH_3$.

صفحة 14 أتحقق

$P_1V_1=P_2V_2$

$2 \times 4= P_2 \times 12$

$P_2 = 0.667$ atm

لاحظ أن مضاعفة الحجم 3 مرات خفض الضغط إلى الثلث.

صفحة 16 أتحقق

$T_1= 24°C + 273 = 297$ K , $V_1= 430mL/1000 = 0.43$ L

$\frac{V1}{T1} = \frac{V2}{T2}$

$\frac{0.43}{297} = \frac{0.75}{T2}$ , $T_2 = \frac{297\times0.75}{0.43}$

$T_2 = 518$ K , $T_2= 518 - 273 = 245$ °C

صفحة 17 أتحقق

$T_1= 27°C + 273 = 300$ K

$$\frac{P1}{T1} = \frac{P2}{T2}$$

$$\frac{1.85}{300} = \frac{2.2}{T2} \quad , \quad T_2 = \frac{2.2 \times 300}{1.85}$$

$T_2 = 356.76$ K , $T_2 = 356.76 - 273 = 83.76$ °C

صفحة 18 أتحقق

$T_1 = 25°C + 273 = 298$ K , $T_2 = 10°C + 273 = 283$ K

$$\frac{P1 \times V1}{T1} = \frac{P2 \times V2}{T2}$$

$$\frac{1.08 \times 50}{298} = \frac{0.8 \times V2}{283} \quad , \quad V_2 = \frac{1.08 \times 50 \times 283}{0.8 \times 298}$$

$V_2 = 64.1$ L

صفحة 20 أفكر

يزداد ضغط الغاز عند زيادة عدد مولاته مع بقاء حجمه ودرجة حرارته ثابتين لأن زيادة عدد مولات الغاز تزيد عدد جسيماته ومن ثم تزداد عدد تصادماتها مع جدار الإناء أي يزداد الضغط.

صفحة 20 أتحقق

امول من الغاز حجمه 22.4 L في الظروف المعيارية وبالتالي فإن حجم 3.5 مول يساوي

$V_2 = n \times V$

$V_2 = 3.5$ mol $\times$ 22.4 L/mol

$V_2 = 78.4$ L

صفحة 21 أتحقق

T= 25°C + 273 = 298 K

PV= n RT

$n = \frac{2.0 \times 0.15}{0.082 \times 298}$

n = 0.012 mol

صفحة 25 أتحقق1

بما أن حجم غاز النيتروجين قل إلى النصف فإن ضغطه سيزداد إلى الضعف.

$P_{N2} = 2 \times 0.395 = 0.79$ atm

$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$

$0.11 \times 3 = P_2 \times 1$

$P_{H2} = 3 \times 0.11 = 0.33$ atm

$P_T = 0.79 + 0.33 = 1.12$ atm

صفحة 25 أتحقق2

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

$n_{N2} = \frac{5.04}{28} = 0.18\, mol$

$n_{H2} = \frac{0.28}{2} = 0.14\, mol$

PV=nRT

$P_{N2}$ x5=0.18x0.082x300

$P_{H2}$ =0.8856 atm

$P_{H2}$ x5=0.14x0.082x300

$P_{N2}$ = 0.6888atm

$P_T = 0.8856 + 0.6888 + P_{NH3} = 2.35$ atm

$P_{NH3}$ =0.7756 atm

## مراجعة الدرس الأول صفحة 27-28

س1 لأن جسيمات الغاز متباعدة جدا وقوى التجاذب بينها شبه معدومة.

س2 الغاز المثالي: غاز افتراضي حجم جسيماته يساوي صفر وقوى التجاذب بينها معدومة لذلك لا يمكن إسالته مهما زاد الضغط المؤثر عليه أو انخفضت درجة حرارته.

الضغط الجزئي للغاز: الضغط الذي يؤثر به الغاز في خليط من الغازات غير المتفاعلة.

التدفق: تسرب الغاز المضغوط من فتحة صغيرة في جدار الإناء الموجود فيه.

س3

$N_2$ لأن كتلته المولية أقل.

س4

- متوسط الطاقة الحركية لا تتغير بسبب ثبات درجة الحرارة
- يزداد عددِ التصادمات الكليّة لِجُزيئات غاز $H_2$ بسبب نقصان الحجم
- يزداد ضغط غاز $H_2$ بسبب زيادة عدد التصادمات

س5

$P_1V_1 = P_2V_2$

$1atm \times 300\ mL = 0.63\ atm \times V_2$

$V_2 = \frac{300}{0.63} = 476.2\ mL$

س6

$\frac{P1 \times V1}{T1} = \frac{P2 \times V2}{T2}$

$$\frac{3.5 \times 0.86}{293} = \frac{0.56 \times 8.0}{T2}$$

$T_2$ = 436.1 K = 163.1 °C

س7

PV = n RT

$n = \frac{m}{Mr} = \frac{5.67}{44} = 0.13 mol$

T= 23°C+273 = 296 K

$V = \frac{0.13 \times 0.082 \times 296}{0.985} = 3.2$ L

س8

$n_{O_2} = \frac{6.0}{32} = 0.1875 = 0.19$ mol

$n_{CH_4} = \frac{9}{16} = 0.5625 = 0.56$ mol

PV = n RT

$P_{O_2} \times 15 = 0.19 \times 0.082 \times 273$

$P_{O_2} = 0.28$ atm

$P_{CH_4} \times 15 = 0.56 \times 0.082 \times 273$

$P_{CH_4} = 0.84$ atm

$P_T = P_{O_2} + P_{CH_4}$ , $P_T = 0.28 + 0.84 = 1.12$ atm

س9

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| رمز الاجابة | ب | ب | ب | د |

## الدرس الثاني: الحالة السائلة

صفحة 31 أفكر

- أ، الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات السائل B فيتبخر.
- ب، الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات السائل A فيتبخر.
- السائل A لأن الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتبخره أقل.

صفحة31 أتحقق

$CH_3OH>CH_3Cl>CH_3CH_3$

صفحة 33 أتحقق

تحدثُ عملية التكاثف نتيجة انخفاض درجةُ حرارة البخار فتقلُّ الطاقةُ الحركيّة لِجُزيئاته وتقلُّ سرعتُها، وعندما تتقاربُ للحدِّ الكافي تتجاذبُ متحوّلةً إلى الحالة السائلة.

صفحة 33 أفكر

نلاحظ من المنحنى ارتفاع درجة حرارة الماء نتيجة تسخينه حتى 100°C ثم ثبات هذه الدرجة لفترة من الزمن مع استمرار التسخين فيمتص الماء مزيدا من الطاقة الحرارية للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئاته متحولا إلى بخار الماء، ثم يستمر ارتفاع درجة حرارة بخار الماء أي أنه يختزن كمية من الطاقة الحرارية أكبر من تلك التي يختزنها الماء عند 100°C وعند تكاثفه فإنه يطلقها مسببا حروق أشد من تلك التي يسببها الماءعلى درجة حرارة 100 °C.

صفحة 34 أتحقق

- يزداد الضغط البخاري بزيادة درجة الحرارة وذلك لزيادة عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر فتزداد سرعة التبخر ويزداد عدد الجزيئات المتبخرة والمؤثرة على وحدة المساحة من سطح السائل فيزداد الضغط البخاري له.

صفحة 34 سؤال الشكل 19

| المادة | الضغط البخاري عند 50°C |
|---|---|
| $CHCl_3$ | 530 mmHg |
| $H_2O$ | 100 mmHg |
| $CH_3OH$ | 400 mmHg |

عند مقارنة الضغط البخاري لكل من المواد الثلاثة عند 50°C و 20°C ألاحظ أنه كلما زادت درجة الحرارة زاد الضغط البخاري للسائل.

صفحة 34 أفكر $CH_3CH_3>CH_3F>CH_3OH$

صفحة 35 أتحقق

- درجة غليان الماء 80°C
- درجة الغليان المعيارية لكل من:

$CH_3Cl$ ← تقريبا 61°C

$C_5H_{12}$ ← تقريبا 36 °C

$CH_3OH$ ← تقريبا 64 °C

صفحة 35 أفكر

HF درجة غليانه المعيارية أعلى لأن قوى التجاذب بين جزيئاته أقوى.

## مراجعة الدرس الثاني صفحة 37 – 38

س1

لأن جزيئات السائل في حركة مستمرة وعشوائية وتتجاذب فيما بينها بقوى تجاذب تجعلها متقاربة لذلك فهي ذات حجم ثابت، ولأن قوى التجاذب ضعيفة نسبيا غير كافية لإبقاء الجزيئات في أماكن محددة وثابتة فالسوائل لها القدرة على الجريان فتأخذ شكل الإناء الذي توضع فيه.

س2

الضغط البخاري: الضغط الناتج عن جزيئات بخار السائل المؤثرة على سطحه عندما يتساوى معدل سرعة التبخر ومعدل سرعة التكاثف أي حدوث إتزان بينهما.

درجة الغليان المعيارية: درجة الحرارة التي يصبح عندها ضغط بخار السائل مساويا للضغط الجوي (1atm).

س3

يغلي السائل عندما يصبح ضغطه البخاري مساويا للضغط الجوي ولأن الضغط الجوي في منطقة الأغوار يزيد عن (1 atm، 760 mmHg) بسبب انخفاضها عن مستوى سطح البحر، ترتفع درجة حرارة الماء أكثر من 100°C حتى يصبح ضغطه البخاري مساويا للضغط الجوي في الأغوار.

س4

سرعة تبخره تساوي سرعة تكاثف بخاره

س5

أ- B

ب- A

ج- B

س6

أ- 430 mmHg

ب–تقريبا 69 °C

ج– هكسان$(C_6H_{14})$ < رابع كلوريد الكربون $CCl_4$ < الماء $H_2O$ < حمض الإيثانويك $CH_3COOH$

د– 87 °C

هـ – هكسان

س7

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | د | أ | ب | ج |

## الدرس الثالث: الحالة الصلبة

صفحة 40 أتحقق

تترتب جسيمات المادة الصلبة البلورية بحيث تكون أشكال هندسية منتظمة أما المادة الصلبة غير البلورية فيكون ترتيب الجسيمات عشوائي أي ليس له شكل هندسي منتظم.

صفحة 41 أتحقق

الروابط بين ذرات الكربون داخل الجزيء الواحد من بكمنسترفولرين: روابط تساهمية.

قوى الترابط بين جزيئاته: قوى لندن.

صفحة 42 أتحقق

لوجود روابط π بين ذرات الكربون، فإن الإلكترونات المشاركة فيها تكون ما يشبه السحابة بين الطبقات مما يجعل الغرافيت موصل للكهرباء.

صفحة 43 أتحقق

1– وذلك بسبب طبيعة الرابطة الفلزية إذ أن الضغط على صفوف الأيونات الموجبة يجعلها تنزلق مبتعدة عن بعضها ولكنها تبقى مترابطة بفعل تجاذبها مع بحر الإلكترونات حرة الحركة المحيطة بها.

صفحة 44 أتحقق

لأن تعرّض البلّوراتُ للطَّرق يؤدي إلى تحرك (إنزلاق) أيوناتِها بالنسبة إلى بعضها بعضًا بحيثُ تتقاربُ الأيوناتُ المتشابهةُ في الشحنة فتتنافر، وهو ما يؤدّي إلى تحطّم البلّورة.

## مراجعة الدرس الثالث صفحة 46

س1

المواد الصلبة البلورية الجزيئية: تتكون من جزيئات

الشبكية التساهمية: تتكون من ذرات تترابط فيما بينها بروابط تساهمية في بناء شبكي صلب

الفلزية: تتكون من ذرات الفلزات

الأيونية: تتكون من أيونات موجبة وسالبة تتجاذب وتترابط بروابط ايونية

س2

المادة الصلبة البلورية: مادة صلبة تترتب جسيماتها مكونة أشكال هندسية منتظمة.

المادة الصلبة غير البلورية: مادة صلبة تترتب جسيماتها بشكل عشوائي ولا تكون أشكال هندسية منتظمة.

ظاهرة التآصل: وجود أكثر من شكل بلوري للعنصر الواحد في الحالة الفيزيائية نفسها.

س3

لأن جسيماتها متقاربة جدا وقوى التجاذب بينها كبيرة لذلك تترتب في أماكن محددة وثابتة لا تغادرها.

س4

المادة الصلبة الأيونية: رابطة أيونية

المادة الصلبة الجزيئية: الرابطة الهيدروجينية، قوى ثنائية القطب، قوى لندن

المادة الصلبة الفلزية: الرابطة الفلزية

المادة الصلبة الشبكية التساهمية: الرابطة التساهمية

س5

$NH_3$: جزيئية ، SiC: شبكية تساهمية

Ni: فلزية ، KI: أيونية

س6

أ- أيونية، ب- فلزية، ج- شبكية تساهمية، د- جزيئية

س7

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | ج | ب | أ | د |

## مراجعة الوحدة الأولى صفحة 48-50

س1

– قانون أفوجادرو: الحجوم المتساوية من الغازات تحتوي نفس العدد من الجزيئات عند الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة.

– المائع: المادة التي تمتلك جسيماتها القدرة على الإنسياب أو الجريان فتأخذ شكل الإناء الذي توضع فيه.

– المادة الصلبة الجزيئية: مادة صلبة بلورية تتكون جسيماتها من جزيئات(وذرات الغازات النبيلة) تترابط فيما بينها بروابط هيدروجينية، قوى ثنائية القطب أو قوى لندن تتميز بشكل عام بدرجات انصهار وغليان منخفضة.

س2

– وذلك لأن زيادة درجة حرارة الغاز تزيد من متوسط الطاقة الحركية لجسيماته فتزداد سرعتها وتزداد عدد تصادماتها من جدار الإناء الذي توجد فيه فيزداد ضغط الغاز.

– لإن الكتلة المولية لغاز $NH_3$ (Mr=17 g/mol) أقل منها لغاز $CO_2$ (Mr=44 g/mol)

– لأن جزيئاته تترابط بروابط هيدروجينية قوية نسبيا مقارنة مع القوى ثنائية القطب التي تربط جزيئات $C_2H_5Cl$ فتحتاج لطاقة أكبر لكسرها مما يفسر ارتفاع درجة انصهارها.

س3

$PV = n\,RT$ , $T(K) = 20 + 273 = 293\ K$

$1.5 \times 5 = n \times 0.082 \times 293$

$n = 0.31\ mol$

$n = \frac{m}{Mr}$ , $m = 0.31 \times 32 = 9.92\ g$

س4

$T = 273 + 27 = 300\ K$

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

$n_{CO_2} = \frac{1.1}{44} = 0.025\ mol$

$n_{O_2} = \frac{1.6}{32} = 0.05\ mol$

$PV = n\ RT$

$P_{CO_2} = \frac{0.025 \times 0.082 \times 300}{1.64} = 0.375\ atm$

$P_{O_2} = \frac{0.05 \times 0.082 \times 300}{1.64} = 0.75\ atm$

$P_{CO_2} + P_{O_2} = 1.125 atm$

$P_{N_2} = P_T - (P_{CO_2} + P_{O_2})$

$P_{N_2} = 1.5 - 1.125 = 0.375\ atm$

بما أن الضغط الجزئي لـ $CO_2$ يساوي الضغط الجزئي لـ $N_2$ = 0.375 atm فإن عدد مولات $CO_2$ يساوي عدد مولات $N_2$ عند الظروف نفسها = 0.025 mol، ومنه نحسب كتلة $N_2$

$m_{N_2} = 0.025 \times 28 = 0.7\ g$

س5

B –

C –

B < A < C –

س6

قوى التجاذب بين جزيئات $CH_3OH$ هي رابطة هيدروجينية، قوى التجاذب بين جزيئات $O_2$ هي قوى لندن، وكذلك قوى التجاذب بين ذرات Ne هي قوى لندن.

س7

- $Li_2O$

- $SiO_2$

- Al

س8

أقل، وذلك لأنه يتكون من جزيئات $C_{60}$ تكون على شكل كرات مجوفة تترابط مع بعضها بقوى لندن، أما الماس والغرافيت فكلاهما مادة صلبة شبكية تساهمية تترابط ذراتها بروابط تساهمية في بناء شبكي صلب. ومن المتوقع أن الحجم الذي يشغله كمية من بكمنسترفوليرين أكبر منه مقارنة بالماس أو الغرافيت وبالتالي فإن كثافته المتوقعة أقل.

س9

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | د | أ | د | ب | أ |
| رقم الفقرة | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| رمز الإجابة | أ | ج | د | أ | ج |
| رقم الفقرة | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| رمز الإجابة | د | ج | ج | ب | ج |

الوحدة الثانية (2) المحاليل Solutions

## الدرس الأول: تصنيف المحاليل

صفحة 59 سؤال الشكل 7

الأكثر ذائبية: $NaNO_3$، الأقل ذائبية: $KClO_3$

صفحة 60 أتحقق

تقريبا $37g/100g\ H_2O$

صفحة 60 أفكر

ذائبية: $KCl = 52\ g/100g\ H_2O$

كتلة KCl في 250 g H2O: $\frac{52 \times 250}{100} = 130\ g$

صفحة 61 أتحقق

| $AgNO_3$ | $CH_3COONa$ | $BaSO_4$ | AgCl |
|---|---|---|---|
| ذائب | ذائب | غير ذائب | غير ذائب |

صفحة 62 سؤال الشكل 8

$He < CO < O_2$

ويعتمد ذلك على الكتلة المولية.

صفحة 62 أفكر

يعود الطعم المستساغ لماء الشرب بسبب احتواء الماء على كمية من غاز الأكسجين المذاب فيه. وبارتفاع درجة حرارة الماء تقل ذائبية غاز الأكسجين ويغادر الماء مسببا تغيرا في الطعم.

صفحة 63 أفكر

اعلى .لأن الكتلة المولية لغاز الأكسجين $O_2$ أكبر من الكتلة المولية للنيتروجين $N_2$.

صفحة 64 أتحقق

$$\frac{S2}{P2} = \frac{S1}{P1}$$

$$\frac{S2}{2.1} = \frac{0.15}{1.02}$$

$S_2 = 0.31 g/L$

## مراجعة الدرس الأول صفحة 65

س1

المخلوط المتجانس: يتكون من مادتين أو أكثر لا يحدث بينهما تفاعل كيميائي حيث تنتشر جسيمات المذاب بشكل منتظم ومتماثل في جميع أنحاء المذيب، أما المخلوط غير المتجانس يتكون من مادتين أو أكثر من المواد النقية لا تمتزج مكوناتها امتزاجا تاما حيث تحتفظ كل منها بخصائصها الكيميائية وتبقى في المخلوط متمايزة عن غيرها من المكونات.

س2

المخلوط الغروي: مخلوط غير متجانس يتكون من جسيمات تنتشر أو تتشتت خلال مادة أخرى تسمى وسط الانتشار، ويتراوح قُطر جسيمات المخلوط الغروي بين ( 1nm – 1000nm )

المخلوط المعلق: مخلوط غير متجانس تمتزج مكوناته مع بعضها بعضًا وتتوزع على نحو غير منتظم في اجزائه، ويتميز بكبر حجم جسيماته التي يزيد قطرها على ( 1000nm)

الذائبية: أكبر كتلة من المذاب التي يمكن أن تذوب في 100 g من المذيب ( الماء) عند درجة حرارة معينة. أو كمية المذاب اللازمة لعمل محلول مشبع للمذاب في 100 g من الماء عند درجة حرارة معينة.

س3

$Cl_2$، لأن كتلته المولية هي الأكبر.

س4

ذائبية $Pb(NO_3)_2$ عند 20 °C تساوي 56.5 g/100 g $H_2O$ تقريبا

كتلة $Pb(NO_3)_2$ اللازمة =

$$m = \frac{56.5 \times 250}{100}$$

$= 141.24$ g

س5

$$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$$

$$\frac{3.6}{1} = \frac{9.5}{P_2}$$

$P_2$ = 2.64 atm

س6

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | أ | ب | ج | ب | ب |

## الدرس الثاني: خصائص المحاليل

صفحة 67 أفكر:

عندما يصبح الضغط البخارى للسائل مساويًا للضغط الجوي يغلى المحلول.وكلما زاد الضغط الجوي زادت درجة الغليان.

صفحة 68 أفكر : محلول $MgBr_2$

صفحة 70 أتحقق:

الحل: حساب عدد مولات المذاب:

$$n = \frac{12g \times 1\,mol}{46g} = 0.26 \text{ mol}$$

حساب التركيز المولالي للمحلول:

$$m = \frac{0.26\,mol}{2Kg} = 0.13 \text{ mol/Kg}$$

حساب الارتفاع في درجة الغليان:

$$\Delta T_b = K_b \times m$$

$$\Delta T_b = 1.07 \times 0.13 = 0.14$$

صفحة 72 أتحقق:

حساب التركيز المولالي للمحلول:

$$m = \frac{0.1\,mol}{0.4\,Kg} = 0.25 \text{ mol/Kg}$$

حساب الانخفاض في درجة التجمد:

$\Delta T_f = K_f \times m$

$\Delta T_f = 5.07 \times 0.25 = 1.27$

صفحة 73 أفكر : $CaCl_2$

صفحة 74 أتحقق : الضغط الاسموزي: كمية الضغط اللازمة لمنع الاسموزية.

## مراجعة الدرس الثاني صفحة 75 – 76

س1: الضغط البخاري للمحلول اقل من الضغط البخاري للمذيب النقي ودرجة غليان المحلول اعلى من درجة غليان المذيب النقي.

س2

الانخفاض في درجة التجمد: الفرق بين درجة تجمد المحلول ودرجة تجمد المذيب النقي.

الانخفاض في الضغط البخاري للمحلول: انخفاض الضغط البخاري لمذيب نقي متطاير باذابة مادة غير متطايرة فيه.

س3

حساب عدد مولات المذاب:

$$n = \frac{3.33g \times 1\ mol}{111\ g} = 0.03\ mol$$

حساب التركيز المولالي للمحلول:

$$m = \frac{0.03\ mol}{0.6Kg} = 0.05\ mol/Kg$$

حساب التركيز المولالي الكلي للأيونات في المحلول:

$3 \times 0.05 = 0.15\ mol/kg$

حساب الارتفاع في درجة الغليان:

$\Delta T_b = K_b \times m$

$\Delta T_b = 0.512 \times 0.15 = 0.077\ °C$

درجة غليان المحلول

$\Delta T = 100 + 0.077 = 100.077\ ^\circ C$

س4

حساب التركيز المولالي للمحلول:

$$m = \frac{2\ mol}{0.25\ Kg} = 8\ mol/kg$$

حساب الانخفاض في درجة التجمد:

$\Delta K_f = K_f \times m$

$\Delta K_f = 1.99 \times 8 = 15.92\ ^\circ C$

س5

| | |
|---|---|
| ثابت الارتفاع $K_b$ | مقدار الارتفاع في درجة غليان المذيب عند إذابة 1mol من المذاب في 1Kg من المذيب النقي، وتعتمد قيمته على طبيعة المذيب |
| ثابت الانخفاض $K_f$ | مقدار الانخفاض في درجة تجمد المذيب عند إذابة 1mol من المذاب في 1Kgمن المذيب النقي. وتعتمد قيمته على طبيعة المذيب |

س6

أ- XY مادة غير أيونية ، AB مادة أيونية تفككت إلى $A^+$ و $B^-$ وبالتالي فإن عدد الجسيمات في محلول AB أكثر ودرجة غليانه أعلى.

ب- محاول XY.

س7

$$\Delta T_f = K_f \times m$$
$$5.022 = 1.86 \times m$$
$$m = \frac{5.022}{1.86} = 2.7\ mol/kg$$
$$n = m(mol/kg) \times m_{solvant}(kg)$$

$$n = 2.7 \times 5 = 13.5\ mol$$

$$m_{solute} = n \times M_r \rightarrow m = 13.5 \times 62 = 837\ g$$

س8

$$\Delta T = T_2 - T_1 \quad \rightarrow \Delta T_f = 5.5 - 4.1 = 1.4\ ℃$$

$$\Delta T_f = K_f \times m \quad \rightarrow \quad m = \frac{1.4}{5.07} = 0.276\ mol/kg$$

$$n = m(mol/kg) \times m_{\ solvant}(kg)$$

$$\mathrm{n} = 0.276 \times 0.1 = 0.0276\ \mathrm{mol}$$

$$\mathrm{n} = \mathrm{m_{solute}} / \mathrm{M_r} \quad \rightarrow \quad M_r = \frac{5}{0.0276} = 181\ g/mol$$

س9

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | ج | أ | أ | أ | ب |

## مراجعة الوحدة الثانية صفحة 78 – 80

س1

الارتفاع في درجة الغليان : الفرق بين درجة غليان المذيب النقي والمحلول عند اذابة 1mol من المذاب في 1Kg من المذيب النقي.

الاسموزية : عملية انتشار المذيب من الوسط الأقل تركيز إلى الوسط الأعلى تركيز عبر أغشية شبه منفذة.

س2 العوامل المؤثرة في ذائبية:

**صلب في سائل:** طبيعة المذاب ، درجة الحرارة.

**غاز في سائل:** طبيعة المذاب ، درجة الحرارة ، الضغط.

س3

أ- المحلول المركز B.

ب- المحلول المركز B.

ج- المحلول A.

س4

أ- $CH_3CH_2OH$

ب- HCl

ج- $(NH_4)_2SO_4$

س5

$$P_1 = \frac{585}{760} = 0.77\ atm, \quad P_2 = \frac{823}{760} = 1.08\ atm$$

$$\frac{S_2}{P_2} = \frac{S_1}{P_1} \quad \rightarrow \quad \frac{S_2}{1.08} = \frac{0.0152}{0.77} \quad \rightarrow \quad S_2 = 0.0213\ g/L$$

س6

| ذائبية KCl (g/100g $H_2O$) | درجة الحرارة °C |
|---|---|
| 42.5 | 50 |
| 33 | 20 |

أ- كتلة KCl الازمة لتكوين محلول مشبع عند درجة حرارة 50°C في 130 g من الماء = 55.25 g، أي أن المحلول غير مشبع.

ب- كتلة KCl الازمة لتكوين محلول مشبع عند درجة حرارة 20°C في 130 g من الماء = 42.9 g، أي أن كتلة الراسب =

50 – 42.9 = 7.1 g

س 7

$\Delta K_b = K_b \times m$

$0.49 = 5.02 \times m$

$m = \frac{0.49}{5.02} = 0.098$ mol/kg

$m = \frac{n_{solu}}{m_{solv}} \rightarrow n_{solu} = 0.098 \frac{mol}{Kg} \times 0.036\ Kg = 0.003528\ mol$

$$M_r = \frac{m}{n} = \frac{0.64\ g}{0.003528\ mol} = 181.4\ g/mol.$$

س8

حساب التركيز المولالي للمحلول:

$m = \frac{80.23-80.1}{2.61} = 0.0498$ mol/Kg

حساب عدد مولات المذاب:

$n = 0.0498 \times 0.1 = 0.00498$

$Mr = 0.64 \div 0.00498 = 128.5$ g/mol

س9

حساب التركيز المولالي للمحلول:

$\Delta K_f = K_f \times m$

$0.2 = 29.8 \times m$

$m = \frac{0.2}{29.8} = 0.0067$ mol/Kg

حساب عدد مولات المذاب:

$n = 0.0067 \times 0.1 = 0.00067$ mol

$Mr = 0.24 \div 0.00067 = 358.2$ g/mol

$N = \frac{358.2 g/mol}{32.1 g/mol} = 11$ atoms

الصيغة الجزيئية لـ $S_x$ هي: $S_{11}$

س10

التركيز الكلي للايونات =

$0.06 \times 3 = 0.18$ mol/Kg

$\Delta T_b = 0.512 \times 0.18 = 0.092$ °C

$T_{b2} = 100 + 0.092 = 100.092$ °C

س11: المحلول $Na_2SO_4$ 0.1 mol/ Kg

س 12:عدد الجسيمات في محلول المادة المتأينة أكبر منه في محلول المادة غير المتأينة لهما التركيز نفسه.

س13: الترتيب وفق الإرتفاع في درجة غليان المحلول: B < A < C.

س14:

أ- A مذيب نقي ، B محلول.

ب- درجة غليان A = 80 °C ، درجة غليان B = 90 °C.

س15

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| رمز الإجابة | ب | د | أ | ج | د |
| رقم الفقرة | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| رمز الإجابة | د | ب | ج | ب | د |
| رقم الفقرة | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| رمز الإجابة | ب | ب | ب | ج | أ |

## الوحدةُ الثالثة (3) الاتزان الكيميائي Chemical Equilibrium

### الدرس الأول: الاتزان الكيميائي والعوامل المؤثرة فيه.

صفحة 87: سؤال الشكل (4)

يكون ثابتًا عند الاتزان.

صفحة 88 أتحقق:

أ)

| | $SO_2$ | $O_2$ | $SO_3$ |
|---|---|---|---|
| قبل الاتزان | عند بداية التفاعل يكون تركيزه أكبر ما يمكن. ويقل تركيزه بمرور الوقت ويتحول الى نواتج | عند بداية التفاعل يكون تركيزه أكبر ما يمكن. ويقل تركيزه بمرور الوقت ويتحول الى نواتج | عند بداية التفاعل يكون تركيزه صفر، ويزداد تركيزه بمرور الوقت |
| عند الاتزان | تثبت تراكيز المواد جميعها | | |

ب) عند بداية التفاعل تكون سرعة التفاعل الأمامي أكبر ما يمكن لأن تراكيز المواد المتفاعلة أكبر ما يمكن. وبمرور الوقت يقل تركيزها وتقل سرعة التفاعل الأمامي. أما سرعة التفاعل العكسي فتكون صفراً عند بداية التفاعل وتزداد بمرور الوقت. وعند الاتزان تصبح سرعة التفاعل الأمامي مساويةً لسرعة التفاعل العكسي.

صفحة 89 أتحقق:

الضغط، والتركيز، ودرجة الحرارة.

صفحة 91 أتحقق:

1- يختل الاتزان، وللرجوع الى حالة الاتزان من جديد وفق مبدأ لوتشاتلييه تزداد سرعة التفاعل الأمامي، ويقل تركيز $O_2$، ويزداد تركيز كل من $H_2O$ و $Cl_2$ ، ويزاح موضع الاتزان إلى جهة المواد الناتجة.

2- وفقاً لمبدأ لوتشاتلييه تزداد سرعة التفاعل العكسي، ويزداد تركيز $N_2$ ويقل تركيز NO ، ويزاح موضع الاتزان جهة المواد المتفاعلة.

صفحة 94 أتحقق:

1- جهة المواد الناتجة

2- يتناسب حجم الغاز عكسيا مع الضغط المؤثر عليه، فعند زيادة الحجم يقل ضغط الغاز ويزاح موضع الاتزان نحو الجهة التي تزيد من الضغط أي نحو الجهة الأكثر عدد مولات، ولذلك يزاح موضع الاتزان جهة المواد المتفاعلة.

صفحة 95 أتحقق:

جهة المواد المتفاعلة $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} + Heat$

جهة المواد الناتجة $[Co(H_2O)_6]^{2+}{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)} + Heat \rightleftharpoons CoCl_4^{2-}{}_{(aq)} + 6H_2O_{(l)}$

صفحة 96 أتحقق:

يزيد العامل المساعد من سرعة كل من التفاعل الأمامي والتفاعل العكسي بنفس المقدار فتزداد سرعة الوصول إلى حالة الاتزان.

**مراجعةُ الدرسِ الأول صفحة (98- 99)**

س1 حالة الاتزان يستمر عندها حدوث التفاعل بالاتجاهين الأمامي والعكسي بالسرعة نفسها، وعندها لا يحدث تغيير على تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة أي تكون ثابتة.

العوامل المؤثرة في الاتزان :التركيز, الضغط, درجة الحرارة, في حين ان العامل المساعد يزيد من سرعة الوصول الى حالة الاتزان ولا يغير من موضع الاتزان.

س2

– التفاعلات المنعكسة: تفاعلات تحدث بالإتجاهين الأمامي والعكسي، فالمواد المتفاعلة تتفاعل وتكون المواد الناتجة، والمواد الناتجة تتفاعل لتكوين المواد المتفاعلة.

– مبدأ لوتشاتلييه: ينص على أنه " إذا حدث تغيير في أحد العوامل المؤثرة في الاتزان لتفاعل كيميائي متزن مثل التركيز أو الضغط أو درجة الحرارة فإن التفاعل يعمل على تعديل موضع الاتزان للتقليل من أثر ذلك التغيير".

س3

أ) يقل تركيزها

ب) يقل تركيزها

ج) يزداد تركيزها

س4

ب) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)}$

ج) $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons COCl_{2(g)}$

س5

1) يزاح جهة اليسار.

2) يزاح جهة اليسار.

3) يزاح جهة اليمين.

س6

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | ج | ب | أ | د | د |

**الدرس الثاني: تعبيرات ثابت الاتزان والحسابات المتعلقة به**

صفحة 103 أفكر:

$$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$$

صفحة 103 أتحقق:

أ )

1- $k_C = \frac{[CO_2]}{[CO]}$

2- $k_C = [CO_2]$

3- $k_C = \frac{[OH^-]\ [NH4^+]}{[NH3]}$

ب)

1- $k_P = \frac{(P_{CH_4})(P_{H_2O})}{(P_{CO})(P_{H_2})^3}$

2- $k_P = \frac{(P_{H_2})^3}{(P_{AsH_3})^2}$

3- $k_P = \frac{(P_{H_2O})}{(P_{H_2})}$

صفحة (107) أفكر:

$$2\,A \rightleftharpoons B$$

$$k_C = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{1}{(2^2)} = 0.25$$

صفحة (107) أتحقق:

1- أحسب تراكيز المواد عند الاتزان كما يلي:

$$[CO] = \frac{0.071}{0.4} = 0.1775M \approx 0.18\ M$$

$$[Cl_2] = \frac{0.071}{0.4} = 0.1775M \approx 0.18\ M$$

$$[COCl_2] = \frac{3}{0.4} = 7.5\ M$$

$$k_C = \frac{[CO][Cl_2]}{[COCl_2]} = \frac{0.18 \times 0.18}{7.5} = 4.32 \times 10^{-3}$$

-2

أ- أحسب التركيز الإبتدائي للمواد كما يلي:

$$[H_2]_\circ = \frac{n}{V} = \frac{0.7\ mol}{2\ L} = 0.35\ M$$

$$[Br_2]_\circ = \frac{0.44\ mol}{2\ L} = 0.22\ M$$

أحسب تركيز $H_2$ عند الاتزان:

$$[H_2] = \frac{0.28\ \text{mol}}{2\ \text{L}} = 0.14\ \text{M}$$

| | $H_2$ | + | $Br_2$ | ⇌ | $2HBr$ |
|---|---|---|---|---|---|
| التركيز الإبتدائي | 0.35 M | | 0.22 M | | 0 |
| التغير في التركيز | − x | | − x | | + 2x |
| تركيز $H_2$ عند الاتزان | 0.14 | | | | |

ومنها أحسب قيمة x ثم تركيز $Br_2$ و HBr عند الاتزان: $0.35 - x = 0.14\ \text{M} \rightarrow x = 0.21\ M$

$$[Br_2] = 0.22 - 0.21 = 0.01\ \text{M}$$

$$[HBr] = 2 \times 0.21 = 0.42\ \text{M}$$

$$k_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} = \frac{(0.42)^2}{0.14 \times 0.01} = 126$$

صفحة (111) أتحقق:

(1

$$2NO_{(g)} \rightleftharpoons N_{2\,(g)} + O_{2(g)}$$

| | $2NO_{(g)}$ | $N_{2\,(g)}$ | $O_{2(g)}$ |
|---|---|---|---|
| تراكيز المواد عند البداية: | 0.2 M | 0 M | 0 M |
| التغير في التركيز: | −x | +x | +x |
| تراكيز المواد عند الاتزان: | 0.2 −2x M | x M | x M |

$$k_C = \frac{[N_2][O_2]}{[NO\ \ ]^2}$$

$$2.4x10^3 = \frac{x^2}{(0.2-2x)^2}$$

$$49 = \frac{x}{(0.2-2x)}$$

وبحل المعادلة أجد أن : x= 0. 099

$[N_2] = [O_2] = 0.099$ M

$[NO] = 0.2 - 0.198 = 0.002$ M

(2 $H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2HF_{(g)}$

| | | | |
|---|---|---|---|
| تراكيز المواد عند البداية: | 0 M | 1 M | 1 M |
| التغير في التركيز: | +2x | −x | −x |
| تراكيز المواد عند الاتزان: | 2x M | (1− x) M | (1− x) M |

أستخدم ثابت الاتزان للتفاعل لحساب قيمة x كما يلي:

$$k_c = \frac{[HF]^2}{[H_2][F_2]}$$

$$115 = \frac{(2x)^2}{(1-x)(1-x)}$$

بأخذ الجذر التربيعي للطرفين:

$$10.72 = \frac{2x}{1-x}$$

وبحل المعادلة التربيعية نجد ان قيمة $x = 0.843$

أحسب تراكيز المواد عند الاتزان كما يلي:

$[H_2] = [F_2] = 1 - 0.843 = 0.157$ M

$[HF] = 2 \times 0.843 = 1.686$ M

**مراجعة الدرس صفحة (112)**

س1 يدل ثابت الاتزان على نسب تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند وصوله الى حالة الاتزان ويستفاد من هذه النسب في تقدير الجدوى الاقتصادية للتفاعل.

س2 قانون فعل الكتلة: ينصُّ على أنه عند درجة حرارة معينّة يصل التفاعُل إلى حالة تكون عندها نسبة تراكيز المواد المُتفاعلة إلى تراكيز المواد الناتجة قيمة ثابتة تُسمّى ثابت الاتّزان.

الاتزان المتجانس: حالة الاتزان التي تكون فيها الموادّ المُتفاعلة والناتجة جميعها في الحالة الفيزيائية نفسها.

س3

أ) $k_c = \frac{[NO]^4[H_2O]^6}{[NH_3]^4[O_2]^5}$

ب) $k_c = [Ba^{2+}][SO_4{}^{2-}]$

ج) $k_c = \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$

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

س4

$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$$

التركيز عند البداية

$\frac{0.65\ mol}{0.5\ L} = 1.3M$ 0

التراكيز عند الاتزان

$1.3 - 1 = 0.3\ M$ $\frac{0.5\ mol}{0.5\ L} = 1M$

$$k_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{1^2}{0.3} = 3.33$$

س5

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| التراكيزعند البداية: | 2M | 2M | 0 |
| التغير في التركيز: | −x | −x | + 2X |
| عند الاتزان: | 2−x | 2−x | 2x |

$$k_c = \frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]} = \frac{(2x)^2}{(2-x)^2}$$

$$\sqrt{1 \times 10^{-5}} = \sqrt{\frac{(2x)^2}{(2-x)^2}}$$

$$3.2 \times 10^{-3} = \frac{2x}{(2-x)}$$

$$3.2 \times 10^{-3}(2-x) = 2x$$

$$6.4 \times 10^{-3} - 3.2 \times 10^{-3}x = 2x$$

$$0.0064 = 2.0032x$$

$$x = 0.0032$$

أحسب التراكيز عند الاتزان:

$[N_2] = 2 - 0.0032 = 1.997$ M

$[O_2] = 2 - 0.0032 = 1.997$ M

$[NO] = 0.0064$ M

س6

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | ب | أ | ب | د | ج |

## مراجعة الوحدة صفحة 115-120

س1

اتّزان ديناميكي: حالة يصل إليها التفاعُل ويستمر عندها حدوث التفاعُل بالاتجاهين الأماميّ والعكسي بالسرعة نفسها.

ثابت الاتّزان: تعبير يُمثّل نسبة تراكيز الموادّ الناتجة إلى تراكيز الموادّ المُتفاعلة مرفوعًا كلٌّ منها إلى قوة تساوي معاملاتها في المعادلة الموزونة.

الاتّزان غير المتجانس: حالة الاتّزان التي تكون فيها الموادّ المُتفاعلة والناتجة في حالة فيزيائية متنوعة (صلبة، أو سائلة، أو غازية.).

س2 أ) يزاح موضع الاتزان نحو اليمين ( المواد الناتجة)

ب) يزاح موضع الاتزان نحو اليمين ( المواد الناتجة)

ج) يزاح موضع الاتزان نحو اليسار ( المواد المتفاعلة)

س3 أ) يزاح موضع الاتزان نحو اليمين ( المواد الناتجة)

ب) يزاح موضع الاتزان نحو اليسار ( المواد المتفاعلة)

س4 التفاعل (ب)

س5 أ) جهة المواد المتفاعلة: لان تقليل حجم الوعاء يزيد من الضغط وحسب مبدأ لوتشاتيلييه يزاح موضع الاتزان نحو عدد المولات الأقل.

ب) جهة المواد الناتجة: لانها تحتوي عدد مولات أقل.

ج) لا يتأثر لأن مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة مساوي لمجموع عدد مولات المواد الناتجة.

س6 أ) $k_c = [SO_2]$

ب) $k_c = \frac{[N_2O_4]^2[O_2]}{[N_2O_5]^2}$

ج) $k_c = \frac{[Ag(NH_3)_2{}^+]}{[Ag^+]\ [NH_3]^2}$

د) $k_c = \frac{[NO_2^-][H_3O^+]}{[HNO_2]}$

هـ) $k_c = \frac{[C_5H_5NH^+][OH^-]}{[C_5H_5N]}$

س7 أ) لأن عدد مولات المواد المتفاعلة مساويا لعدد مولات المواد الناتجة حسب المعادلة الموزونة.

ب) لأن ترسيب أيونات $Fe^{2+}$ يقلل من تركيزها في المواد الناتجة، ما يسبب إزاحة موضع الاتزان نحو المواد الناتجة تبعاً لمبدأ لوتشاتيلييه، فيزداد تركيز أيونات $SCN^-$ .

س8 يتضح من البيانات أن زيادة درجة الحرارة تقلل من ثابت الاتزان وحسب مبدأ لوتشاتيلييه فان موضع الاتزان يزاح الى الجهة التي تقلل من أثر هذه الزيادة أي جهة المواد المتفاعلة فيزداد تركيزها وتقل تراكيز المواد الناتجة ما يشير الى أن التفاعل طارد للحرارة.

س9 أ)

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| عدد المولات عند الاتزان: | 1.5 mol | 5.75 mol | 4.25 mol |
| تراكيز المواد عند الاتزان: | 0.15 M | 0.575 M | 0.425 M |

$$k_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.15)^2}{(0.425)(0.575)^3} = 0.278\ M$$

ب) يتضح ان ثابت الاتزان الناتج عند 325 ˚C أكبر من ثابت الاتزان في الجدول حيث درجة الحرارة 500 ˚C ، وحيث ان التفاعل طارد للحرارة فان انخفاض درجة الحرارة يدفع موضع الاتزان نحو المواد الناتجة مما يزيد من تراكيز المواد الناتجة ويزيد من ثابت الاتزان.

س10 أ- حيث ان ثابت الاتزان كبير فان المواد المتوافرة بكمية أكبر هي المواد الناتجة $NO_2$

ب-

$$k_c = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]}$$

$$[NO_2]^2 = k_c[NO]^2[O_2]$$

$$[NO_2]^2 = 4 \times 10^{13}(2 \times 10^{-6})^2 \times 2 \times 10^{-6} = 3.2 \times 10^{-4}$$

$$[NO_2] = 1.78 \times 10^{-2}\ M$$

س11

$$NO_{2(g)} + SO_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)} + SO_{3(g)}$$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| عدد المولات عند البداية: | 0.8 mol | 0.8 mol | 0.8 mol | 0.8 mol |
| تراكيز المواد عند البداية: | 0.8 M | 0.8 M | 0.8 M | 0.8 M |
| تراكيز المواد عند الاتزان: | 0.8+x | 0.8+x | 0.8−x | 0.8−x |

$$k_c = \frac{[NO][SO_3]}{[NO_2][SO_2]}$$

$$3.75 = \frac{(0.8+x)^2}{(0.8-x)^2}$$

وبأخذ جذر الطرفين أجد أن:

$$1.94 = \frac{0.8+x}{0.8-x}$$

$$1.94\,(0.8-x) = 0.8+x$$

وبحل المعادلة أجد أن:

$$x = 0.255$$

وبتعوض قيم x في تراكيز المواد عند الاتزان أجد أن:

$$[NO_2] = [SO_2] = 0.545\ M$$

$$[NO] = [SO_3] = 1.055\ M$$

س12

$$2IBr_{(g)} \rightleftharpoons I_{2(g)} + Br_{2(g)}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| تراكيز المواد عند البداية: | 0.1 M | 0 | 0 |
| التغير في تراكيز المواد : | −2x | + x | + x |
| تراكيز المواد عند الاتزان: | 0.1− 2x | x | x |

$$k_c = \frac{[I_2][Br_2]}{[IBr]^2}$$

$$0.026 = \frac{x^2}{(0.1 - 2x)^2}$$

وبأخذ جذر الطرفين أجد أن:

$$0.16 = \frac{x}{0.1 - 2x}$$

$$X = 0.012$$

وتكون تراكيز المواد عند الاتزان كما يلي:

[IBr] = 0.1− 0.024 = 0.076 M

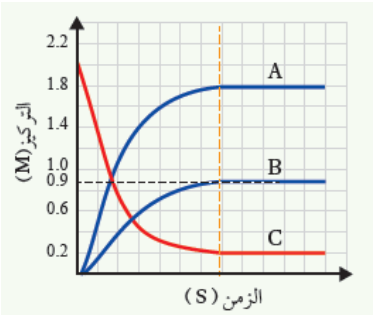
$[I_2]$ = $[Br_2]$ = 0.012 M

س13 أ) حيث ان التفاعل طارد للحرارة فان خفض درجة الحرارة يؤدي الى إزاحة موضع الاتزان نحو المواد الناتجة وفق مبدأ لوتشاتلييه، ويزيد تكوين الأمونيا، أما زيادة الضغط فتؤدي الى إزاحة موضع الاتزان نحو الجهة الأقل عدد مولات أي نحو تكوين الأمونيا.

ب)

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

س14 أ)




يمثل المنحنى A: $SO_2$ و يمثل المنحنى B: $O_2$

أما المنحنى C فيمثل: $SO_3$.

ب) $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$

ج)

$$k_c = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(1.8)^2(0.9)}{(0.2)^2} = 72.9$$

س15 أ) هيدروكسي أباتيت

ب) تتآكلُ الأسنان وتصاب بالتسوس نتيجة ذوبان معدن هيدروكسي أباتيت المُكوّن للمينا، ويزيد من تآكلها تخمر بواقي السكريات في الفم التي تؤدي الى انتاج ايونات $H^+$ مما يزيد من تفكك معدن الهيدروكسي أباتبت.

$$Ca_5(PO_4)_3OH_{(s)} \rightleftharpoons 5Ca^{2+}_{(aq)} + 3PO_4^{3-}{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

ج) تستخدم مركبات الفلور مثل فلوريد الصوديوم في إعادة تكوين المعدن.

د) تدخل مركبات الفلور في صناعة معجون الاسنان؛ إذ يحل الفلور محل مجموعة OH في الهيدروكسي اباتيت ويتكون معدن الفلورو أباتيت $Ca_5(PO_4)_3F$ الذي يدخلُ في تكوين مينا الأسنان ويعيد تكوينها.

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

س16

# الوحدة الرابعة (4) الحموض والقواعد وتطبيقاتها

## الدرسُ الأولُ: الحموض والقواعد

صفحة 126: أتحقق:

(1

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

(2

$$LiOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Li^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

صفحة 129 أتحقق:

حمض مرافق قاعدة مرافقة قاعدة حمض

$$H_2SO_{3(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightleftharpoons HSO_3^-{}_{(aq)} + HCN_{(aq)}$$

الزوجين المترافقين: $(CN^- / HCN)$ , $(H_2SO_3 / HSO_3^-)$

قاعدة مرافقة حمض مرافق حمض قاعدة

$$CH_3NH_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3NH_3^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

الزوجين المترافقين: $(H_2O/\ OH^-)$ , $(CH_3NH_2/\ CH_3NH_3^+)$

صفحة 131 أتحقق

1) الحمض الأقوى بين الحموض: HBr

2) الحمض الذي تكون قاعدته المرافقة هي الأقوى: HClO

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

صفحة 131 أتحقق:

يسلك الأيون $HCO_3^-$ كقاعدة عند تفاعله مع الحمض $HNO_2$ كما في المعادلة:

$$HCO_3^-{}_{(aq)} + HNO_{2\,(aq)} \rightleftharpoons H_2CO_{3\,(aq)} + NO_2^-{}_{(aq)}$$

ويسلك كحمض عند تفاعله مع القاعدة $OH^-$ كما في المعادلة:

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

صفحة 133 أتحقق

$$Ag^+{}_{(aq)} + 2NH_{3\,(aq)} \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2^+{}_{(aq)}$$

حمض قاعدة

$$B(OH)_{3(aq)} + OH^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons B(OH)_4^-{}_{(aq)}$$

حمض قاعدة

$$Ni^{2+}{}_{(aq)} + 6H_2O_{(l)} \rightleftharpoons Ni(H_2O)_6^{2+}{}_{(aq)}$$

حمض قاعدة

## مراجعةُ الدرسِ الأول صفحة 135-136:

س1

| المفهوم | الأساس الذي يقوم عليه المفهوم | |
|---|---|---|
| | الحمض | القاعدة |
| أرهينيوس | إنتاج أيون $H^+$ في المحلول المائي | إنتاج أيون $OH^-$ في المحلول المائي |
| برونستد– لوري | منح البروتون في التفاعل | استقبال البروتون في التفاعل |
| لويس | استقبال زوج الكترونات | منح زوج الكترونات |

س2 حمض أرهينيوس: مادة تتأين في الماء وتنتج أيون الهيدروجين($H^+$).

حمض برونستد–لوري: مادة مانحة للبروتون في اثناء التفاعل

قاعدة لويس: مادة تمنح زوج إلكترونات خلال التفاعل.

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

س3

- لأنه يتأين في الماء وينتج أيون $H^+$ كما في المعادلة:

$$HClO_{(g)} \xrightarrow{H_2O} H^+_{(aq)} + ClO^-_{(aq)}$$

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

$$C_2H_5NH_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_2H_5NH_3^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

- بالنسبة للحمض HBr، يتأين كلياً في الماء، كما في المعادلة:

$$HBr_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$$

وتكون القاعدة المرافقة الناتجة عنه $Br^-$ ضعيفة لا تستقبل البروتون في المحلول، فلا يكون التفاعل منعكساً.

بينما الحمض $HNO_2$، فيتأين جزئيا في الماء، كما في المعادلة:

$$HNO_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

وتكون القاعدة المرافقة الناتجة عنه $NO_2^-$ قوية نسبيًا ويمكنها استقبال البروتون في المحلول ويكون التفاعل منعكسًا.

س4

| 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 |

س5القاعدة وحمضها المرافق: $(C_6H_5NH_2/\ C_6H_5NH_3^+)$ ، الحمض وقاعدته المرافقة: $(HClO/\ ClO^-)$

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

س6 الحمض $Fe^{3+}$ ، والقاعدة $H_2O$.

س7 السلوك الحمضي: يسلك الأيون $H_2PO_4^-$ كحمض (مانح للبروتون) عند تفاعله مع القاعدة $CN^-$ وفق المعادلة:

$$H_2PO_4^-{}_{(aq)} + CN^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons HPO_4^{2-}{}_{(aq)} + HCN_{(aq}$$

السلوك القاعدي: يسلك الأيون $H_2PO_4^-$ كقاعدة (مستقبل للبروتون) عند تفاعله مع الحمض $HNO_3$ ،

وفق المعادلة: $H_2PO_4^-{}_{(aq)} + HNO_{3(aq)} \rightleftharpoons NO_3^-{}_{(aq)} + H_3PO_{4\,(aq)}$

س8

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | أ | ج | ج | ج | د | ب |

## الدرسُ الثاني: الرقم الهيدروجيني ومحاليل الحموض والقواعد القوية

صفحة 139 أتحقق

| المحلول | $[H_3O^+]M$ | $[OH^-]M$ | تصنيف المحلول |
|---|---|---|---|
| الأول | $1 \times 10^{-2}$ | $1 \times 10^{-12}$ | حمضي |
| الثاني | $1 \times 10^{-7}$ | $1 \times 10^{-7}$ | متعادل |
| الثالث | $1 \times 10^{-10}$ | $1 \times 10^{-4}$ | قاعدي |

صفحة 141 أتحقق

$$HNO_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+{}_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$$

$$[H_3O^+] = [HNO_3]$$

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

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

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-2}} = 2.5 \times 10^{-13}\ M$$

صفحة 143 أتحقق

1) أحسب تركيز $OH^-$ وفق العلاقة الآتية:

$$[OH^-] = [KOH]$$
$$[OH^-] = 0.5\ M$$

أحسب تركيز $H_3O^+$ باستخدام العلاقة الآتية:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-1}} = 0.2 \times 10^{-13}\ M = 2 \times 10^{-14}\ M$$

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

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

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

$$[OH^-] = [NaOH] = 1\ M$$

أحسب تركيز $H_3O^+$ باستخدام $K_w$ كما يلي:

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

صفحة 144أتحقق

1) أ) pH=3 ب) pH=12

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

صفحة 145 أفكر

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^0 = 1\ M$$

صفحة 147 أتحقق

(1

$$[H_3O^+] = [HI] = 0.03 = 3 \times 10^{-2} M$$

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

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

(2

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4.3} = 10^{(-4.3+5)-5}$$

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

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

أحسب تركيز $H_3O^+$ باستخدام العلاقة الآتية:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-3}} = 2.5 \times 10^{-12}\ M$$

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

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

صفحة 148 أتحقق

(1 $[OH^-] = [LiOH] = 4 \times 10^{-3}\ M$

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

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

(2

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3.2} = 10^{(-3.2+4)-4}$$

$$= 10^{0.8} \times 10^{-4} = 6.3 \times 10^{-4}\ M$$

صفحة 149 سؤال الشكل (6):

يزداد الرقم الهيدروكسيلي بزيادة حمضية المحلول.

صفحة 149 أتحقق:

أحسب كل من pH وpOH لكل من المحاليل الآتية:

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

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 152 أتحقق:

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

عند التعادل يكون عدد مولات الحمض مساويًا لعدد مولات القاعدة، أي أن:

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

$n_{(KOH)}$= [KOH] x V = 0.006 mol

[KOH] x 0.02 L= 0.006 mol

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

صفحة 153 أتحقق

1- أصفر
2- أصفر
3- الفينول الأحمر

## مراجعة الدرس الثاني صفحة 155-156

س1 يعبر عن حمضية المحاليل أو قاعديتها باستخدام الرقم الهيدروجيني pH أو الرقم الهيدروكسيلي pOH

س2 التأين الذاتي للماء: تفاعل جزيئات الماء فيما بينها بحيث تسلك بعض جزيئات الماء سلوك الحمض وبعضها الآخر يسلك كقاعدة في الماء نفسه.

الرقم الهيدروجيني: اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدرونيوم $H_3O^+$ في المحلول للأساس 10.

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

س3 أحسب تركيز $H_3O^+$ و $OH^-$ في كل من المحاليل الآتية:

أ) $HNO_3$ تركيزه 0.02 M

$$[H_3O^+] = [HNO_3] = 2 \times 10^{-2} M$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-13}\ M$$

ب) LiOH تركيزه 0.01 M

$$[OH^-] = [LiOH] = 0.01\ M$$

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-12}\ M$$

| الصفة المميزة للمحلول | pH=3 | $[H_3O^+] = 10^{-9}$ M | pOH= 4 | $[OH^-] = 10^{-11}$ M | pH=7 |
|---|---|---|---|---|---|
| تصنيف المحلول | حمضي | قاعدي | قاعدي | حمضي | متعادل |

س4

س5 بسبب زيادة تركيز أيونات الهيدرونيوم $H_3O^+$ الناتجة من تأين الحمض ويبقى ثابت تأين الماء ثابتًا.

س6

$$[H_3O^+] = [HI] = 0.0005\ M = 5 \times 10^{-4} M$$

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

$$pH = -\log(5 \times 10^{-4}) = 4 - \log 5$$

$$= 4 - 0.7 = 3.3$$

س7 أحسب عدد مولات الحمض ، ثم أحسب تركيزه، كما يلي:

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

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

$[H_3O^+] = [HBr] = 0.025\ M = 2.5 \times 10^{-2} M$

pH = −log $[H_3O^+]$

$pH = -\log(2.5 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2.5$

$= 2 - 0.4 = 1.6$

س8

$[H_3O^+] = [HClO_4] = 0.008\ M = 8 \times 10^{-3} M$

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(8 \times 10^{-3}) = 3 - \log 8 = 3 - 0.9 = 2.1$

pH + pOH = 14

2.1 + pOH = 14

pOH = 14 − 2.1 =11.9

س9 أحسب عدد مولات الحمض:

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

عند التعادل يكون عدد مولات الحمض مساوياً لعدد مولات القاعدة، أي أن:

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

$n_{(KOH)}$= [KOH] x V = 0.012 mol

[KOH] x 0.06 L= 0.012 mol

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

س10

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | ب | ج | ب | د | ج |

## الدرسُ الثالث: الحموض والقواعد الضعيفة

صفحة 158: أتحقق

1) الحمض الأقوى: HCOOH

2) محلول الحمض $HNO_2$

3) محلول الحمض: HClO

صفحة 159: أتحقق

أكتب معادلة تأين الحمض:

$$HNO_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

أكتب قانون ثابت التأين:

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

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: $[H_3O^+] = [NO_2^-] = X$

وبالتعويض في ثابت التأين 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: $X = [H_3O^+] = 3.7 \times 10^{-3}$ M

صفحة 160: أتحقق

أكتب معادلة تأين الحمض:

$$HCN_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CN^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

أكتب قانون ثابت التأين:

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

كما أن: $[H_3O^+] = [NO_2^-] = X$

وبالتعويض في ثابت التأين 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: $X = [H_3O^+] = 3.1 \times 10^{-6}$ M

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة: $pH = -\log [H_3O^+]$

$$pH = -\log 3.1 \times 10^{-6} = 6 - \log 3.1 = 6 - 0.49 = 5.51$$

صفحة 162: أتحقق

$$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

أحسب تركيز $H_3O^+$ كما يلي:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} = 1 \times 10^{-3}\ M$$

ويكون

$$[H_3O^+] = [HCOO^-] = 1 \times 10^{-3}\ M$$

أحسب تركيز الحمض باستخدام ثابت التأين كما يلي:

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

$$[HCOOH] = \frac{[H_3O^+][HCOO^-]}{K_a} = \frac{(1 \times 10^{-3})^2}{1.7 \times 10^{-4}} = \frac{1 \times 10^{-6}}{1.7 \times 10^{-4}}$$

$$= 0.588 \times 10^{-2}\ M$$

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

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

$$0.588 \times 10^{-2} = \frac{n}{0.5}$$

$$n_{(HCOOH)} = 0.5 \times 0.588 \times 10^{-2} = 2.94 \times 10^{-3}\ mol$$

استخدم عدد المولات لحساب كتلة الحمض كما يلي:

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

$$m = n \times Mr$$

$$m = 2.94 \times 10^{-3}\ mol \times 46\ g/mol = 0.135\ g$$

صفحة 163: أتحقق

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 164: أتحقق

أكتب معادلة تأين القاعدة:

| | $N_2H_{4(g)}$ + | $H_2O_{(l)}$ ⇌ | $N_2H_5^+{}_{(aq)}$ + | $OH^-{}_{(aq)}$ |
|---|---|---|---|---|
| التراكيز عند البداية | 0.04 M | | 0 | 0 |
| التغير في التراكيز | − X | | + X | + X |
| التراكيز عند الاتزان | 0.04 − X | | X | X |

أكتب قانون ثابت تأين القاعدة:

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

ونظرًا لأن التغير في تركيز القاعدة يكون صغير جدا مقارنة بتركيز القاعدة، فانه يمكن اهمال هذا التغير واعتبار تركيز القاعدة ثابتاً، ويساوي 0.04 M

ويكون $[OH^-] = [N_2H_5^+] = X$

وبالتعويض في ثابت تأين القاعدة نجد أن:

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

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

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

صفحة 165: أتحقق

أكتب معادلة تأين القاعدة:

| | $NH_{3\,(aq)}$ + $H_2O_{(l)}$ | $\rightleftharpoons$ | $NH_4^+{}_{(aq)}$ + | $OH^-{}_{(aq)}$ |
|---|---|---|---|---|
| التراكيز عند البداية | 0.02 M | | 0 | 0 |
| التغير في التراكيز | − X | | + X | + X |
| التراكيز عند الاتزان | 0.02 − X | | X | X |

ويكون $[OH^-] = [NH_4^+] = X$

أكتب قانون ثابت التأين كما يلي:

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

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

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

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

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

$$[H_3O^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.6 \times 10^{-3}} = 1.66 \times 10^{-11}\ M$$

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة: $pH = -\log [H_3O^+]$

$$pH = -\log 1.66 \times 10^{-11} = 11 - \log 1.66 = 11 - 0.22 = 10.78$$

صفحة 166: أتحقق

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-12} = = 1 \times 10^{-12}\ M$$

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

$$[OH^-] = [C_4H_9NH_3^+] = 1 \times 10^{-2}\ M$$

أكتب ثابت تأين القاعدة:

$$K_b = \frac{[OH^-][C_4H_9NH_3^+]}{[C_4H_9NH_2]}$$

أعوض في ثابت تأين القاعدة:

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

## مراجعة الدرس صفحة 167-168

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

2)

أ) محلول $HNO_2$ تركيزه 0.02 M

أكتب معادلة تأين الحمض:

$$HNO_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

أكتب قانون ثابت التأين:

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

ويكون $[H_3O^+] = [NO_2^-] = X$

وبالتعويض في ثابت التأين نجد أن:

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

وبهذا يمكن حساب تركيز $H_3O^+$ كما يلي:

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

$$X = [H_3O^+] = 0.3 \times 10^{-2}\ M$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.3 \times 10^{-2}} = 3.33 \times 10^{-2}\ M$$

$$pOH = -\log 3.33 \times 10^{-2}$$

$$= 2 - 0.52 = 1.48$$

ب) محلول $NH_3$ تركيزه 0.01 M

$$NH_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

أكتب قانون ثابت التأين كما يلي:

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

وبما أن $[OH^-] = [NH_4^+] = X$

أحسب تركيز $OH^-$ باستخدام ثابت التأين $K_b$ كما يلي:

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

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

$$pOH = -\log 4.2 \times 10^{-4}$$

$$= 4 - 0.62 = 3.38$$

3) عند مقارنة قوة القواعد الضعيفة بعضها ببعض فإنه كلما كانت القاعدة أقوى كان ثابت التأين لها أعلى وزادت قدرتها على التأين وانتاج أيونات $OH^-$ في المحلول.

4) أ) $CN^-$ القاعدة المرافقة لحمض HCN الذي لمحلوله أعلى قيمة PH

ب) $HNO_2$

ج) HCN

د) $HNO_2$

هـ)

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

أحسب عدد مولات الحمض ثم أحسب تركيزه كما يلي:

$$n_{(CH_3COOH)} = \frac{m}{Mr} = \frac{12}{60} = 0.2\ mol$$

$$M_{(CH_3COOH)} = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{0.4} = 0.5\ M$$

أحسب تركيز الحمض باستخدام ثابت التأين كما يلي:

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

تركيز $[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = X$

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

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

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن: $X = [H_3O^+] = 2.9 \times 10^{-3}\ M$

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة: $pH = -\log [H_3O^+]$

$$pH = -\log(2.9 \times 10^{-3}) = 3 - \log 2.9 = 3 - 0.46 = 2.54$$

5) أ) $C_5H_5NH^+$ ب) $CH_3NH_2$ ج) $CH_3NH_2$

د) $NH_{3(aq)} + C_6H_5NH_3^+{}_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + C_6H_5NH_{2\,(aq)}$

قاعدة حمض حمض مرافق قاعدة مرافقة

القاعدة/ حمضها المرافق:($NH_3 \backslash NH_4^+$ ) ، الحمض/ قاعدته المرافقة: ($C_6H_5NH_3^+ \backslash C_6H_5NH_2$ )

هـ)

احسب تركيز $H_3O^+$ ثم احسب تركيز $OH^-$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-9.4} = 10^{(-9.4+10)-10} = 3.9 \times 10^{-10}$$

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

$$[OH^-] = [N_2H_5^+] = 0.26 \times 10^{-4}\ M$$

أكتب ثابت التأين القاعدة:

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

أحسب تركيز القاعدة ، كما يلي:

$$1.7 \times 10^{-6} = \frac{(0.26 \times 10^{-4})^2}{[N_2H_4]}$$

$$[N_2H_4] = \frac{6.7 \times 10^{-10}}{1.7 \times 10^{-6}} = 3.9 \times 10^{-4}\ M$$

لحساب كتلة القاعدة أحسب عدد مولاتها في المحلول كما يلي:

$$M_{(N_2H_4)} = \frac{n}{v}$$

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

استخدم عدد المولات لحساب كتلة القاعدة كما يلي:

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

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

س6

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | أ | ج | د | ب | أ |

## الدرسُ الرابع: الأملاح والمحاليل المنظمة

صفحة 171: سؤال أفكر

ينتج الملح $LiHCO_3$ من تفاعل الحمض $H_2CO_3$ مع القاعدة LiOH

صفحة 171: أتحقق

1) الذوبان هو تفكك الملح في الماء وانتاج أيونات موجبة وأخرى سالبة دون أن تتفاعل معه، بينما التميه هو تفاعل الأيونات الناتجة من ذوبان الملح مع الماء وإنتاج ايونات $H_3O^+$ أو ايونات $OH^-$ ، مما يغير من الرقم الهيدروجيني للمحلول.

(2

| محلول الملح | $CH_3NH_3Cl$ | NaF | $KNO_3$ | $N_2H_5NO_3$ |
|---|---|---|---|---|
| الخاصية | حمضي | قاعدي | متعادل | حمضي |

3) يتفكك الملح NaOCl في الماء كما في المعادلة الآتية:

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

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

$$OCl^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$$

صفحة 175: أتحقق

عدد مولات الملح $NaHSO_3$ = 0.2 mol

$$[NaHSO_3] = \frac{n}{v} = \frac{0.2}{0.4} = 0.5\ M$$

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

الرقم الهيدروجيني قبل إضافة الملح: pH= ??

الرقم الهيدروجيني بعد إضافة الملح: pH = ??

**الحل:**

أكتب معادلة تأين الحمض:

$$H_2SO_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HSO_3^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني(pH) للحمض قبل إضافة الملح بتطبيق قانون ثابت التأين:

$$K_a = \frac{[HSO_3^-][H_3O^+]}{[HSO_3]}$$

يكون $[H_3O^+] = [HSO_3^-] = X$

وبالتعويض في ثابت التأين نجد أن:

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

وبهذا يمكن حساب تركيز $H_3O^+$ كما يلي:

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

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن: $X = [H_3O^+] = 5.1 \times 10^{-2}$ M

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

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

عند إضافة الملح $NaHSO_3$ فإنه يتفكك كما في المعادلة الآتية:

$$NaHSO_{3\,(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} HSO_3^-{}_{(aq)} + Na^+{}_{(aq)}$$

يتضح من المعادلتين السابقتين أن الأيون المشترك $HSO_3^-$ ينتج من تأين الحمض $H_2SO_3$ والملح $NaHSO_3$، ونظراً لأن ثابت تأين الحمض صغير جدًا، فان تركيز أيونات $HSO_3^-$ الناتج من تأين الحمض يكون صغير جدًا ويتم إهماله، واعتبار الملح المصدر الرئيس لهذه الأيونات، وبالتالي فإن تركيز الأيون المشترك $HSO_3^-$ يكون مساوياً لتركيز الملح $NaHSO_3$ في المحلول، أي أن:

$$[HSO_3^-] = [NaHSO_3] = 0.5 \text{ M}$$

أستخدم ثابت تأين الحمض $K_a$ لحساب تركيز $H_3O^+$ كما يلي:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][HSO_3^-]}{[H_3SO_3]}$$

$$1.3 \times 10^{-2} = \frac{[H_3O^+](0.5)}{0.2}$$

$$[H_3O^+] = 5.2 \times 10^{-3} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول بعد إضافة الملح كما يلي:

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

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

أحسب التغير في الرقم الهيدروجيني ΔpH باستخدام العلاقة الآتية:

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

أي أن pH زادت بمقدار 0.99

صفحة 177: أتحقق

$$[N_2H_5Cl] = [N_2H_5{}^+] = \frac{n}{V} = \frac{0.2\ mol}{0.5L} = 0.4\ M$$

أكتب معادلة تأين القاعدة وتفكك الملح كما يلي:

$$N_2H_{4\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons N_2H_5{}^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$N_2H_5Cl_{\,(s)} \xrightarrow{H2O} N_2H_5{}^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

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

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

$$1.7 \times 10^{-6} = \frac{[OH^-] \times 0.4}{0.4}$$

$$[OH^-] = 1.7 \times 10^{-6} M$$

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

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.7 \times 10^{-6}} = 5.88 \times 10^{-9}\ M$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(5.88 \times 10^{-9}) = 9 - 0.77 = 8.23$$

صفحة 181: أتحقق

أكتب معادلات تأين كل من الحمض وملحه:

$$C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$C_6H_5COONa_{(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} C_6H_5COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq}$$

أحسب أولاً pH للمحلول قبل إضافة الحمض HBr:

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

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

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

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

2) عند إضافة الحمض HBr فانه تتأين كلياً ويكون $[H_3O^+] = [HBr] = 0.01\ M$

ويتفاعل مع القاعدة المرافقة $CH_3COO^-$ ويمنحها البروتون لتتحول الى الحمض $CH_3COOH$ وبهذا يقل تركيزها بمقدار تركيز $H_3O^+$ المضاف ويصبح:

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

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

$$[CH_3COOH] = 0.2 + 0.01 = 0.21\ M$$

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

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

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

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

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

صفحة 184: أتحقق

(1

أكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:

$$CH_3NH_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3NH_3^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$CH_3NH_3Cl_{(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} CH_3NH_3^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

أ) أحسب $[OH^-]$ و pH المنظم كما يلي:

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

$$[OH^-] = \frac{K_b\,[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = \frac{4.4 \times 10^{-4} \times 0.15}{0.2} = 3.3 \times 10^{-4}\ M$$

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

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.33 \times 10^{-4}} = 0.303 \times 10^{-10}\ M$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(3.03 \times 10^{-11}) = 11 - 0.48 = 10.52$$

2) عند إضافة الحمض HBr فإنه يتأين كلياً ويكون $[H_3O^+] = [HBr] = 0.01\ M$

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

$[CH_3NH_2] = 0.15 - 0.01 = 0.14$ M

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

$[CH_3NH_3^+] = 0.2 + 0.01 = 0.21$ M

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

$$[OH^-] = \frac{K_b\,[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = \frac{4.4 \times 10^{-4} \times 0.14}{0.21} = 2.93 \times 10^{-4}\ \text{M}$$

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

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.93 \times 10^{-4}} = 3.4 \times 10^{-11}\ \text{M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log 3.4 \times 10^{-11} = 11 - 0.53 = 10.47$$

## مراجعة الدرس صفحة 185-186

1) يتكون المحلول المنظم الحمضي من الحمض الضعيف وملح يشترك معه بأيون مشترك مثل الحمض HCN والملح NaCN أما المحلول الكمنظم القاعدي فيتكون من القاعدة الضعيفة وملحها.

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

**الأيون المشترك:** أيون يدخل في تركيب حمض ضعيف وملحه أو قاعدة ضعيفة وملحها.

3)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $KNO_3$ | $CH_3NH_3Br$ | $C_6H_5COONa$ | LiF | الملح |
| $HNO_3$ | HBr | $C_6H_5COOH$ | HF | مصدر الأيونات السالبة |
| KOH | $CH_3NH_2$ | NaOH | LiOH | مصدر الأيونات الموجب |

4) الأملاح التي تتميه هي: KCN , $C_5H_5NHI$ , HCOONa

5)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $KNO_2$ | $NH_4NO_3$ | LiCl | $NaHCO_3$ | $C_6H_5NH_3Br$ | المحلول |
| قاعدي | حمضي | متعادل | قاعدي | حمضي | التصنيف المحلول |

6)

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

$$NaHS_{(s)} \xrightarrow{H2O(l)} HS^-_{(aq)} + Na^+_{(aq}$$

عند إضافة بلورات الملح NaHS الى محلول الحمض $H_2S$ فانه يتفكك وينتج الأيون المشترك $HS^-$ ويزداد تركيزه في المحلول فيندفع الاتزان بالاتجاه العكسي أي جهة المواد المتفاعلة وبذلك يقل تركيز أيونات $H_3O^+$ ويزداد الرقم الهيدروجيني ويكون تأثير الملح قاعديًا.

7)

أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:

$$HNO_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$KNO_{2(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} NO_2^-{}_{(aq)} + K^+_{(aq)}$$

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.52} = 10^{(-3.52+4)-4} = 10^{0.48} \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-4}$ M

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

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

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[NO_2^-] \times 3 \times 10^{-4}}{0.02}$$

$$[NO_2^-] = 0.03\ M = 3.0 \times 10^{-2}\ M$$

$$[KNO_2] = [NO_2^-] = 3.0 \times 10^{-2}\ M$$

$$[KNO_2] = \frac{n}{V}$$

$$3.0 \times 10^{-2} = \frac{n}{0.4\ L}$$

$$n = 3.0 \times 10^{-2} \times 0.4 = 1.2 \times 10^{-2} mol$$

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

$$m = 1.2 \times 10^{-2} mol \times \frac{85g}{mol} = 1.02\ g$$

8) اكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$NH_4Cl_{(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} NH_4^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

أحسب تركيز $H_3O^+$ باستخدام pH للمحلول كما يلي:

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

أحسب $[OH^-]$ باستخدام Kw كما يلي:

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

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

$$\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = \frac{K_b}{[OH^-]} = \frac{1.8 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-4}} = 1.8 \times 10^{-1} = 0.18$$

(9

أكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:

$$C_2H_5NH_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_2H_5NH_3^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$C_2H_5NH_3Cl_{(s)} \xrightarrow{H2O(l)} C_2H_5NH_3^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

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

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

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

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

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

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:

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

عند إضافة الحمض HCl فإنه يتأين كلياً ويكون : $[H_3O^+] = [HCl] = 0.1\ M$

يتفاعل الحمض HCl مع القاعدة $C_2H_5NH_2$ ويقل تركيزها بمقدار تركيز $H_3O^+$ ليصبح:

$$[C_2H_5NH_2] = 0.2 - 0.1 = 0.1\ M$$

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

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

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

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

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

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

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:

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

عند إضافة القاعدة KOH فإنها تتأين كلياً ويكون : $[OH^-] = [KOH] = 0.1\ M$

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

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

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

$[C_2H_5NH_2] = 0.2 + 0.1 = 0.3$ M

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

$$[OH^-] = \frac{K_b\,[C_2H_5NH_2]}{[C_2H_5NH_3^+]} = \frac{4.7 \times 10^{-4} \times 0.3}{0.3} = 4.7 \times 10^{-4}\ \text{M}$$

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

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4.7 \times 10^{-4}} = 2.0 \times 10^{-11}\ \text{M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(2.0 \times 10^{-11}) = 11 - 0.3 = 10.7$$

(10

| رقو الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | د | ب | ب | أ | د |

## مراجعة الوحدة صفحة 188-191

1) قاعدة ارهينيوس: مادَّةٌ تتأيَّنُ في الماء، وتنتج أيونَ الهيدروكسيد $OH^-$.

حمض لويس: مادَّة يمكنُها استقبالُ زوج إلكترونات أو أكثرَ في التفاعل.

المحلول المنظم: محلول يقاومُ التغيُّر في الرَّقْمِ الهيدروجيني pH عند إضافة كميّة قليلة من حِض

قوي أو قاعدة قويّة إليه.

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

$$HNO_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

ب) لأنه يسلك كحمض عند تفاعله مع القاعدة $NO_2^-$ ويكون مانح للبروتون في التفاعل كما في المعادلة الآتية:

$$HS^-{}_{(aq)} + NO_2^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons S^{2-}{}_{(aq)} + HNO_{2\,(aq)}$$

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

$$HS^-{}_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightleftharpoons H_2S_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

3) الأزواج المترافقة:

$(HNO_2/ NO_2^-)$ , $(CN^-/ HCN)$

$(C_5H_5N / C_5H_5NH^+)$ , $(HCl / Cl^-)$

4) حمض لويس $Co^{2+}$ ، وقاعدة لويس $NH_3$

5) أحسب عدد المولات القاعدة كما يلي:

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{0.4}{40} = 0.01\ mol$$

أحسب تركيز القاعدة NaOH وهو يساوي تركيز $OH^-$ كما يلي:

$$M = \frac{n}{v} = \frac{0.01mol}{0.2\ L} = 0.05\ M$$

أحسب الرقم الهيدروكسيلي كما يلي:

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

$$pH = -\log(5 \times 10^{-2}) = 2 - \log 5 = 2 - 0.7 = 1.3$$

(6

أحسب عدد مولات الحمض HBr:

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

عند التعادل يكون عددُ مولات الحِمض مساويًا لعدد مولات القاعدة:

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

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

(7 أ) $CN^-$ ب) $H_2SO_3$ ج) محلول HF د) HCN

(8

أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:

$$RCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons RCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$RCOONa_{(S)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} RCOO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

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

$$x\ 10^{-4}\ M1[H_3O^+]= 10^{-pH}= 10^{-4}=$$

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

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

الملح المضاف تأثيره قاعدي، أي أنه 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

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

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

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

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

احسب عدد مولات الملح المضافة كما يلي:

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

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

(9

أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:

$$HNO_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

$$KNO_{2(S)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} NO_2^-{}_{(aq)} + K^+{}_{(aq)}$$

أ) أحسب تركيز $H_3O^+$ للمحلول المنظم باستخدام $k_a$ كما يلي:

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

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

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

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

ب) أحسب تركيز NaOH المضاف ويساوي تركيز $OH^-$ كما يلي:

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

عند إضافة القاعدة NaOH فإنها تتأين كلياً ويكون : $[OH^-] = [NaOH] = 0.1\ M$

تتفاعل القاعدة NaOH مع الحمض $HNO_2$ ويقل تركيزه بمقدار تركيز $OH^-$ ليصبح:

$$[HNO_2] = 0.3 - 0.1 = 0.2\ M$$

ونتيجة لذلك تتكون القاعدة المرافقة $NO_2^-$ ويزداد تركيزها بمقدار تركيز $OH^-$ ليصبح:

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

أحسب الرقم الهيدروجيني للمحلول بعد إضافة القاعدة كما يلي:

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

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

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

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

(10

أكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:

$$CH_3NH_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3NH_3^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$CH_3NH_3Cl_{(S)} \xrightarrow{H_2O} CH_3NH_3^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-Ph} \rightarrow [H_3O]^+ = 10^{-10}\ M \rightarrow [OH^-] = 10^{-4}\ M$$

عند إضافة الحمض HCl الى المحلول فان تركيز القاعدة $CH_3NH_2$ يقل بمقدار تركيز الحمض المضافة (X) ويزداد تركيز الأيون المشترك بالمقدار X نفسه، وبتطبيق ذلك في ثابت التأين يمكن حساب تركيز الحمض المضاف، كما يلي:

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

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

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

$$X = [HCl] = 0.21\ M$$

أحسب عدد مولات HCl المضاف كما يلي:

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

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

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

احسب كتلة الحمض كما يلي:

$$n_{(HCl)} = = \frac{m}{Mr}$$

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

11) أ) A ب) B ج) E د) C هـ) B

12)

أ)

$$K_a = \frac{[ClO^-][H_3O^+]}{[HClO]}$$

$$3.5 \times 10^{-8} = \frac{X^2}{0.1}$$

$$X^2 = 0.1 \times 3.5 \times 10^{-8} = 35 \times 10^{-10}$$

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن: $X = [H_3O^+] = 5.9 \times 10^{-5}\ M$

ب) محلول HClO

ج) HCOOK

د) الحمض المرافق للقاعدة $C_5H_5N$

هـ) محلول $C_5H_5N$

و) محلول $C_2H_5NH_2Cl$

ز)

$$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$HCOONa_{(aq)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} HCOO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

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 $H_3O^+$ للمحلول المنظم باستخدام $k_a$ كما يلي:

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

$$1.33 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 0.01}{0.03}$$

$$[H_3O^+] = 3.99 \times 10^{-4}\ M$$

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

(13

أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:

$$HNO_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$KNO_{2(S)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} NO_2^-{}_{(aq)} + K^+_{(aq)}$$

احسب تركيز $H_3O^+$ كما يلي:

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

$$K_a = [H_3O^+] = 4.5 \times 10^{-4}$$

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

14) أ) تزداد ب) تقل ج) لا تتأثر

15) أ) الحمض HZ

ب) أكتب معادلة تفاعل محلول الحمض HD والأيون $C^-$:

$$HD_{(aq)} + C^-_{(aq)} \rightleftharpoons HC_{(aq)} + D^-_{(aq)}$$

– الزوجين المترافقين في المحلول : $(HD/D^-)$ , $(C^-/HC)$

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

ج) القاعدة المرافقة الأضعف: $C^-$

د)

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

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

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

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

16)

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | ب | ج | أ | ب | د | ج | ب | د | ج | د | د | ج | د | د |
| رقم الفقرة | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | ---------- | | |
| رمز الإجابة | ب | أ | د | ب | ج | ج | أ | ب | ج | أ | ب | | | |

## حلول كتاب الأنشطة والتجارب العملية

### الوحدة الأولى: حالات المادة

### التجربة الاستهلالية

العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبات الضغط

التحليل والاستنتاج:

1- يقلّ محيط الدائرة المرسومة على البالون مما يشير إلى نقصان حجم االغاز بنقصان درجة الحرارة.

2- يزداد محيط الدائرة المرسومة على البالون مما يشير إلى زيادة حجم الغاز بزيادة درجة الحرارة.

3- العلاقة طردية؛ بزيادة درجة الحرارة يزداد حجم الغاز داخل البالون عند ثبات الضغط.

### تجربة 1

### قانون بويل

### التحليل والاستنتاج:

1- من الرسم البياني تكون العلاقة عكسية (الشكل7 صفحة 14)؛ زيادة حجم الغاز يقلل من ضغطه، ونقصان حجم الغاز يزيد من ضغطه عند ثبات درجة حرارته.

2- من الرسم البياني تكون العلاقة طردية بين V و $\frac{1}{P}$؛

3- زيادة حجم الغاز يزيد من المسافات الفاصلة بين جسيماته؛ فتقل عدد التصادمات بينها ومع جدار الإناء، فيقل ضغط الغاز، عند ثبات درجة حرارته.

### تجربة 2

### العوامل المؤثرة في سرعة التبخر

**التحليل والاستنتاج:**

-1

| اسم السائل | الإيثانول | | ثنائي إيثيل إيثر | |
|---|---|---|---|---|
| | 15°C | 40°C | 15°C | 40°C |
| كمية السائل | أكثر | أقل | أكثر | أقل |

2- ثنائي إيثيل إيثر

3- ثنائي إيثل إيثر: ثنائية القطب، كحول الإيثانول: رابطة هيدروجينية.

4- كلما كانت قوى التجاذب بين جزيئات السائل أقوى، كان عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة

اللازمة للتغلب على هذه القوى أقلّ؛ فتكون سرعة التبخر السائل أقلّ عند درجة حرارة معينة.

5- كلما كانت قوى التجاذب بين جزيئات السائل أضعف كان السائل أسرع تبخرا والعكس صحيح.كلما زادت درجة الحرارة زادت الطاقة الحركية للجزيئات، وازداد عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر؛ فتزداد سرعة التبخر.

## أسئلة تفكير دليل الأنشطة صفحة 10 – 15

س1

1- تقل المسافة الفاصلة بين جسيمات الغاز مع بقاء عدد جسيمات الغاز ثابت.
2- يقل حجم الغاز.
3- تزداد عدد التصادمات بين جسيماته وبينها وبين جدار الإناء.
4- يزداد ضغط الغاز.

س2

1. 1000 K

2- لأن جسيمات الغاز عند هذه القيم من الضغط ودرجة الحرارة تتقارب وتتجاذب في ما بينها؛ يقل الحجم الذي يشغله الغاز، وتقل قيمة PV مع ثبات درجة الحرارة فتقل النسبة PV/nRT عن 1.

3- لا يمكن تحويلها إلى الحالة السائلة أو الصُلبة؛ لأن قوى التجاذب بينها معدومة لذلك لا يمكن إسالتها أو تجميدها.

س3

أ- لا، العينات الأربعة ليست عند الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة، ولكن العينتين A, D لهما الظروف نفسها وكذلك B, C ويعود ذلك إلى تساوي عدد جسيماتهما وحجمهما اعتمادا على قانون أفوجادرو الذي ينص أن " الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحتوي على نفس العدد من الجسيمات عند الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة. "

ب- الغاز A، وذلك لأن كتلته المولية أقل.

س4

$$P_A = \frac{300}{760} = 0.4 \text{ atm}, \qquad P_B = \frac{350}{760} = 0.46 \text{ atm}, \qquad P_T = \frac{500}{760} = 0.658 \text{ atm}$$

$$PV = nRT$$

1- حساب عدد مولات كل من A و B :

$$0.4 \times 0.5 = n_A \times 0.082 \times 300 \quad \rightarrow \quad n_A = 0.008 \text{ mol}$$

$$0.46 \times 0.4 = n_B \times 0.082 \times 300 \quad \rightarrow \quad n_B = 0.0075 \text{ mol}$$

حساب عدد المولات الكلية:

$$n_T = 0.008 + 0.0075 = 0.0155 \text{ mol}$$

حساب الحجم:

$$0.658 \times V = 0.0155 \times 0.082 \times 300 \quad \rightarrow \quad V = 0.58 \text{ L}$$

2- A عدد مولاته أكبر لذلك ضغطه الجزئي أكبر من B عند الظروف نفسها (نفس حجم الوعاء ونفس درجة الحرارة).

3- حساب الضغط الكلي عند 350 K:

$$P_T \times 0.58 = 0.0155 \times 0.082 \times 360 \quad \rightarrow \quad P_T = 0.79 \text{ atm}$$

4- يقل.

س5

أ- انخفاض درجة الحرارة يؤدي إلى إنخفاض ضغط الهواء داخل الإطار.

ب- حجم الهواء في الوضع ب:

$$PV = nRT$$

$$29 \times V = 25 \times 0.082 \times (2 + 273) \quad \rightarrow \quad V = 19.44 \text{ L}$$

ج-

$$29 \times 20 = n \times 0.082 \times 275 \quad \rightarrow \quad n = 25.72 \text{ mol}$$

عدد المولات اللازم إضافتها:

$$25.72 - 25 = 0.72 \text{ mol}$$

س6

أ- 56 °C

ب- 420 $atm$

ج- 220 atm تقريبا

د- ثنائي إيثيل إيثر والأسيتون.

هـ- طاقة التبخر المولية للماء أكبر لأن الروابط الهيدروجينية بين جزيئاته أقوى حيث أن عدد الروابط الهيدروجينية التي يشكلها الماء أكبر منها في الإيثانول.

س7

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | ج | ج | د | أ |
| رقم الفقرة | 5 | 6 | 7 | 8 |
| رمز الإجابة | ب | د | ج | أ |
| رقم الفقرة | 9 | 10 | 11 | 12 |
| رمز الإجابة | د | ج | أ | ب |
| رقم الفقرة | 13 | 14 | 15 | 16 |
| رمز الإجابة | ب | ج | أ | د |

## الوحدة الثانية: المحاليل

### تجربة استهلالية: خصائص المخاليط

### التحليل والاستنتاج:

1- الكأس الذي يحتوي محلول برمنغنات البوتاسيوم متجانس أما الحليب فيبدو متجانس مع أنه فعليا غير متجانس.

2- الكأس الذي يحتوي كربونات الكالسيوم.

3- الكأس الذي يحتوي محلول برمنغنات البوتاسيوم مرر الضوء دون تشتت، والكأسين الآخرين شتتا الضوء.

### تجربة 1: الانخفاض في درجة التجمد

### التحليل والاستنتاج:

1- درجة حرارة محلول الملح أقل.

2- تنتشرُ جُسيماتُ المُذاب بين جُسيمات المُذيب في المحلول وتحتلُّ حيّزًا بينها؛ ممّا يُعيقُ تقاربَها وتجاذبَها، إضافةً إلى أنّ التجاذبَ الناشئَ بين جُسيمات المُذاب والمُذيب يعملُ على التقليل من فرص التجاذبِ بين جُسيمات المُذيب نفسِها فيلزمُ حينئذٍ انخفاضٌ أكثرُ في درجة الحرارة، فتصبح أقلَّ من درجة تجمّد المُذيب النقي

## أسئلة تفكير صفحة 19 – 22

س1

1- تقريبا 48 °C

2- تقريبا 46 g

3- تقريبا 800 g

س2

$$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$$

$$\frac{27\ g/l}{1\ atm} = \frac{S_2}{10\ atm} \quad \rightarrow \quad S_2 = 270\ g/L$$

س3

$$\Delta T = T_1 - T_2 = 0 - (-0.78) = 0.78\ ℃$$

$$\Delta T_f = K_f \times m$$

$$0.78 = 1.86 \times m \quad \rightarrow \quad m = \frac{0.78}{1.86} \quad \rightarrow \quad m = 0.42\ mol/kg$$

لأن المادة صلبة متأينة فإن m تمثل المجموع الكلي لتركيز الأيونات ويساوي 0.42 m، وكذلك صيغة المادة هي $XA_3$ فإنها تتفكك في المحلول حسب المعادلة: $XA_3 \rightarrow X^{3+} + 3A^-$

فيكون التركيز المولالي للمحلول

$$m = \frac{0.42}{4} = 0.105\ mol/kg$$

$$m = \frac{n}{m_{solv}} \quad \rightarrow \quad 0.105 = \frac{n}{0.5} \quad \rightarrow \quad n = 0.0525\ mol$$

$$n = \frac{m_{solu}}{M_r} \quad \rightarrow \quad M_r = \frac{18.27}{0.0525} = 348\ g/mol$$

س4

$$\Delta T = T_1 - T_2 = 0 - (-0.01) = 0.01\ ℃$$

حساب مولالية المحلول الأول:

$$\Delta T_f = K_f \times m$$

$$0.01 = 1.86 \times m \quad \rightarrow \quad m = \frac{0.01}{1.86} \quad \rightarrow \quad m = 0.0054\, mol/kg$$

حساب مولالية المحلول الثاني:

$$0.09 = 1.86 \times m \quad \rightarrow \quad m = \frac{0.09}{1.86} \quad \rightarrow \quad m = 0.0484\, mol/kg$$

يلاحظ أن مضاعفة كتلة المادة الصلبة الأيونية المذابة (عدد مولاتها) 3 أضعاف أدت إلى مضاعفة مقدار الإنخفاض في درجة التجمد بمقدار 9 أضعاف بسبب زيادة مولالية المحلول (التركيز المولالي الكلي للأيونات) بمقدار 9 أضعاف ما يدل على أن صيغة المادة $MX_2$ .

س5

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

## الوحدة الثالثة: الاتزان الكيميائي

### تجربة استهلالية: تسامي اليود

### التحليل والاستنتاج:

1- تتحول بلورات اليود الصلب إلى الحالة الغازية (بخار اليود) عند وضعها في حمام الماء الساخن، وتسمى هذه
العملية التسامي.

2- يصبح بخار اليود بنفسجيّ اللون.

3- يتجمع بخار اليود على هيئة بلورات صلبة على زجاجة الساعة المحتوية بلورات الجليد نتيجة عملية التبريد وتسمى هذه العملية التصعيد.

4- يثبت لون بخار اليود بعد مدة من الزمن؛ لأن كمية اليود الصلب المتبخرة تساوي كمية بخار اليود المترسبة، فلا يتغير عندئذٍ لون بخار اليود في الكأس الزجاجي.

5- عندما يثبت لون بخار اليود تكون سرعة تحول اليود من الحالة الصلبة إلى الغازية (تساميه) مساوية لسرعة تحوله من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة (تصعيده) فتثبت كمية كل منهما.

**تجربة1: أثر التركيز في موضع الاتزان**

**التحليل والاستنتاج**

1- يكون لون المحلول بني محمر.

2- الأنبوب الأول: زيادة تركيز كلوريد الحديد ذو اللون البني الباهت.

الأنبوب الثاني: زيادة تركيز ثيوسينات الحديد ذو اللون البني المحمر.

3- عند زيادة تركيز إحدى المواد المتفاعلة، تزداد سرعة التفاعل الأمامي ويزاح موضع الاتزان نحو تكوين

المواد الناتجة (جهة اليمين) وعند زيادة تركيز إحدى المواد الناتجة، تزداد سرعة التفاعل العكسي ويزاح موضع

الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة (جهة اليسار)

4- عند زيادة تركيز المادة، يطغى لونها على لون المحلول، أي أن لون المحلول يميل إلى لون المادة الأكثر تركيزًا في المحلول .

**تجربة2: أثر درجة الحرارة في الاتزان**

**التحليل والاستنتاج**

1- تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة تركيز $NO_2$ ونقصان تركيز $N_2O_4$

2- حالة الماء الساخن: تزداد شدة اللون البني بسبب إزاحة موضع الاتزان نحو تكوين غاز NO2 بني اللون.

حالة الماء البارد: تقل شدة اللون البني بسبب إزاحة موضع الاتزان نحو تكوين غاز N2O4 عديم اللون.

3- لأن التفاعل طارد للحرار،ة فإن زيادة درجة الحرارة تزيد سرعة التفاعل العكسي ويزاح موضع الاتزان نحو
اليسار. أما خفض درجة الحرارة، فيزيد سرعة التفاعل الأمامي ويزاح موضع الاتزان نحو اليمين.

4- التفاعل الماص للحرارة : تزداد سرعة التفاعل الأمامي ويزاح موضع الاتزان نحو اليمين.
التفاعل الطارد للطاقة: تزداد سرعة التفاعل العكسي ويزاح موضع الاتزان نحو اليسار.

## أسئلة التفكير صفحة 29 - 35

س1

1- التفاعل الأول: المواد المتفاعلة، التفاعل الثاني: المواد الناتجة
2- التفاعل الأول Kc < 1 : ، ودليل ذلك أن تراكيز المواد المواد المتفاعلة أكبر من تراكيز المواد الناتجة.
التفاعل الثاني Kc > 1 : ، ودليل ذلك أن تراكيز المواد المواد المتفاعلة أقل من تراكيز المواد الناتجة.

التفاعل الثالث Kc =1 : ، ودليل ذلك أن تراكيز المواد المواد المتفاعلة مساوٍ لتراكيز المواد الناتجة.

3- سحب كمية من المادة الناتجة، أو زيادة كمية المادة المتفاعلة.

س2

التفاعل ماص للطاقة؛ لذلك فإن زيادة درجة الحرارة تزيد سرعة التفاعل الأمامي فيزداد تفكك AB ويقل تركيزه ويزداد تركيز كل من A و B. لذلك الوعاء 1 يمثل مكونات التفاعل عند درجة الحرارة الأقل.

س3

1. يقل تركيز المادة A بمرور الزمن إلى أن يصل التفاعل إلى حالة الاتزان، عندئذٍ يثبت تركيزها، أما المادتان B,C فإن تراكيزها تزداد بمرور الزمن إلى حين وصول التفاعل إلى حالة الاتزان تثبت تراكيزها.

2. لأن التفاعل عند حالة الاتزان يستمر بالحدوث بالاتجاهين الأمامي والعكسي بالسرعة نفسها، أي أنه يُكوِّن المواد المتفاعلة باستمرار، وفي الوقت نفسه يُكوِّن المواد الناتجة، ولذلك نجد أن وعاء التفاعل يحتوي المواد الناتجة والمتفاعلة بنسب متفاوتة، أي أن تركيز أي منها لا يساوي صفرًا.

3-

$$K_c = \frac{[B][C]}{[A]}$$

س4

أ- زيادة الضغط تزيد سرعة التفاعل الأمامي أي أن موضع الاتزان يزاح نحو تكوين المواد الناتجة.

ب- بما أن التفاعل طارد للطاقة فإن زيادة درجة الحرارة تزيد سرعة التفاعل العكسي أي أن موضع الاتزان يزاح نحو تكوين المواد المتفاعلة.

ج- زيادة تركيز $N_2O$ يزيد سرعة التفاعل العكسي أي أن موضع الاتزان يزاح نحو تكوين المواد المتفاعلة.

د- إضافة عامل مساعد لا تؤثر في موضع الاتزان ولكن تزداد سرعة الوصول إلى موضع الاتزان.

س5

أ- يقل

ب- يقل

س6

أ- زيادة الضغط تزيد سرعة التفاعل العكسي فتزداد كتلة $PCl_5$.

ب-زيادة درجة الحرارة قللت كتلة $PCl_5$ أي زادت سرعة التفاعل الأمامي وزاد تفكك $PCl_5$ أي أن التفاعل ماص للطاقة.

س7

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | ج | أ | ب | أ | ب | ج |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| رقم الفقرة | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| رمز الإجابة | ج | أ | د | د | د | ب |
| رقم الفقرة | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | ------ |
| رمز الإجابة | ج | أ | أ | ب | ب | |

## الوحدة الرابعة: الحموض والقواعد وتطبيقاتها

### التجربة الاستهلالية: خصائص الحمض والقاعدة

**التحليلُ والاستنتاجُ:**

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 الهيدروجين للمحلول الناتج يساوي 7.

### التجربة (1): مقارنة قوة الحموض

**التحليلُ والاستنتاجُ:**

1. الرقم الهيدروجيني للحمض HCl : حوالي 1 ولحمض 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.

**التجربة (2): معايرة حمض قوي بقاعدة قوية**

**التحليلُ والاستنتاجُ:**

1) نقطة التعادل.

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

$$n_{(NaOH)} = M \times V$$

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

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

4) أستخدم العلاقة الآتية :

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

5) يتوقع أن يكون pH = 7

6) تفاعل تعادل

**التجربة (3): تميه الأملاح**

**التحليلُ والاستنتاجُ:**

| المحلول | NaCl | $NH_4Cl$ | $NaHCO_3$ | $CH_3COONa$ |
|---|---|---|---|---|
| لون المحلول بوجود الكاشف | أخضر | اصفر مخضر | ازرق فاتح | ازرق فاتح |
| الرقم الهيدروجيني | 7 | 4-3 | 10-9 | 10-9 |
| طبيعة المحلول | متعادل | حمضي | قاعدي | قاعدي |

1) انظر الجدول أعلاه.

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

3) أنظر الجدول أعلاه.

4) أنظر الجدول أعلاه.

5) محلول كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$ : حمضي

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

محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ : قاعدي

$$HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$$

إيثانوات الصوديوم $CH_3COONa$ : قاعدي

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

## إجابات أسئلة التفكير صفحة 45-48

السؤال (1):

أ) B > A > C

**ب)** أكتب معادلة تأين القاعدة:

$$A_{(S)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons AH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

لحساب الرقم الهيدروجيني لمحلول القاعدة، أحسب تركيز $H_3O^+$ باستخدام ثابت تأين الماء $K_w$ كما يلي:

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

$$[H_3O^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-5}} = 1 \times 10^{-9}\ M$$

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة: $pH = -\log [H_3O^+]$

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

ج) الملح الذي له أقلُّ رَقْمٍ هيدروجيني؛ AHCl.

د) أكتب معادلة تأين القاعدة ومعادلة تفكك الملح:

$$C_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$CHCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow CH^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

أحسب ثابت تأين القاعدة $K_b$:

$$K_b = \frac{[OH^-][CH^+]}{C}$$

$$K_b = \frac{(1 \times 10^{-5})^2}{1} = 1 \times 10^{-10}$$

أحسب تركيز HCl المضاف 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:

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

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

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

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 $OH^-$:

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

$$4.4 \times 10^{-4} = \frac{[OH^-] \times 0.4}{0.2}$$

$$[OH^-] = 2.2 \times 10^{-4} M$$

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

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.2 \times 10^{-4}} = 4.5 \times 10^{-11}\ M$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log 4.5 \times 10^{-11} = 11 - \log 4.5 = 11 - 0.65 = 10.35$$

ب) أكتب معادلة تأين القاعدة وتفكك الملح كما يلي:

$$CH_3NH_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3NH_3^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$CH_3NH_3Cl_{(S)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} CH_3NH_3^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

أستخدم pH لحساب تركيز $H_3O^+$ :

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

أحسب تركيز $OH^-$ باستخدام ثابت تأين الماء $K_w$ :

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

أحسب تركيز الحمض HI المضاف كما يلي :

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

$$4.4 \times 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-4}(0.4 + X)}{0.2 - X}$$

$$4.4\,(0.2 - X) = 0.4 + X$$

$$X = 0.09\ M$$

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

$$n_{(HI)} = 0.09 \times 0.8 = 0.072\ mol$$

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

$$m_{(HI)} = 0.072 \times 128 = 9.2\ g$$

السؤال (3):

أ) أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:

$$HNO_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

$$KNO_{2(S)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} NO_2^-{}_{(aq)} + K^+{}_{(aq)}$$

أحسب تركيز $H_3O^+$ باستخدام $k_a$ كما يلي:

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

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

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

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

ب) أحسب تركيز HCl المضاف كما يلي:

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

عند إضافة حمض HCl فإنه يتأين كلياً ويكون : $[H_3O^+] = [HCl] = 0.1\ M$

يتفاعل HCl مع القاعدة $NO_2^-$ ويقل تركيزها بمقدار تركيز $H_3O^+$ ليصبح:

$[NO_2^-] = 0.2 - 0.1 = 0.1\ M$

ونتيجة لذلك يتكون الحمض $HNO_2$ ويزداد تركيزه بمقدار تركيز $H_3O^+$ ليصبح:

$[HNO_2] = 0.3 + 0.1 = 0.4\ M$

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

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

أحسب الرقم الهيدروجيني للمحلول بعد إضافة الحمض كما يلي:

$$pH = -\log(1.8 \times 10^{-3}) = 3 - \log 1.8 = 3 - 0.26 = 2.74$$

ج) أحسب تركيز $H_3O^+$ باستخدام العلاقة: $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

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

تتفاعل القاعدة NaOH مع حمض $HNO_2$ ويقل تركيزه بمقدار تركيز $OH^-$ وكذلك يزداد تركيز $NO_2^-$ بنفس المقدار،

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-4} \times (0.2 + [NaOH])}{0.3 - [NaOH]}$$

$$4.5 \times (0.3 - X) = 0.2 + X$$

X= 0.21 M

n = M×V

n= 0.21M × 1 L = 0.21 mol

السؤال (4) :

أ) أكتب معادلة تأن الحمض وتفكك الملح كما يلي:

$$H_2CO_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCO_3^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

$$NaHCO_{3\,(S)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} HCO_3^-{}_{(aq)} + Na^+{}_{(aq)}$$

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 $HCO_3^-$

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

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

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

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

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

$$M_{(KOH)} \times \mathrm{V}_{(KOH)} = M_{(HCl)} \times \mathrm{V}_{(HCl)}$$

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

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

السؤال (6)

أحسب أولاً عدد مولات الحمض، ثم أحسب تركيزه، كما يلي: (سيرمز لحمض أسيتيل الساليسيليك AsH)

$$n_{(AsH)} = \frac{m_{(AsH)}}{\mathrm{Mr}_{(AsH)}} = \frac{0.5 \times 2}{180} = 0.0056 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.0056}{1} = 0.0056\ M$$

$$\mathrm{K_a} = \frac{[\mathrm{H_3O^+}][As^-]}{[AsH]}$$

$$3 \times 10^{-5} = \frac{[\mathrm{H_3O^+}][As^-]}{0.0056} \rightarrow 3 \times 10^{-5} \times 0.0056 = [\mathrm{H_3O^+}]^2$$

$$[\mathrm{H_3O^+}]^2 = 0.0168 \times 10^{-5} \rightarrow [\mathrm{H_3O^+}] = 0.41 \times 10^{-3}$$

$$\mathrm{pH} = -\log(4.1 \times 10^{-4}) = 3.4$$

السؤال (7):

أحسب $[H_3O^+]$ :

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-11.33+12-12} = 10^{0.67-12} = 4.68 \times 10^{-12}$ M

$[OH-] = \frac{K_w}{[H3O+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4.68 \times 10^{-12}} = 2.1 \times 10^{-3}$ M

ملاحظة: يمكن حساب pOH ومنها حساب $[OH^-]$ كالآتي:

$pOH = 14 - 11.33 = 2.67$

$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-2.67+3-3} = 10^{0.33-3} = 2.1 \times 10^{-3}$ M

سيرمز للقاعدة $C_{10}H_{15}ON$ بالرمز B ، معادلة تأين القاعدة:

$$B_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons BH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$K_b = \frac{[OH^-][BH^+]}{[B]} = \frac{(2.1 \times 10^{-3})^2}{0.035}$$

$K_b = 1.26 \times 10^{-4}$

السؤال (8)

أ- 3

ب- 1

ج- 2

السؤال (9)

| رقم الفقرة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | أ | ب | أ | أ | ج | ب |

| رقم الفقرة | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | أ | د | ب | د | ج | ج |