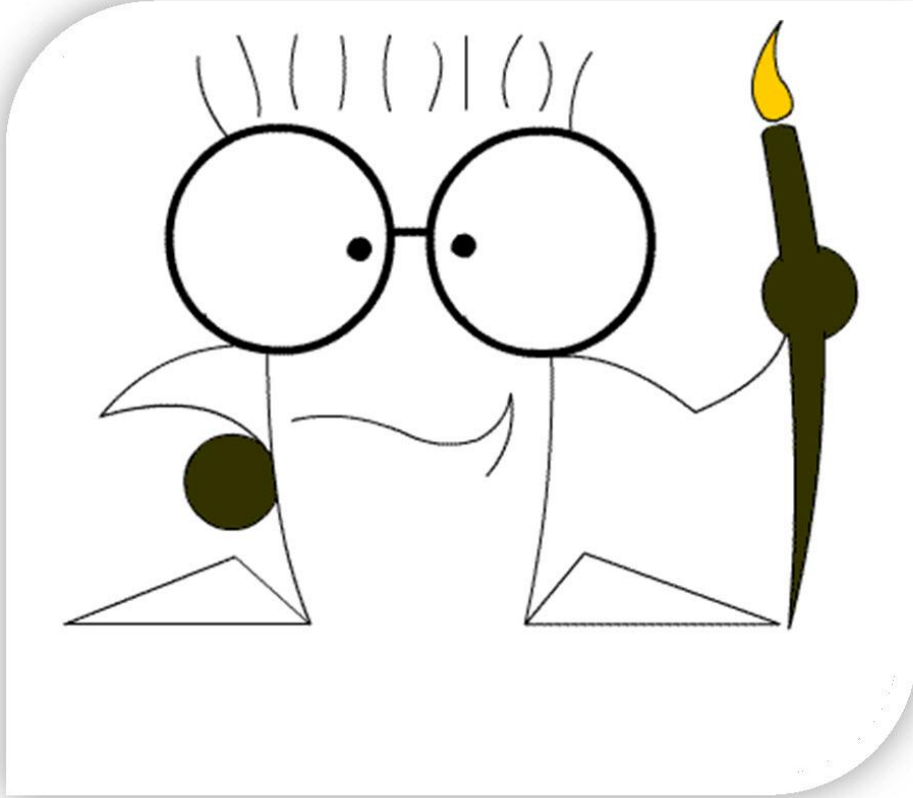


# الشامل في الكيمياء

الصف الثالث الثانوي العلمي



- أسئلة شاملة لجميع فقرات الكتاب وأجوبتها
- جميع أسئلة الكتاب وأجوبتها
- حلّ جميع مسائل وحدات الكتاب
- حلّ جميع المسائل العامة

المدرّس: أ. محمّد نور الشّيخ موسى

## الوحدة الأولى: الكيمياء النووية

1 - اختر الإجابة الصحيحة لكل من العبارات الآتية :

1- نظائر عنصر ما هي ذرات لها العدد نفسه من:

أ) النيوترونات      ب) البروتونات       ج) النكليونات      د) البوزيترونات

2 - العدد الذري لعنصر هو عدد :

أ) النكليونات في النواة      ب) الإلكترونات في النواة

ج) النيوترونات في النواة      د) البروتونات في النواة

3 - النظير الآخر من الأوكسجين  $^{16}_8O$  هو :

أ)  $^{17}_8X$        ب)  $^{16}_9X$       ج)  $^{17}_7X$       د)  $^{16}_7X$

4 - عدد النيوترونات في ذرة الثوريوم  $^{230}_{90}Th$  هو :

أ) ( 90 )      ب) ( 140 )       ج) ( 230 )      د) ( 320 )

5 - كي يتحول العنصر  $^A_ZX$  إلى العنصر  $^{A}_{Z+1}X$  تلقائياً:

أ) يكسب بروتوناً      ب) يخسر نيوتروناً      ج) يطلق جسيم ألفا      د) يطلق جسيم بيتا

6- كي يتحول العنصر  $^A_ZX$  إلى العنصر  $^{A-4}_{Z-2}Y$  تلقائياً :

أ) يكسب بروتوناً      ب) يخسر نيوتروناً      ج) يطلق جسيم ألفا       د) يطلق جسيم بيتا

7 - القوى النووية هي:

أ) قوى كهربائية      ب) قوى مغناطيسية      ج) قوى جذب عادي      د) قوى جذب هائلة

8 - النشاط الإشعاعي لعنصر مشع :

أ) يزداد بزيادة درجة الحرارة      ب) يقل بزيادة الضغط

ج) يزداد بتعرض العنصر المشع لحقل كهربائي قوي      د) لا يتأثر بأي مما سبق

9 - عمر النصف لعنصر مشع يتعلق :

أ) بدرجة حرارة العنصر المشع      ب) بنوع العنصر المشع

ج) بكمية العنصر المشع الابتدائية      د) بحجم العنصر المشع

10- يتحول النحاس  $Cu^{63}$  وهو نظير غير مشع عند قذفه بنيوترون إلى نظير مشع  $Cu^{64}$  في تفاعل نووي ، من نوع:

أ) التقاط  (ب) تطافر (ج) انشطار (د) اندماج

11- يطرأ تحول من نموذج ألفا على عنصر اليورانيوم  $^{238}_{92}U$  فيتكوّن عنصر:

أ) الراديوم  $^{222}_{88}Ra$  (ب) البروتكتينيوم  $^{234}_{91}Pa$

ج) الأكتينيوم  $^{228}_{89}Ac$  (د) الثوريوم  $^{234}_{90}Th$

12- يطرأ تحول من نموذج بيتا على عنصر الثوريوم  $^{234}_{90}Th$  فيتكون عنصر:

أ) الراديوم  $^{222}_{88}Ra$  (ب) البروتكتينيوم  $^{234}_{91}Pa$

ج) الأكتينيوم  $^{228}_{89}Ac$  (د) اليورانيوم  $^{238}_{92}U$

13- إذا كان عمر النصف لعنصر مشع (3) دقائق ، فإن نسبة ما يتبقى منه (مما كان عليه) في عينة منه بعد 15 دقيقة :

أ)  $\frac{1}{2}$  (ب)  $\frac{1}{8}$  (ج)  $\frac{1}{16}$  (د)  $\frac{1}{32}$

14- طاقة الارتباط في النواة :

أ) الطاقة اللازمة لفصل النواة إلى مكوناتها من بروتونات ونيوترونات

ب) الطاقة اللازمة لدمج نواتين إلى نواة أثقل

ج) الطاقة اللازمة لشطر نواة إلى نواتين متوسطتي الكتلة

د) ليست أيّاً مما سبق

15- يتعلق ناتج تفاعل التطافر النووي بـ :

أ) نوع العنصر المشع

ب) نوع القذيفة النووية

ج) طبيعة الجسيمات الناتجة

د) عدد القذائف المستخدمة

16- نموذج النواة الذي اقترحه العالم ماير هو :

أ) قطرة السائل

ب) الطبقات

ج) تجمع الجسيمات

د) صف الجسيمات

2 - ماذا تمثل طاقة الارتباط في النواة ؟ اكتب العلاقة الرياضية التي تحسب منها مع ذكر دلالات الرموز فيها.

الجواب:

• التمثيل:

تمثل الطاقة الناتجة عن نقص في كتلة النواة المتشكلة عن مجموع كتل النكليونات المكونة لها وهي حرة.

• العلاقة الرياضية التي تحسب منها هي:  $E = \Delta m c^2$

$E$  : طاقة ارتباط النكليونات في النواة .  $\Delta m$  : النقص الحاصل في الكتلة عند تكوين النواة .

$c$  : سرعة انتشار الضوء في الخلاء .

3- تعاني نوى بعض العناصر الثقيلة تفككاً تلقائياً يرافقه إصدار دقائق عالية السرعة ، سمّ كلاً من هذه

الدقائق ، وبيّن طبيعتها.

الجواب: تصدر نوى بعض العناصر الثقيلة أثناء تفككها التلقائي نوعين من الدقائق عالية السرعة هي :

دقائق ألفا : و تتألف كل منها من نيترونين و بروتونين ، وهي تشبه نوى ذرات الهليوم ( ${}^4_2\text{He}$ ) .

دقائق بيتا : و تتألف كل منها من إلكترون عالي السرعة ( ${}^0_{-1}\text{e}$ ) .

4 - قارن بين جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة غاما من حيث :

الكتلة - الشحنة - النفوذية - التأثير بالحقل الكهربائي.

الجواب:

الجدول التالي يوضح الفرق بين كل منها:

التأثير بالحقل الكهربائي	النفوذية	الشحنة	الكتلة	
تنحرف نحو اللبوس السالب لمكثفة مستوية مشحونة عندما تمر بين لبوسها	قليلة النفوذية	موجبة + 2	كتلتها 4	جسيمات ألفا $\alpha$ ${}^4_2\text{He}$
تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مستوية مشحونة عندما تمر بين لبوسها	أشد نفوذية من سابقتها	سالبة - 1	كتلتها مهملة	جسيمات بيتا $\beta$ ${}^0_{-1}\text{e}$
لا تتأثر بالحقل الكهربائي	شديدة النفوذية	عديمة الشحنة	عديمة الكتلة	أشعة غاما $\gamma$

5 - يطرأ تحوّل من النّمودج ألفا على عنصر اليورانيوم ( $^{238}_{92}U$ ) ، فيتحوّل إلى عنصر الثوريوم ( $Th$ ) ، اكتب المعادلة النوويّة المعبرّة عن هذا التحوّل .

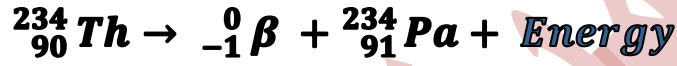
الجواب:

تعبّر المعادلة النوويّة الآتية عن هذا التحوّل :  $^{238}_{92}U \rightarrow \frac{4}{2}He + ^{234}_{90}Th + Energy$

6 - يطرأ تحوّل من النّمودج بيتا على عنصر الثوريوم ( $^{234}_{90}Th$ ) ، فيتحوّل إلى عنصر البروتكتينيوم ( $Pa$ ) ، اكتب المعادلة النوويّة المعبرّة عن هذا التحوّل ، و فسّر إصدار النّواة لهذه الدّقيقة.

الجواب:

تعبّر المعادلة النوويّة الآتية عن هذا التحوّل :



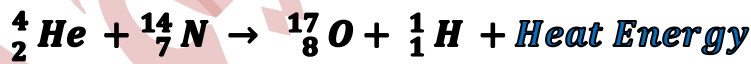
- التفسير :

إن أحد النيوترونات في النّواة يتحول إلى بروتون و إلكترون ، فينتقل الإلكترون و يستقر البروتون في النّواة .

7- يؤدّي قذف نواة ذرّة النتروجين الطّبيعيّ ( $^{14}_7N$ ) بجسيمة ألفا إلى تكوّن نواة ذرّة الأوكسجين النّظير وخروج بروتون حرّ من النّواة ، اكتب المعادلة النوويّة المعبرّة عن هذا التّفاعل ، واكتب اسم هذا النّوع من التّفاعلات النوويّة .

الجواب:

تعبّر المعادلة النوويّة الآتية عن هذا التّفاعل :

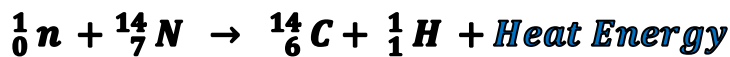


- و يسمّى هذا النوع من التّفاعلات النوويّة بتفاعل التّطافر .

8 - يؤدّي قذف نواة ذرّة النتروجين الطّبيعيّ ( $^{14}_7N$ ) بترون حرّ إلى تكوّن نواة ذرّة الكربون النّظير وخروج بروتون حرّ من النّواة ، اكتب المعادلة النوويّة المعبرّة عن هذا التّفاعل ، واكتب اسم هذا النوع من التّفاعلات النوويّة .

الجواب:

تعبّر المعادلة النوويّة الآتية عن هذا التّفاعل :



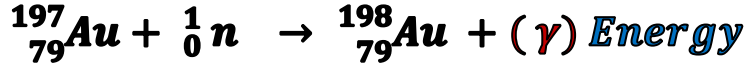
- و يسمّى هذا النوع من التّفاعلات النوويّة بتفاعل التّطافر .

9 - يؤدي قذف نواة ذرة الذهب النظير ( $^{197}_{79}\text{Au}$ ) بـ نيوترون حر إلى تكوّن نواة ذرة الذهب النظير

المشعّ ، اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التفاعل ، واكتب اسم هذا النوع من التفاعلات النووية .

الجواب:

تعبّر المعادلة النووية الآتية عن هذا التفاعل:



- و يسمى هذا النوع من التفاعلات النووية بتفاعل الالتقاط .

10- عرّف تفاعل الاندماج النوويّ ، واكتب شروط حدوثه ، وهات مثالاً مناسباً عنه .

الجواب:

التعريف: هو تفاعل يحدث فيه دمج نواتين خفيفتين معاً ( أو أكثر ) لتكوين نواة أثقل يرافقه انطلاق طاقة هائلة

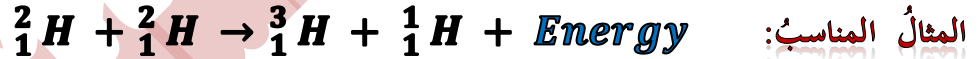
مصدرها نقص في كتلة النواة الناتجة عن مجموع كتلي النواتين المندمجتين معاً .

شروط حدوثه :

1- حصر النوى الخفيفة في حيزٍ صغيرٍ جداً لزيادة إمكانية تصادمها والتحامها مع بعضها.

2- تطبيق ضغطٍ كبيرٍ جداً على النوى الخفيفة.

3- رفع درجة حرارتها إلى رتبة ( $10^7\text{C}$ ) و ذلك لإكسابها طاقة حركية هائلة .



11- عرّف عمر النصف للعنصر المشعّ ، وبين على ماذا يتوقف عمر النصف للعنصر المشعّ ؟

الجواب:

التعريف: هو الزمن اللازم لتحوّل ( تفكك ) نصف عدد نوى ذرات العنصر المشعّ في عينة ما منه إلى نوى

ذرات عنصر آخر بدءاً من أيّة لحظة زمنية .

- يتوقف عمر النصف لعنصر مشعّ على نوع العنصر المشعّ فقط .

12- ضع كلمة ( صح ) أمام العبارة الصحيحة وكلمة ( خطأ ) أمام العبارة الخاطئة مع تعليلٍ بسيطٍ

لكلّ عبارة :

(a) يُعدُّ النيوترون أفضل قذيفة نووية .

(b) تغيّر عدد البروتونات داخل نواة عنصر نتيجة تفاعل نوويّ يجعله أحد نظائره .

(c) تتلأأ النجوم في السماء نتيجة انشطاراتٍ نووية .

(d) من السهل حدوث اندماجٍ نوويّ في المختبرات العلمية .

**الإجابات والتعليق:**

(a) صح ، لأنّ النيوترون متعادل كهربائياً (معتدل الشحنة) .

(b) خطأ ، بل تغيّر عدد النيوترونات .

(c) خطأ ، بل نتيجة اندماجات نووية .

(d) خطأ ، لأنّ تفاعل الاندماج النوويّ يحتاج لشروطٍ خاصّةٍ (حرارة عالية جداً - ضغط كبير جداً - درجة حرارة مرتفعة جداً) وصعبة للغاية.

13- وازن التفاعل النووي التالي :  ${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{2}^{4}He + {}_{90}^{234}Th + \dots$  ، ما اسم هذا النوع من التفاعلات النووية .

**الجواب:** المعادلة:  ${}_{92}^{238}U \rightarrow \frac{4}{2}He + {}_{90}^{234}Th + Energy$

ويسمى هذا النوع من التفاعلات النووية التحول من النموذج ألفا

14- أعط تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي :

(1) تبقى بروتونات النواة مترابطة رغم وجود قوى التنافر الكهربائية بينها.

**الجواب:** بسبب قوى التجاذب القصيرة المدى الهائلة بين : (بروتون - بروتون ، بروتون - نيوترون ، نيوترون - نيوترون) ،

التي تغلب على قوى التنافر الكهربائي الساكن بين بروتونات النواة .

(2) مجموع كتل مكونات النواة وهي حرة ، أكبر من كتلة النواة.

**الجواب:** بسبب تحول جزء من كتلة هذه المكونات إلى طاقة تربط مكونات النواة بعضها ببعض.

(3) إصدار النواة للإلكترونات المؤلفة لأشعة بيتا.

**الجواب:** لأنّ أحد نيوترونات النواة يتفكك (يتحلل) إلى بروتون وإلكترون (جسيمة بيتا) فينتقل الإلكترون

خارج النواة ويستقر البروتون وفق العملية الآتية :  $\frac{1}{0}n \rightarrow \frac{1}{1}P + \frac{0}{-1}\beta$

(4) لا تتأثر أشعة غاما بالحقل الكهربائي.

**الجواب:** لأنها عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية توأكب فوتونات عديمة الشحنة.

(5) النيوترون أفضل قذيفة نووية.

**الجواب:** لأنه جسيمة أولية متعادلة كهربائياً.

(6) تُحفظ المواد المشعة في أوعية من الرصاص.

**الجواب:** لأنّ نفوذية أشعة غاما ( $\gamma$ ) عبر الرصاص ضعيفة.

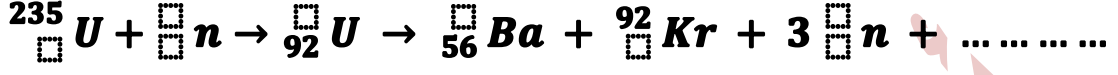
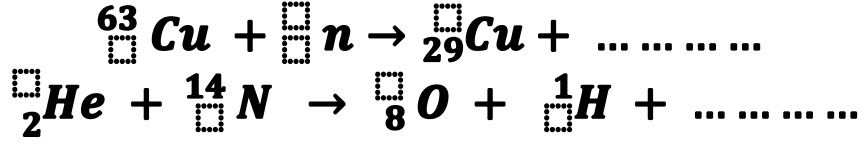
(7) يلزم لتفجير القنبلة الهيدروجينية حدوث انشطار نووي.

**الجواب:** لأنه يوفّر الضغط الشديد والحرارة الكافية لاندماج النوى الخفيفة.

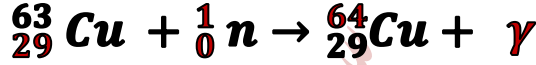
(8) يحتاج تفاعل الاندماج النووي لشروط صعبة للغاية.

**الجواب:** للتغلب على قوى التنافر الكهربائي بين النوى الموجبة المندمجة.

15- أكمل التفاعلات النووية الآتية وسمِّ نوع كل تفاعل:



الجواب:



وهو تفاعل التقاط



وهو تفاعل تطاير



وهو تفاعل انشطار

16- احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال ساعة واحدة ، إذا كانت تشع طاقة مقدارها  $38 \times 10^{27} \text{ J.s}^{-1}$  ( سرعة انتشار الضوء في الخلاء  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ).

$$\Delta m = -152 \times 10^{13} \text{ kg}$$

الحل:

حساب الطاقة المشعة خلال ساعة واحدة :  $E = -38 \times 10^{27} \times 3600 \text{ J}$

حساب مقدار النقصان في كتلة الشمس خلال ساعة واحدة :  $E = \Delta m c^2$

$$-38 \times 10^{27} \times 3600 = \Delta m \times (3 \times 10^8)^2$$

$$\Delta m = -152 \times 10^{13} \text{ kg}$$

17- احسب عمر النصف لعنصر مشع في عينة منه إذا علمت أن الزمن اللازم ليصبح عدد النوى المشعة في

$$t_{\frac{1}{2}} = 80 \text{ years} \quad \text{تلك العينة } \frac{1}{8} \text{ مما كان عليه يساوي 240 سنة.}$$

الحل:



النشاط الإشعاعي : 1  $\leftarrow \frac{1}{2} \leftarrow \frac{1}{4} \leftarrow \frac{1}{8}$   $\Leftrightarrow$  عدد مرات تكرار عمر النصف = 3

$$\frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{عدد مرات تكرار عمر النصف}} = \text{عمر النصف}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{240}{3} = 80 \text{ years}$$

18- يطلق النظير المشع لعنصر الثوريوم  ${}_{90}^{232}X$  جسيم ألفا أولاً ، ثم جسيم بيتا ، فما العدد الذري وما العدد الكتلي للنواة الناتجة ؟

الجواب:

عندما يصدر جسيم ألفا أولاً يحدث التحول :  ${}_{90}^{232}X \rightarrow \frac{4}{2}He + {}_{88}^{228}Y + \text{Energy}$

وعندما يصدر جسيم بيتا ثانياً يحدث التحول :  ${}_{88}^{228}Y \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{89}^{228}M + \text{Energy}$

وبالتالي :  $Z = 89$  و  $A = 228$

19- أتمم العبارات الآتية :

- العامل الرئيسي الذي يحدّد فيما إذا كانت النواة مستقرة أم لا هي النسبة : .....
- عندما تكون النوى فوق هذا الحزام ، فهذا يعني أنها تضم نسبة  $\frac{n}{p}$  .....
- عندما تكون النوى تحت هذا الحزام ، فإن النوى تتمتع بنسبة  $\frac{n}{p}$  .....
- طاقة الارتباط في النواة هي الطاقة اللازمة لـ .....
- عمر النصف لمادة مشعة هو الزمن اللازم لـ .....
- تفاعلات الاندماج النووي : يحدث فيها .....
- التحول من نموذج ألفا: تحول يطرأ على .....
- التحول من نموذج بيتا : تحول يطرأ على .....
- سلسلة النشاط الإشعاعي : مجموعة من .....
- تفاعلات الالتقاط: تلتقط فيها .....
- تفاعلات التطاير: تلتقط النواة فيها .....
- تفاعلات الانشطار النووي : تنشطر فيها .....

الجواب:

- العامل الرئيسي الذي يحدّد فيما إذا كانت النواة مستقرة أم لا هي النسبة :  $\frac{n}{p}$  نسبة عدد النوترونات إلى عدد البروتونات في النواة.
- عندما تكون النوى فوق هذا الحزام ، فهذا يعني أنها تضم نسبة  $\frac{n}{p}$  أكبر من الواحد
- عندما تكون النوى تحت هذا الحزام ، فإن النوى تتمتع بنسبة  $\frac{n}{p}$  أصغر من الواحد
- طاقة الارتباط في النواة هي الطاقة اللازمة لفصل النواة إلى مكوناتها من بروتونات ونيوترونات
- عمر النصف لمادة مشعة هو الزمن اللازم لتحويل نصف عدد نوى النظير المشع في عينة منه وفق نشاط إشعاعي آخر بدءاً من أي لحظة زمنية.
- تفاعلات الاندماج النووي : يحدث فيها دمج ( التحام ) نواتين خفيفتين معاً أو أكثر لتكوين نواة أثقل ، ويرافق ذلك انطلاق طاقة ( هائلة ).
- التحول من نموذج ألفا: تحول يطرأ على نواة عنصر مشع بإصداره جسيم ألفا فينقص العدد الذري بمقدار ( 2 ) وينقص العدد الكتلي بمقدار ( 4 ) مع انطلاق طاقة.
- التحول من نموذج بيتا : تحول يطرأ على نواة عنصر مشع بإصداره جسيم بيتا فيزداد العدد الذري بمقدار ( 1 ) ولا يتغيّر العدد الكتلي.
- سلسلة النشاط الإشعاعي : مجموعة من العناصر المشعة التي يتفكك أحدها ليعطي عنصراً آخر وتنتهي بعنصر مستقر.
- تفاعلات الالتقاط: تلتقط فيها النواة القذيفة التي قُذفت بها دون أن تنقسم ، ويرافق ذلك انطلاق طاقة.
- تفاعلات التطاير: تلتقط فيها النواة القذيفة التي قُذفت بها ولا تستقر إلا بعد أن تُطلق جسيماً آخر متحولة إلى نواة عنصر جديد ، ويرافق ذلك انتشار طاقة حرارية.
- تفاعلات الانشطار النووي : تنشطر فيها نواة العنصر الثقيل إلى نواتين متوسطتي الكتلة مع انطلاق طاقة هائلة.

## نهاية الوحدة الأولى

## الوحدة الثانية: الكيمياء الحرارية

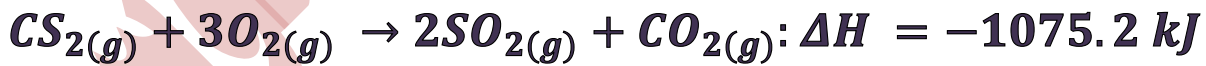
أولاً - اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل من العبارات الآتية :

- 1) فرع الكيمياء الذي يهتم بدراسة العلاقة بين الطاقة الكيميائية والطاقة الحرارية. ( الكيمياء الحرارية )
- 2) مقدار الطاقة الكيميائية التي اختُزنت في المادة في أثناء تكوينها. ( حرارة التفاعل )
- 3) كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوّن مول واحد من المركب ابتداءً من عناصره الأولية في حالتها القياسية. ( أنثالبية التكوّن القياسية )
- 4) كمية الحرارة المنطلقة عند حرق مول واحد من المادة النقية احتراقاً تاماً بوجود كمية كافية من الأكسجين في الشروط القياسية. ( حرارة الاحتراق القياسية )
- 5) كمية الحرارة المنطلقة عند تكوّن مول واحد من الماء النقي عند تعادل حمض مع أساس في المحاليل الممددة. ( حرارة التعديل )
- 6) قيمة تغيّر الأنثالبية لأي تفاعل كيميائي تحت ضغط ثابت تساوي قيمة ثابتة سواء تمّ التفاعل في خطوة واحدة أو في خطوات عدة. ( قانون هس )

ثانياً - اكتب المعادلات الكيميائية الحرارية للتفاعلات الآتية :

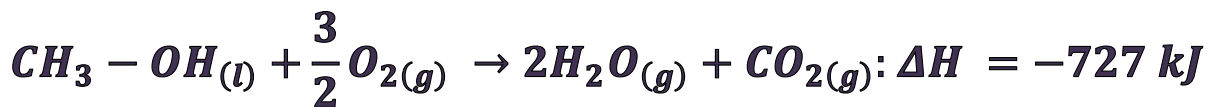
- 1) احتراق ثنائي كبريت الكربون  $CS_2$  معطياً ثنائي أكسيد الكربون وثنائي أكسيد الكبريت مع انطلاق كمية من الحرارة مقدارها  $(-1075.2 \text{ kJ})$ .

الـجـابـ:



- 2) احتراق  $1 \text{ mol}$  من الميتانول يعطي كمية من الحرارة مقدارها  $(727 \text{ kJ})$ .

الـجـابـ:



3) تفاعل النتروجين مع الأكسجين لتكوّن  $1 \text{ mol}$  من أحادي أكسيد النتروجين ( $NO$ ) يحتاج إلى  $(90.37 \text{ kJ})$ .

**الـجـابـ:**



4) تفكك  $1 \text{ mol}$  من غاز ثنائي أكسيد الكربون إلى مكوناته الأساسية يحتاج إلى  $(393.5 \text{ kJ})$ .

**الـجـابـ:**



ثالثاً - اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1) إذا كانت:  $\Delta H_f^\circ(C_2H_6)_{(g)} = -84.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

و  $\Delta H_f^\circ(C_2H_4)_{(g)} = +52.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

يكون التغير في أنتالبية التفاعل القياسية:  $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$

أ)  $\Delta H^\circ = -137 \text{ kJ}$   ب)  $\Delta H^\circ = +137 \text{ kJ}$

ج)  $\Delta H^\circ = -32.4 \text{ kJ}$  د)  $\Delta H^\circ = +32.4 \text{ kJ}$

2) إذا كانت:  $\Delta H^\circ(HF)_{(g)} = -270 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

و  $\Delta H^\circ(HCl)_{(g)} = -92 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

فإن مقدار التغير في أنتالبية التفاعل القياسية:  $2HCl(g) + F_2(g) \rightarrow 2HF(g) + Cl_2(g)$

أ)  $\Delta H_{rxn}^\circ = -356 \text{ kJ}$  ب)  $\Delta H_{rxn}^\circ = +356 \text{ kJ}$

ج)  $\Delta H_{rxn}^\circ = -362 \text{ kJ}$  د)  $\Delta H_{rxn}^\circ = -178 \text{ kJ}$

(3) إذا كانت حرارة تكوّن هاليدات الهيدروجين:

$$\Delta H_f^\circ(\text{HBr}) = -35.2 \text{ kJ.mol}^{-1} , \Delta H_f^\circ(\text{HF}) = -269 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{HI}) = +25.9 \text{ kJ.mol}^{-1} , \Delta H_f^\circ(\text{HCl}) = -92.3 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

فإن أقل هذه المركبات ثباتاً حرارياً هو:

**HI** ( ب ) **HF** ( أ )

**HCl** ( د ) **HBr** ( ج )

(4) إذا كانت حرارة تكوّن كل من الحموض:

$$\Delta H_f^\circ(\text{HCl}) = -92.5 \text{ kJ.mol}^{-1} , \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{SO}_4) = -814 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{CH}_3\text{COOH}) = -487 \text{ kJ.mol}^{-1} , \Delta H_f^\circ(\text{HNO}_3) = -173 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

فإن أكثر هذه المركبات ثباتاً حرارياً هو:

**HCl** ( ب ) **CH<sub>3</sub> - COOH** ( أ )

**HNO<sub>3</sub>** ( د )  **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** ( ج )

(5) عند تفاعل حمض قوي مع أساس قوي في المحاليل الممددة.

(أ) لا يصاحبه تغير حراري. (ب) تنقص كمية من الحرارة.

(ج) قد يمتص كمية من الحرارة وتنطلق كمية من الحرارة. (د) تنطلق كمية من الحرارة.

(6) إذا كانت حرارة تعادل حمض ضعيف وأساس قوي تساوي (  $-10.5 \text{ kJ.mol}^{-1}$  ) ،

فإن حرارة تأين الحمض الضعيف تكون :

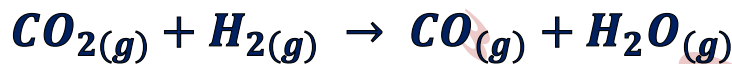
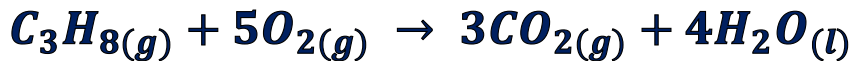
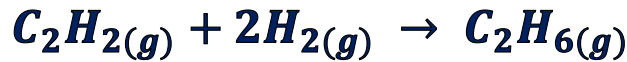
**10.5 kJ.mol<sup>-1</sup>** ( أ ) **57.7 kJ.mol<sup>-1</sup>** ( ب )

**47.2 kJ.mol<sup>-1</sup>** ( ج ) **68.2 kJ.mol<sup>-1</sup>** ( د )

رابعاً - حل المسائل الآتية :

المسألة الأولى:

احسب الأنتالبيات للتفاعلات الآتية في الدرجة ( 25 °C ) .



وذلك اعتماداً على جداول أنتالبيات التكوّن القياسية.

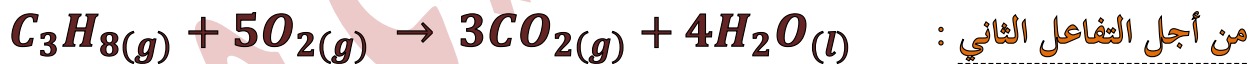
الحل:

نطلق من العلاقة :  $\Delta H_{rxn}^{\circ} = \sum n_p (\Delta H_f^{\circ})_p - \sum n_r (\Delta H_f^{\circ})_r$



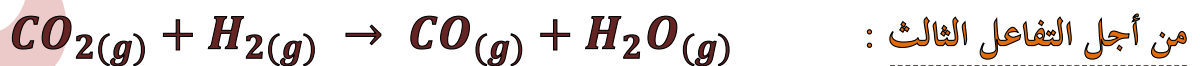
$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = [ \Delta H_f^{\circ} (C_2H_6)_{(g)} ] - [ \Delta H_f^{\circ} (C_2H_2)_{(g)} + 2\Delta H_f^{\circ} (H_2)_{(g)} ]$$

$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = [-84.67] - [(+226.7) + 2 \times (0)] = -311.37 \text{ kJ}$$



$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = [ 3\Delta H_f^{\circ} (CO_2)_{(g)} + 4\Delta H_f^{\circ} (H_2O)_{(l)} ] - [ \Delta H_f^{\circ} (C_3H_8)_{(g)} + 5\Delta H_f^{\circ} (O_2)_{(g)} ]$$

$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = [3(-393.5) + 4(-286.0)] - [1(-103.8) + 5(0)] = -2220.7 \text{ kJ}$$

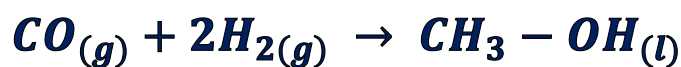


$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = [ \Delta H_f^{\circ} (CO)_{(g)} + \Delta H_f^{\circ} (H_2O)_{(g)} ] - [ \Delta H_f^{\circ} (CO_2)_{(g)} + \Delta H_f^{\circ} (H_2)_{(g)} ]$$

$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = [(-110.5) + (-241.8)] - [(-393.5) + (0)] = +41.2 \text{ kJ}$$

### المسألة الثانية:

احسب الأنتالبية القياسية للتفاعل الآتي :

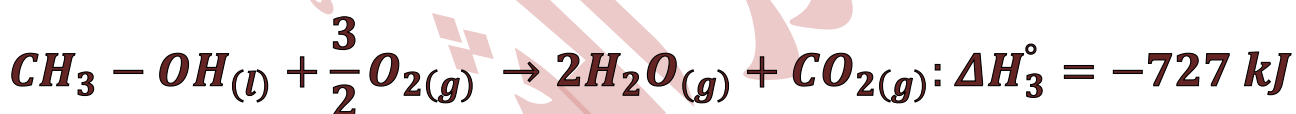


مع العلم أن حرارة احتراق كل من  $CO$  و  $H_2$  و  $CH_3 - OH$  هي على الترتيب:

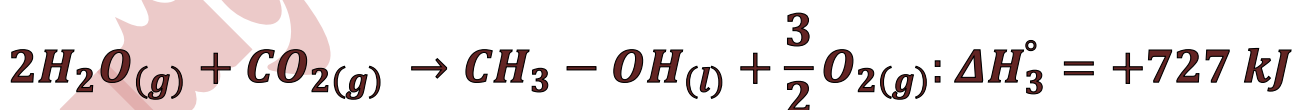
$$(-727 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}), (-286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}), (-284 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$$

### الحل:

نطلق من معادلات الاحتراق التالية :



بعكس المعادلة الثالثة وجمعها مع المعادلتين الأولى والثانية :



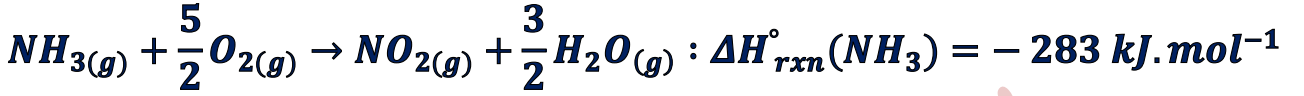
نجد أن :



$$\Delta H^\circ = (-284) + (-572) + 727 = 856 - 727 = -129 \text{ kJ}$$

### المسألة الثالثة:

احسب الأنتالبية القياسية لتكوين النشادر  $NH_3$  في التفاعل الآتي:



إذا علمت أن:

$$\Delta H^{\circ}_f(H_2O)_{(g)} = -241.8 \text{ kJ.mol}^{-1} \text{ و } \Delta H^{\circ}_f(NO_2)_{(g)} = +34 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

### الحل:

$$\Delta H^{\circ}_{rxn} = \sum n_p (\Delta H^{\circ}_f)_p - \sum n_r (\Delta H^{\circ}_f)_r \quad \text{نطلق من العلاقة :}$$

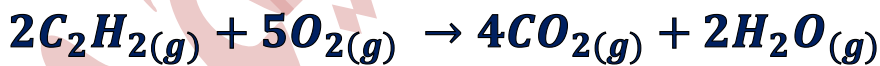
$$\Delta H^{\circ}_{rxn} = \left[ \Delta H^{\circ}_f(NO_2)_{(g)} + \frac{3}{2} \Delta H^{\circ}_f(H_2O)_{(g)} \right] - \left[ \Delta H^{\circ}_f(NH_3)_{(g)} + \frac{5}{2} \Delta H^{\circ}_f(O_2)_{(g)} \right]$$

$$-283 = \left[ (+34) + \frac{3}{2} (-241.8) \right] - \left[ \Delta H^{\circ}_f(NH_3)_{(g)} + \frac{5}{2} (0) \right]$$

$$\Delta H^{\circ}_f(NH_3)_{(g)} = -328.7 + 283 = -45.7 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

### المسألة الرابعة:

يحترق الأستيلين  $C_2H_2$  وفق التفاعل الآتي:



المطلوب:

1) احسب الأنتالبية القياسية للتفاعل اعتماداً على جداول أنتالبيات التكوّن القياسية.

2) احسب حرارة احتراق غاز الأستيلين القياسية.

3) علّل سبب استعمال الأستيلين في أعمال لحام وصهر الحديد.

### الحل:



1) حساب الأنتالبية القياسية للتفاعل اعتماداً على جداول أنتالبيات التكوّن القياسية :

$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = \sum n_p (\Delta H_f^{\circ})_p - \sum n_r (\Delta H_f^{\circ})_r \quad \text{نطلق من العلاقة :}$$

$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = [4 \Delta H_f^{\circ} (CO_2)_{(g)} + 2 \Delta H_f^{\circ} (H_2O)_{(g)}] - [2 \Delta H_f^{\circ} (C_2H_2)_{(g)} + 5 \Delta H_f^{\circ} (O_2)_{(g)}]$$

$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = [4 (-393.5) + 2 (-241.8)] - [2(+226.7) + 5 (0)]$$

$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = (-1574 - 483.6) - (+453.4)$$

$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = (-2057.6) - (+453.4) = -2511 \text{ kJ}$$

2) حساب حرارة احتراق غاز الأسيتلين القياسية :

$$\Delta H = \text{حرارة احتراق غاز الأسيتلين القياسية}$$

$$\Delta H = \frac{\Delta H_{rxn}^{\circ}}{2} = \frac{-2511}{2} = -1255.5 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

3) تعليل سبب استعمال الأسيتلين في أعمال لحام وصهر الحديد :

لأن حرارة احتراق غاز الأسيتلين القياسية كبيرة نسبياً ( بالنسبة لحرارة الاحتراق القياسية لغيرها من المركبات الأخرى ).

### المسألة الخامسة:

احسب حرارة تعديل حمض الخل مع هيدروكسيد البوتاسيوم. إذا علمت أن حرارة تأين حمض الخل

$$\text{في المحاليل المائية الممددة } 1.64 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

### الحل:

نعلم أن حرارة تعديل حمض قوي وأساس قوي مقدار ثابت وتساوي  $(-57.7 \text{ KJ.mol}^{-1})$

وبما أن حرارة التعديل المقاسة تحسب من العلاقة :

حرارة التعديل المقاسة = حرارة التعديل للحموض والأسس القوية + حرارة التأين لحمض الخل

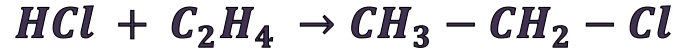
$$\Delta H = (1.64) + (-57.7) \quad \text{بالتعويض نجد أن :}$$

$$\Delta H = -56.06 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

وهي حرارة تعديل حمض الخل مع هيدروكسيد البوتاسيوم.

### المسألة السادسة:

احسب الأنتالبيات القياسية للتفاعلات الآتية:



وذلك اعتماداً على جدول معدل طاقات الروابط الكيميائية.

### الـجـابـ:



$$\text{طاقات الروابط المتفككة} = 1\Delta H_b (H - Cl) + 4 \Delta H_b (C - H) + 1(C = C)$$

$$\text{طاقات الروابط المتفككة} = 1 (432) + 4 (415) + 1(615) = 2707 \text{ kJ}$$

$$\text{طاقات الروابط المتكونة} = 5\Delta H_b (C - H) + 1 \Delta H_b (C - C) + 1 \Delta H_b (C - Cl)$$

$$\text{طاقات الروابط المتكونة} = 5 (-415) + 1 (-344) + 1(-328) = - 2747 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ = 2707 - 2747 = -40 \text{ kJ} < 0 \quad (\text{التفاعل ناشر للحرارة})$$



$$\text{طاقات الروابط المتفككة} = 1\Delta H_b (C - C) + 5 \Delta H_b (C - H) + 1(C - O) + 1(O - H)$$

$$\text{طاقات الروابط المتفككة} = 1 (344) + 5 (415) + 1(351) + 1(463)$$

$$= 3233 \text{ kJ}$$

$$\text{طاقات الروابط المتكونة} = 4\Delta H_b (C - H) + 1 \Delta H_b (C = C) + 2 \Delta H_b (O - H)$$

$$\text{طاقات الروابط المتكونة} = 4 (-415) + 1 (-615) + 2(-463) = - 3138 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ = 3233 - 3201 = +32 \text{ kJ} > 0 \quad (\text{التفاعل ماص للحرارة})$$

( يمكن أن تحل بعض المسائل السابقة بطرق أخرى نترك للطلاب المحاولة لمعرفةا )

### نهاية الدرس الثاني

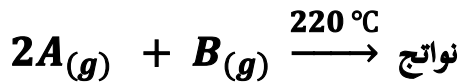
## الوحدة الثالثة: الحركة الكيميائية

أولاً - ضع إشارة صح  أو غلط  أمام العبارات الآتية، وصحح المغلوطة منها:

- (  ) طاقة التنشيط  $E_a$  تمثل الفرق بين طاقة المعقد النشط وطاقة المواد الناتجة عن التفاعل.  
 طاقة التنشيط  $E_a$  تمثل الحد الأدنى من الطاقة اللازم توافره للجزيئات المتصادمة كي يكون التصادم فعالاً.  
 (  ) تزداد سرعة التفاعل الكيميائي ذي طاقة التنشيط المرتفعة بازدياد درجة الحرارة.  
 تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بارتفاع درجة الحرارة بشكل عام مهما كانت طاقة التنشيط.  
 (  ) الحفّاز يسرّع التفاعل الكيميائي ، ويخرج في نهاية التفاعل كما دخل.  
 الحفّاز ( الوسيط ) مادة تغيّر سرعة التفاعل الكيميائي ، ويخرج في نهاية التفاعل كما دخل.

ثانياً - اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

- 1) من أجل التفاعل الأولي:  $2A(g) + B(g) \rightarrow$  نواتج  $(g)$   
 إذا ازداد تركيز المادة A مرتين وانخفض تركيز المادة B مرتين فإن سرعة هذا التفاعل:  
 (أ) تزداد مرتين   
 (ب) تزداد أربع مرات  
 (ج) تقل مرتين  
 (د) لا تتأثر
- 2) إذا تضاعف حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل الأولي:  $2A(g) \rightarrow$  نواتج  $(g)$  فإن سرعة هذا التفاعل:  
 (أ) تزداد مرتين  
 (ب) تقل مرتين  
 (ج) تقل أربع مرات   
 (د) تزداد أربع مرات
- 3) يحدث التفاعل الأولي بين جزيئات الغازين المثاليين A و B في وعاء مغلق :  
 (أ) تزداد أربع مرات  
 (ب) تقل ثمان مرات  
 (ج) تقل أربع مرات  
 (د) تزداد ثمان مرات



فإذا تضاعف الضغط على الوعاء فإن سرعة هذا التفاعل:

- (أ) تزداد أربع مرات  
 (ب) تقل ثمان مرات  
 (ج) تقل أربع مرات  
 (د) تزداد ثمان مرات

4) السرعة الوسطية للتفاعل الأولي التالي:  $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$  تعطى بالعلاقة:

$$\text{أ) } v = \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} \quad \text{ب) } v = +\frac{1}{2} \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} \quad \checkmark$$

$$\text{ج) } v = \frac{\Delta[CH_4]}{\Delta t} \quad \text{د) } v = +\frac{1}{2} \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

5) السرعة الوسطية للتفاعل الأولي التالي:  $2NO_2(g) \rightarrow NO(g) + 2O_2(g)$  تعطى بالعلاقة:

$$\text{أ) } v = +\frac{1}{2} \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} \quad \checkmark \quad \text{ب) } v = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[NO]}{\Delta t}$$

$$\text{ج) } v = \frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} \quad \text{د) } v = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

### ثالثاً - أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1) بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها.

**الجواب:** لأنه حسب نظرية التصادمات لا يحدث التفاعل الكيميائي إلا إذا تصادمت (جزيئات أو أيونات أو ذرات) المواد المتفاعلة تصادماً فعالاً، أي إذا امتلك أحد المتصادمين أو كلاهما طاقة كافية، ووضع نسبي مناسب لحدوث تفاعل بينهما.

2) تزداد سرعة التفاعل الكيميائيّ بازدياد درجة الحرارة.

**الجواب:** لأنه عند رفع درجة الحرارة يزداد عدد التصادمات بين جزيئات المواد المتفاعلة نتيجة زيادة سرعة حركتها، كما يزداد عدد الجزيئات التي لها طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط، وبالتالي يزداد عدد التصادمات الفعالة، وهذا يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل.

3) مسحوق الفحم يحترق بالهواء بسرعة أكبر من احتراق قطعة من الفحم لها الكتلة ذاتها.

**الجواب:** لأن مساحة السطح المعرض للتفاعل لمسحوق الفحم أكبر من مساحة السطح المعرض للتفاعل لقطعة من الفحم لها الكتلة ذاتها.

4) ادرس التجربة الآتية: عند إضافة قليلاً من محلول نترات الفضة إلى محلول كلور الصوديوم:

أ) ماذا تلاحظ؟ ب) سمّ النواتج. ج) هل التفاعل سريع أم بطيء؟

**الجواب:** أ) تشكل راسب أبيض اللون ب) راسب من كلور الفضة ومحلول نترات الصوديوم ج) سريع

## رابعاً - حل المسائل الآتية:

### المسألة الأولى:

في درجة حرارة معينة بلغت سرعة تفكك ( $NO_2$ )  $1.4 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}.s^{-1}$  وفقاً للمعادلة الآتية :



عند تركيز  $[NO_2] = 0.5 \text{ mol.l}^{-1}$  ، فإذا علمت أنّ هذا التفاعل أولي ، المطلوب:

- 1) اكتب قانون سرعة التفاعل.
- 2) احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل.
- 3) احسب قيمة سرعة التفكك عندما يصبح  $[NO_2] = 0.25 \text{ mol.l}^{-1}$  ، وكذلك عندما يصبح  $[NO_2] = 1.25 \text{ mol.l}^{-1}$  ( افترض أنّ درجة الحرارة بقيت ثابتة خلال التفكك. ماذا تستنتج ؟ )

### الحل:

1) كتابة قانون سرعة التفاعل: (1) .....  $v = k [NO_2]^2$

2) حساب قيمة ثابت سرعة التفاعل:

من العلاقة (1) نجد أن: (2) .....  $k = \frac{v}{[NO_2]^2}$

نعوض في العلاقة (2) نجد أن:  $k = \frac{1.4 \times 10^{-3}}{(0.5)^2} = 5.6 \times 10^{-3} \text{ mol}^{-1}.l.s^{-1}$

3) حساب قيمة سرعة التفكك مع بقاء درجة الحرارة ثابتة أثناء التفكك في كلا الحالتين:

(A) عندما يصبح  $[NO_2] = 0.25 \text{ mol.l}^{-1}$  :



التركيز الابتدائية	0.5	0	0
التغير في التركيز نتيجة التفاعل	-2x	+2x	+x
التركيز عند لحظة t	0.5 - 2x = 0.25	2x	x

السرعة في اللحظة t : (3) .....  $v' = k[0.5 - 2x]^2$

من العمود الأول :  $0.5 - 2x = 0.25 \Rightarrow 2x = 0.5 - 0.25 = 0.25 \text{ mol.l}^{-1}$

نعوض في العلاقة (3) نجد أن:

$$v' = 5.6 \times 10^{-3} \times (0.5 - 0.25)^2 = 3.5 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

(B) عندما يصبح  $[NO_2] = 1.25 \text{ mol.l}^{-1}$  :

	$2NO_{2(g)}$	$\rightarrow$	$2NO_{(g)}$	$+ O_{2(g)}$
التركيز الابتدائية	0.5		0	0
التغير في التركيز نتيجة التفاعل	-2x		+2x	+x
التركيز عند لحظة t	$0.5 - 2x = 0.125$		2x	x

$$v'' = k[0.5 - 2x]^2 \dots\dots\dots (4) \quad \text{السرعة في اللحظة } t :$$

من العمود الأول:

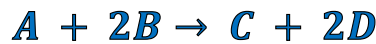
$$0.5 - 2x = 0.25 \Rightarrow 2x = 0.5 - 0.125 = 0.375 \text{ mol.l}^{-1}$$

نعوض في العلاقة (4) نجد أن:

$$v' = 5.6 \times 10^{-3} \times (0.5 - 0.375)^2 = \frac{7}{8} \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

المسألة الثانية:

نمزج (500) ml من محلول مادة A  $(0.2) \text{ mol.l}^{-1}$  مع (500) ml من محلول مادة B تركيزه  $(0.2) \text{ mol.l}^{-1}$  فيحدث التفاعل الآتي وفق مرحلة واحدة في درجة حرارة مناسبة:



(1) احسب قيمة السرعة عند بدء التفاعل إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل  $(5 \times 10^{-2})$ .

(2) احسب تركيز المادة C وسرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه  $[D] = 0.04 \text{ mol.l}^{-1}$ .

**الـجـابـة:**

1) حساب قيمة السرعة عند بدء التفاعل مع العلم أن ثابت سرعة التفاعل  $(5 \times 10^{-2})$  :

- كتابة قانون السرعة :

$$v_0 = k [A][B]^2 \dots\dots\dots(1)$$

- حساب التراكيز الابتدائية :

نعلم أن: عدد المولات بعد المزج = عدد المولات قبل المزج

$$n_A = n'_A \Rightarrow [A]_1 \times V_1 = [A] \times V \quad \text{أي أن:}$$

$$V = V_1 + V_2 = 500 + 500 = 1000 \text{ ml} = 1 \text{ l} \quad \text{ولكن:}$$

$$[A] = \frac{[A]_1 \times V_1}{V} = \frac{0.2 \times 500}{1000} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{وبالتالي:}$$

$$n_B = n'_B \Rightarrow [B]_1 \times V_1 = [B] \times V \quad \text{وكذلك:}$$

$$[B] = \frac{[B]_1 \times V_1}{V} = \frac{0.2 \times 500}{1000} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{أيضاً:}$$

نعوض في العلاقة (1) نجد أن:

$$v_0 = 5 \times 10^{-2} \times 0.1 \times (0.1)^2 = 5 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

2) حساب تركيز المادة C وسرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه  $[D] = 0.04 \text{ mol.l}^{-1}$  :

- حساب تركيز المادة C :

	<u>A</u>	+	<u>2B</u>	→	<u>C</u>	+	<u>2D</u>
التراكيز الابتدائية	0.1		0.1		0		0
التغير في التراكيز نتيجة التفاعل	-x		-2x		+x		+2x
التراكيز عند لحظة t	0.1 - x		0.1 - 2x		x		2x = 0.04

من العمود الرابع :  $2x = 0.04 \Rightarrow x = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$

ولكن من العمود الثالث :  $[C] = x \Rightarrow [C] = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$

- حساب سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه  $[D] = 0.04 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  :

$$v = k [0.1 - x][0.1 - 2x]^2 \dots\dots\dots (2) \quad \text{: السرعة في اللحظة } t$$

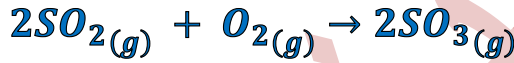
نعوض في العلاقة (2) نجد أن:

$$v = 5 \times 10^{-2} \times (0.1 - 0.02)(0.1 - 0.04)^2$$

$$v = 1.44 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

### المسألة الثالثة:

يتفاعل ثنائي أكسيد الكبريت والأوكسجين في درجة حرارة وضغط مُعيَّنين وفق التفاعل الأولي الآتي:



كيف تتغيّر سرعة التفاعل إذا ضُغط المزيج بحيث يُصبح حجمه ثلث ما كان عليه ، مع ثبات درجة الحرارة ؟.

### الـجـابـ:

أولاً نكتب علاقة سرعة التفاعل قبل تغيّر ضغط المزيج:

$$v = k [SO_2]^2 [O_2] \dots\dots\dots (1)$$

ثانياً نكتب علاقة سرعة التفاعل بعد تغيّر ضغط المزيج:

$$v' = k [SO_2]'^2 [O_2]' \dots\dots\dots (2)$$

بما أن تركيز أي مادة يتناسب عكساً مع الحجم فإن:

$$[SO_2]' = 3[SO_2] \text{ و } [O_2]' = 3[O_2]$$

بالتعويض في العلاقة (2):

$$v' = k(3 [SO_2])^2(3[O_2])^2 = 27(k[SO_2]^2[O_2]) = 27 v$$

وبالتالي نجد أن: سرعة التفاعل تزداد (27) ضعفاً.



### المسألة الرابعة:

يجري التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الكيميائية الآتية :  $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow 2C_{(g)}$  عند درجة حرارة ثابتة ، فإذا علمت أنه من أجل التراكيز الابتدائية :

$$[B] = 0.6 \text{ mol.l}^{-1} \text{ \& } [A] = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

بلغت سرعة التفاعل  $1.44 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$  ، المطلوب:

- 1) اكتب قانون سرعة التفاعل.
- 2) احسب قيمة سرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه  $[A]$  بمقدار  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$ .
- 3) احسب قيمة سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه  $[C] = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$ .
- 4) احسب تركيز كل من  $A$  و  $B$  و  $C$  عند توقف التفاعل.

### الحل:

1) كتابة قانون سرعة التفاعل : (1)  $v = k [A][B]^2$  .....

2) حساب قيمة سرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه  $[A]$  بمقدار  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  :

	$A_{(g)}$	+	$2B_{(g)}$	$\rightarrow$	$2C_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.4		0.6		0
التغير في التراكيز نتيجة التفاعل	-x		-2x		+2x
التراكيز عند لحظة t	0.4 - x		0.6 - 2x		2x

السرعة في اللحظة t : (2)  $v' = k [0.4 - x][0.6 - 2x]^2$  .....

- حساب ثابت السرعة k :

نعوض كلاً من التراكيز الابتدائية والسرعة الابتدائية في العلاقة (1) :

$$1.44 \times 10^{-3} = k (0.4) (0.6)^2$$

$$k = \frac{144 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-1} \times 36 \times 10^{-2}} = 10^{-2} \text{ mol}^{-1} . \text{l} . \text{s}^{-1}$$

- حساب قيمة سرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه  $[A]$  بمقدار  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  :

نقصان تركيز المادة A  $(0.1 \text{ mol.l}^{-1})$  فرضاً  $\Leftrightarrow x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  نعوض في (2)

$$v' = 10^{-2} [0.4 - 0.1][0.6 - 2 \times 0.1]^2$$

$$v' = 10^{-2} [3 \times 10^{-1}][4 \times 10^{-1}]^2 = 4.8 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

(3) حساب قيمة سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه  $[C] = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$  :

$$x = 0.2 \text{ mol.l}^{-1} \Leftrightarrow 2x = 0.4 \text{ mol.l}^{-1} \Leftrightarrow [C]_{\text{(نهائي)}} = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v'' = 10^{-2} [0.2][0.2]^2 = 0.8 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1} \quad \text{نعوض في (2) :}$$

(4) حساب تركيز كل من A و B و C عند توقف التفاعل :

عند توقف التفاعل يكون  $v = 0$  نعوض في (2) ، فنجد:

$$10^{-2} [0.4 - x][0.6 - 2x]^2 = 0$$

$$0.4 - x = 0 \Rightarrow x = 0.4 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{إما :}$$

ومنه:

$$[B] = 0.6 - 0.8 = -0.2 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{(هذا الاحتمال مرفوض لأن التركيز لا يكون سالباً)}$$

أو:

$$0.6 - 2x = 0 \Rightarrow x = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$$

ومنه :

التركيز بـ  $(\text{mol.l}^{-1})$  عند توقف التفاعل :  $[A] = 0.1$  ،  $[B] = 0$  ،  $[C] = 0.6$

### المسألة الخامسة:

يحدث التفاعل الأولي بين  $A$  و  $B$  وفق المعادلة :  $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow 2C_{(g)}$

فإذا كانت التراكيز الابتدائية:  $[A] = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$  ،  $[B] = 0.5 \text{ mol.l}^{-1}$

وثابت سرعة هذا التفاعل (0.4) ، المطلوب:

(1) احسب سرعة التفاعل الابتدائية.

(2) احسب سرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه تركيز  $A$  بمقدار :  $(0.1) \text{ mol.l}^{-1}$ .

### الحل:

(1) حساب سرعة التفاعل الابتدائية : (1)  $v_0 = k [A][B]^2$  .....

نعوض في العلاقة (1) نجد أن:

$$v_0 = 0.4 \times 0.3 \times (0.5)^2 = 0.03 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

(2) حساب سرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه تركيز  $A$  بمقدار :  $(0.1) \text{ mol.l}^{-1}$  :

	$A_{(g)}$	+	$2B_{(g)}$	$\rightarrow$	$2C_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.3		0.5		0
التغير في التراكيز نتيجة التفاعل	-x		-2x		+2x
التراكيز عند لحظة t	0.3 - x		0.5 - 2x		2x

السرعة في اللحظة t : (2)  $v = k [0.3 - x][0.5 - 2x]^2$  .....

نقصان تركيز المادة  $A$  ( $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$ ) فرضاً  $\Leftrightarrow x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  نعوض في (2)

$$v = 0.4 \times [0.3 - 0.1][0.5 - 2 \times 0.1]^2$$

$$v = 0.4 \times [2 \times 10^{-1}][3 \times 10^{-1}]^2 = 72 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

### نهاية الدرس الثالث

## الوحدة الرابعة: التوازن الكيميائي

أولاً - اختر الإجابة الصحيحة لكل من العبارات الآتية:

1- إذا كان ثابت التوازن الكيميائي للتفاعل :  $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$  في درجة حرارة معينة  $\frac{1}{64}$  وأصبحت قيمته عند زيادة درجة الحرارة  $\frac{1}{36}$  فإن التوازن السابق:

أ- ينزاح في الاتجاه المباشر

ب- ينزاح في الاتجاه العكسي

ج- لا ينزاح أبداً

د- في الاتجاهين معاً

2- في تفاعل التوازن التالي :  $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$  عند زيادة الضغط ينزاح التوازن بالاتجاه :

أ- العكسي للتفاعل

ب- المباشر للتفاعل

ج- لا ينزاح التفاعل

د- في الاتجاهين معاً

3- تبين التجربة أن ثابت التوازن الكيميائي :

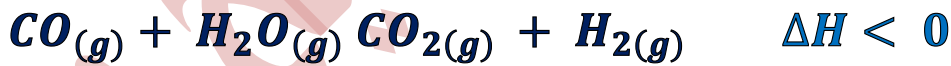
أ- يتعلق بتغير تراكيز المواد المتفاعلة

ب- لا يتعلق بطبيعة المواد المتفاعلة

ج- يتغير بتغير درجة الحرارة

د- يتعلق بسرعة التفاعل

ثانياً - عندما يُمزج بخار الماء مع أول أكسيد الكربون في الدرجة (120°C) يحصل التوازن:



أجب بكلمة (صح) أو (غلط) لكل من العبارات الآتية:

أ. عند زيادة درجة الحرارة فإن التفاعل ينزاح في الاتجاه العكسي. (صح)

ب. عند زيادة كمية (CO) فإن التفاعل ينزاح في الاتجاه المباشر. (صح)

ج. إذا ازداد الضغط فإن التفاعل ينزاح في الاتجاه المباشر. (غلط)

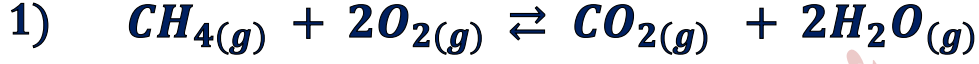
د. إذا أُضيف الهيدروجين فإن التفاعل ينزاح في الاتجاه العكسي. (صح)

هـ. إذا امتص (CO<sub>2</sub>) بوساطة محلول قلوي فإن التفاعل ينزاح في الاتجاه العكسي. (غلط)

و. إذا أُضيف (حَقَّاز) إلى الجملة فإن التفاعل ينزاح في الاتجاه العكسي. (غلط)

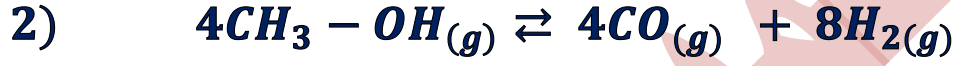
ثالثاً - أجب عن الأسئلة الآتية:

1) اكتب قانون ثابت التوازن ( $K_C$ ) و ( $K_P$ ) لكل من التفاعلات الآتية:



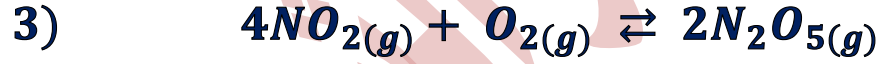
الجواب:

$$K_C = \frac{[CO_2][H_2O]^2}{[CH_4][O_2]^2}, \quad K_P = \frac{P_{(CO_2)} \times P_{(H_2O)}^2}{P_{(CH_4)} \times P_{(O_2)}^2}$$



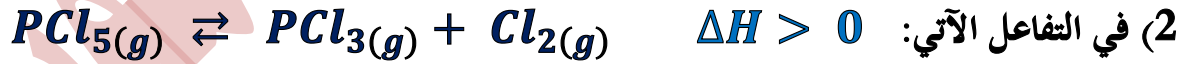
الجواب:

$$K_C = \frac{[CO]^4[H_2]^8}{[CH_3 - OH]^4}, \quad K_P = \frac{P_{(CO)}^4 \times P_{(H_2)}^8}{P_{(CH_3 - OH)}^4}$$



الجواب:

$$K_C = \frac{[N_2O_5]^2}{[NO_2]^4[O_2]}, \quad K_P = \frac{P_{(N_2O_5)}^2}{P_{(NO_2)}^4 \times P_{(O_2)}}$$



أ. زيادة درجة الحرارة فقط.

ب. إضافة كمية من ( $Cl_2$ ) فقط.

ج. زيادة الضغط فقط.

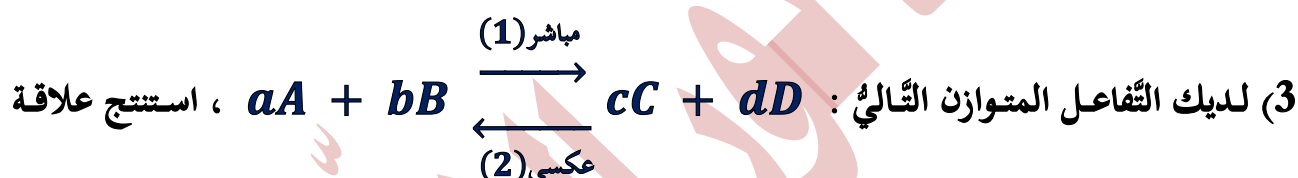
د. سحب ( $PCl_3$ ) باستمرار.

هـ. إضافة مادة مساعدة (حفّاز).

علي: حالة التوازن - قيمة ثابت التوازن.

**الجواب:**

قيمة ثابت التوازن	حالة التوازن	العوامل المؤثرة
تزداد قيمته.	ينزاح التوازن في الاتجاه المباشر (1) الماص للحرارة.	زيادة درجة الحرارة فقط.
لا تتأثر.	ينزاح في الاتجاه العكسي (2).	إضافة كمية من $(Cl_2)$ فقط.
لا تتأثر.	ينزاح في الاتجاه العكسي باتجاه عدد المولات الأقل.	زيادة الضغط فقط.
لا تتأثر.	ينزاح في الاتجاه المباشر.	سحب $(PCl_3)$ باستمرار.
لا تتأثر.	لا تتأثر ( لكن يقل زمن الوصول إليها ).	إضافة مادة مساعدة (حفّاز).



ثابت التوازن الكيميائي لهذا التفاعل ، وما دلالة الثابت عندما تكون قيمته كبيرة ؟ علّل إجابتك .

**الجواب:**

● استنتاج علاقة الثابت :

- بفرض أنّ التفاعل المباشر والعكسيّ كلاً منهما يجري وفق مرحلة واحدة ، لذلك لنكتب

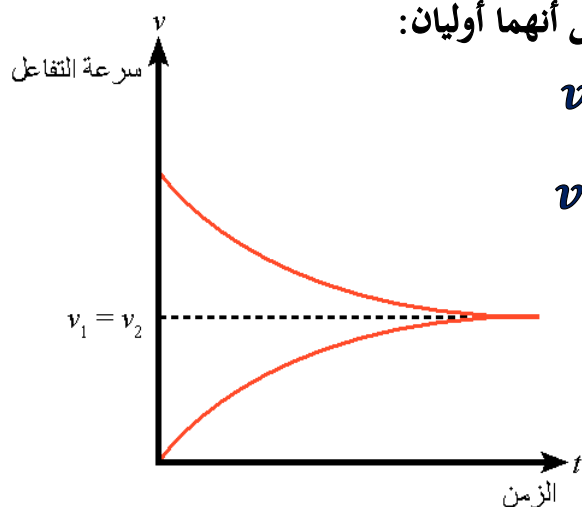
علاقتي سرعتي التفاعل المباشر (1) والعكسي (2) بفرض أنهما أوليان:

$$v_1 = k_1 [A]^a [B]^b \quad (1) \text{ : سرعة التفاعل المباشر}$$

$$v_2 = k_2 [C]^c [D]^d \quad (2) \text{ : سرعة التفاعل العكسي}$$

وعند الوصول إلى حالة التوازن:  $v_1 = v_2$

$$k_1 [A]^a [B]^b = k_2 [C]^c [D]^d$$



وبترتيب هذه العلاقة نحصل على ثابت التوازن الكيميائي:

$$K_C = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

حيث إن:  $\frac{k_1}{k_2}$  نسبة مقدارين ثابتين يمكن التعويض عنها بمقدار ثابت  $K_C$  هو ثابت التوازن:

$$K_C = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

• التعليل:

إذا كانت قيمته كبيرة ( $K_C \gg 1$ ) فالفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر، أي إن معظم المواد المتفاعلة تحولت إلى مواد ناتجة عند التوازن. ويمكن اعتباره تماماً في الاتجاه المباشر من أجل قيمة كبيرة للثابت ( $K_C > 10^3$ )

4) لديك التفاعل المتوازن الآتي:  $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$

(أ) كيف يتم استهلاك كامل الهيدروجين.

(ب) كيف يتم جعل التفاعل العكوس السابق تاماً؟

الجواب:

(أ) : عند إضافة مزيد من  $CO_2$  باستمرار.

(ب) : بسحب أو إضافة إحدى المواد الأربع باستمرار.

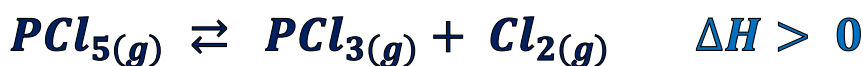
رابعاً - حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

وضع  $mol$  (4) من  $(PCl_5)$  في وعاء سعته  $l$  (2) وسُخِّن إلى درجة حرارة معينة، وعند

التوازن بقي في الوعاء  $mol$  (3.6) من  $(PCl_5)$ ، المطلوب:

احسب ثابت التوازن ( $K_C$ ) للفاعل المتوازن الآتي:



## الـجـواب:

$$[PCl_5]_{(الإبتدائي)} = \frac{n_{(PCl_5)}}{V_{(PCl_5)}} = \frac{4}{2} = 2 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{التركيز الإبتدائي:}$$

	$PCl_5(g)$	$\rightleftharpoons$	$PCl_3(g)$	+	$Cl_2(g)$
التركيز الإبتدائية ( $mol.l^{-1}$ )	2		0		0
التغير في التركيز نتيجة التفاعل	-x		+x		+x
التركيز عند التوازن	$2 - x = 1.8$		x		x

التركيز عند التوازن:

$$[PCl_5]_{(العوازن)} = \frac{n'_{(PCl_5)}}{V_{(PCl_5)}} = \frac{3.6}{2} = 1.8 \text{ mol.l}^{-1}$$

من العمود الأول في جدول التركيز:

$$2 - x = 1.8 \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[Cl_2]_{(العوازن)} = [PCl_3]_{(العوازن)} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$K_C = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{x^2}{2 - x} = \frac{(0.2)^2}{1.8} = \frac{1}{45} = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$$

## المسألة الثانية:

يحدث التفاعل الآتي في درجة حرارة معينة:  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$

إذا علمت أن نسبة التركيزين الإبتدائيين:  $\frac{[A]_0}{[B]_0} = \frac{1}{3}$  وعند التوازن كان:  $[C]_{(العوازن)} = \frac{1}{6} [B]_0$

أ) احسب ثابت التوازن ( $K_C$ ).

ب) احسب النسبة المئوية المتفاعلة من المادة ( $A$ ).

## الـجـواب:



أ) حساب ثابت التوازن ( $K_C$ ):

	$\frac{A(g)}{[A]_0}$	+	$\frac{B(g)}{[B]_0}$	$\rightleftharpoons$	$\frac{C(g)}{0}$	+	$\frac{D(g)}{0}$
التركيز الابتدائية ( $mol.l^{-1}$ )	$[A]_0 = \frac{1}{3}[B]_0$		$[B]_0$		0		0
التغير في التركيز نتيجة التفاعل	-x		-x		+x		+x
التركيز عند التوازن	$[A]_0 - x$		$[B]_0 - x$		x		x
التركيز عند التوازن	$\frac{[B]_0}{6}$		$\frac{5[B]_0}{6}$		$\frac{[B]_0}{6}$		$\frac{[B]_0}{6}$

$$K_C = \frac{[C][D]}{[A][B]} = \frac{x^2}{(A_0 - x)(B_0 - x)} = \frac{\left(\frac{[B]_0}{6}\right)^2}{\frac{[B]_0}{6} \times \frac{5[B]_0}{6}} = \frac{1}{5} = 0.2$$

ب) حساب النسبة المئوية المتفاعلة من المادة (A):

كل  $\frac{1}{3}[B]_0 mol.l^{-1}$  من المادة (A) يتفاعل منها  $\frac{1}{6}[B]_0 mol.l^{-1}$   
 كل  $100 mol.l^{-1}$  من المادة (A) يتفاعل منها  $Y mol.l^{-1}$

$$Y = \frac{100 \times \frac{1}{6}[B]_0}{\frac{1}{3}[B]_0} = \frac{100}{2} = 50 mol.l^{-1}$$

النسبة المئوية: 50 %

المسألة الثالثة:

عند بلوغ التوازن في التفاعل الآتي:  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

كانت التركيزات:

$$[NH_3] = 4 mol.l^{-1}, [H_2] = 9 mol.l^{-1}, [N_2] = 3 mol.l^{-1}$$

1) احسب التركيزات الابتدائية لكل من النتروجين والهيدروجين.

2) احسب ثابت توازن هذا التفاعل ( $K_C$ ).

3) اقترح أربع طرائق تؤدي إلى زيادة كمية النشادر الناتجة.

4) كيف نجعل التفاعل تام باتجاه تشكل النشادر؟

## الـلـ:

1) احسب التراكيز الابتدائية لكل من النتروجين والهيدروجين:

نعتبر التراكيز الابتدائية:

$$C_2 = [H_2]_{(الابتدائي)} \quad \text{و} \quad C_1 = [N_2]_{(الابتدائي)}$$

وتركيز النشادر عند التوازن:  $[NH_3]_{(التوازن)} = 2x$

	$N_2(g)$	+	$3H_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2NH_3(g)$
التراكيز الابتدائية ( $mol.l^{-1}$ )	$C_1$		$C_2$		0
التغير في التراكيز نتيجة التفاعل	$-x$		$-3x$		$+2x$
التراكيز عند التوازن	$C_1 - x = 3$		$C_2 - 3x = 9$		$2x = 4$
التراكيز عند التوازن	3		9		4

من العمود الثالث في جدول التراكيز:

$$2x = 4 \Rightarrow x = 2 \text{ mol.l}^{-1}$$

من العمود الأول في جدول التراكيز:

$$C_1 - x = 3 \Rightarrow C_1 = 3 + x$$

$$\Rightarrow C_1 = [N_2]_{(الابتدائي)} = 5 \text{ mol.l}^{-1}$$

من العمود الثاني في جدول التراكيز:

$$C_2 - 3x = 9 \Rightarrow C_2 = 9 + 3x$$

$$\Rightarrow C_2 = [H_2]_{(الابتدائي)} = 15 \text{ mol.l}^{-1}$$

2) احسب ثابت توازن هذا التفاعل ( $K_C$ ):

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(4)^2}{(9)^3 \times 3} = \frac{16}{729 \times 3} = \frac{16}{2187}$$

$$K_C = 7.3 \times 10^{-3} \text{ mol}^{-2} \cdot \text{l}^2$$

3) اقترح أربع طرائق تؤدي إلى زيادة كمية النشادر الناتجة.

- زيادة تركيز  $N_2$ .
- زيادة تركيز  $H_2$ .
- سحب  $NH_3$  من وعاء التفاعل.
- زيادة الضغط.

4) كيف نجعل التفاعل تام باتجاه تشكل النشادر؟

- زيادة تركيز  $N_2$  باستمرار.
- زيادة تركيز  $H_2$  باستمرار.
- سحب  $NH_3$  من وعاء التفاعل باستمرار.
- زيادة الضغط باستمرار.

### المسألة الرابعة:

لدينا التفاعل الآتي:



باعتبار التراكيز الابتدائية للمواد:

$$[A] = 1.5 \text{ mol.l}^{-1}, [B] = 2 \text{ mol.l}^{-1}, [C] = [D] = 0 \text{ mol.l}^{-1}$$

وقد بلغ تركيز  $[C]$  عند التوازن ( $0.6 \text{ mol.l}^{-1}$ ). احسب ثابت التوازن ( $K_C$ ).

### الـجـل:

	$\frac{2A_{(g)}}{1.5}$	$+ \frac{B_{(g)}}{2}$	$\rightleftharpoons \frac{2C_{(g)}}{0}$	$+ \frac{D_{(g)}}{0}$
التركيز الابتدائية ( $mol. l^{-1}$ )	1.5	2	0	0
التغير في التركيز نتيجة التفاعل	$-2x$	$-x$	$+2x$	$+x$
التركيز عند التوازن	$1.5 - 2x$	$2 - x$	$2x = 0.6$	$x$

$$K_c = \frac{[C]^2[D]}{[A]^2[B]} = \frac{(2x)^2 \cdot x}{(1.5 - 2x)^2(2 - x)}$$

$$K_c = \frac{4x^3}{(1.5 - 2x)^2(2 - x)} \dots\dots (1)$$

من العمود الثالث في جدول التراكيز:

$$2x = 0.6 \Rightarrow x = \frac{0.6}{2} = 0.3 \text{ mol. l}^{-1}$$

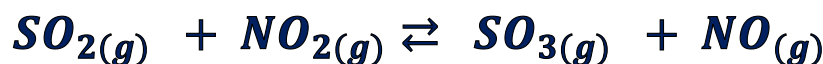
نعوض في العلاقة (1):

$$K_c = \frac{4 \times (0.3)^3}{(1.5 - 2 \times 0.3)^2(2 - 0.3)} = \frac{4 \times 27 \times 10^{-3}}{81 \times 10^{-2} \times 17 \times 10^{-1}}$$

$$K_c = \frac{4}{51} = 0.078$$

المسألة الخامسة:

مزج ( $2 \text{ mol}$ ) من ( $SO_2$ ) مع ( $2 \text{ mol}$ ) من ( $NO_2$ ) في وعاء حجمه  $l$  (4) وسخن إلى درجة الحرارة ( $250^\circ C$ ). احسب تراكيز الغازات عند التوازن في التفاعل الآتي:



علماً أن:  $K_c = 0.25$

الـجـواب:

$$C_1 = C_2 = \frac{n}{V} = \frac{2}{4} = 0.5 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{التراكيز الابتدائية:}$$

$$[SO_2]_{(إبتدائي)} = [NO_2]_{(إبتدائي)} = 0.5 \text{ mol.l}^{-1}$$

	$SO_2(g)$	$+ NO_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$SO_3(g)$	$+ NO(g)$
التراكيز الابتدائية ( $mol.l^{-1}$ )	0.5	0.5		0	0
التغير في التراكيز نتيجة التفاعل	$-x$	$-x$		$+x$	$+x$
التراكيز عند التوازن	$0.5 - x$	$0.5 - x$		$x$	$x$

$$K_c = \frac{[SO_3][NO]}{[SO_2][NO_2]} = \frac{x^2}{(0.5 - x)(0.5 - x)} = \frac{x^2}{(0.5 - x)^2}$$

بتعويض قيمة ثابت التوازن:  $K_c = 0.25 = \frac{1}{4}$  بالعلاقة السابقة نجد أن:  $\frac{1}{4} = \frac{x^2}{(0.5-x)^2}$

بجذر الطرفين نجد أن:  $\frac{1}{2} = \frac{x}{(0.5-x)}$

وبالتالي:  $2x = 0.5 - x \Rightarrow 3x = 0.5 \Rightarrow x = \frac{0.5}{3} = \frac{1}{6} \text{ mol.l}^{-1}$

فتكون التراكيز عند التوازن:  $[SO_3]_{(التوازن)} = [NO]_{(التوازن)} = x = \frac{1}{6} \text{ mol.l}^{-1}$

$$[SO_2]_{(التوازن)} = [NO_2]_{(التوازن)} = 0.5 - x = \frac{1}{2} - x = \frac{1}{2} - \frac{1}{6} = \frac{3-1}{6}$$

$$[SO_2]_{(التوازن)} = [NO_2]_{(التوازن)} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \text{ mol.l}^{-1}$$

## نهاية الوحدة الرابعة

## الوحدة الخامسة: الكيمياء التحليلية

### الدّرس الأوّل: الحموض والأسس

أولاً - ضع إشارة صح (✓) أو غلط (✗) أمام العبارات الآتية ، وصحّح المغلوطة منها:

(✗) تقاس قوّة الأساس حسب نظرية برونشتد لوري بسهولة منح بروتون أو أكثر.

التصحيح: تقاس قوّة الأساس حسب نظرية برونشتد لوري بسهولة استقبال بروتون أو أكثر.

(✗) الأساس المرافق لحمض قوي هو أساس قوي.

التصحيح: الأساس المرافق لحمض قوي هو أساس ضعيف.

(✓) حمض النمل  $HCOOH$  ( $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$ ) ، أقوى نسبياً من حمض سيانيد الهيدروجين

$HCN$  ( $K_a = 6.2 \times 10^{-10}$ )

ثانياً - اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) المركّب المذبذب الذي يمكن أن يؤدي دور الحمض والأساس في آن واحد هو:

أ)  $NH_3$  (ب)  $H_2O$  (✓) ج)  $HCN$  د)  $BCl_3$

2) المحلول المائيّ الذي له أكبر قيمة  $pH$  من بين المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو محلول:

أ)  $NaOH$  (✓) ب)  $NH_4OH$  ج)  $HCl$  د)  $CH_3COOH$

3) كلّ ما يأتي ينطبق على المحلول الأساسي (القلويّ) ما عدا:

أ)  $[H_3O^+] < [OH^-]$  ب)  $pH > 7$

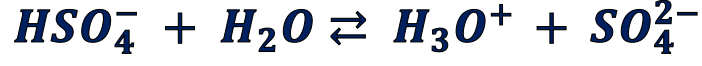
ج)  $[OH^-] < 10^{-7} \text{ mol.l}^{-1}$  (✓) د)  $[H_3O^+] < 10^{-7} \text{ mol.l}^{-1}$

4) عند تمديد محلول حمض الآزوت ذي التركيز  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  مئة مرّة تصبح قيمة  $pH$  المحلول:

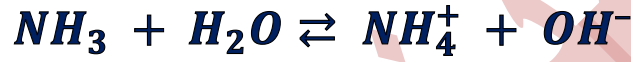
أ) 1 ب) 2 ج) 3 (✓) د) 4

ثالثاً - أجب عن السؤالين الآتيين:

أ) حدّد الأزواج المترافقة في التفاعلين الآتيين حسب نظرية برونشتد- لوري:



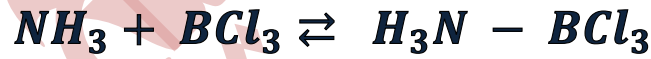
الجواب:



الجواب:

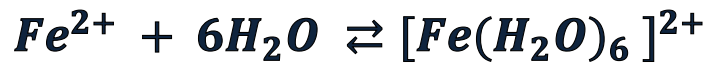


ب) حدّد كلّاً من حمض لويس وأساس لويس في التفاعلين الآتيين:



الجواب:

$BCl_3$  هو حمض لويس و  $NH_3$  هو أساس لويس.



الجواب:

$Fe^{2+}$  هو حمض لويس و  $H_2O$  هو أساس لويس.

رابعاً - حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

احسب قيمة ثابت تأين حمض الخل  $K_a$  ، إذا علمت أن تركيزه الابتدائي:  $C_a = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  وأن درجة تأينه تساوي % 1.34 .

الحل: يتم الحل وفق الطريقتين الآتيتين:

طريقة أولى: يُحسب ثابت تأين حمض الخل  $K_a$  انطلاقاً من العلاقة:  $K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} \dots (*)$

وبالاستفادة من تعريف درجة التأين:  $a = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$  ومنه نجد أن:  $[H_3O^+] = a \cdot C_a$

وبتعويض العلاقة الأخيرة في العلاقة (\*) يكون:  $K_a = a^2 \cdot C_a$

$$K_a = (1.34 \times 10^{-2})^2 \times 0.1 = 1.8 \times 10^{-5}$$

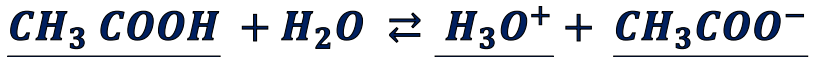
طريقة ثانية: لما كانت درجة التأين % 1.34  $a = 1.34\%$  فهذا يعني أن:

كل  $100 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  من الحمض يتأين منها  $1.34 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$

كل  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  من الحمض يتأين منها  $x \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$

$$x = \frac{0.1 \times 1.34}{100} = 0.00134 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

وبالاستفادة من معادلة تأين حمض الخل:



التراكيز الابتدائية

$$0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

0

0

تراكيز التوازن

$$0.1 - x$$

x

x

ومن تعريف ثابت التأين يكون:

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{x^2}{0.1 - x} \approx \frac{x^2}{0.1} \approx \frac{(0.00134)^2}{0.1}$$

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



### المسألة الثانية:

أذيب (  $4.0 \text{ g}$  ) من هيدروكسيد الصوديوم الصلب النقي بقليل من الماء المقطر ثم أكمل حجم المحلول إلى لتر واحد تماماً . وبفرض أنّ هيدروكسيد الصوديوم يتأين بنسبة (  $100\%$  ) ، المطلوب: حساب  $pH$  المحلول.

### الحل:

لحساب  $pH$  المحلول لابدّ أولاً من حساب التركيز المولاري:

( عدد مولات المادة المذابة في لتر من المحلول ) لمحلول هيدروكسيد الصوديوم (  $n$  ) الذي يساوي كتلة المادة المذابة (  $m$  ) مقسومة على الكتلة المولية (  $M$  ) لهذه المادة فيكون:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4.0}{40} = 0.1 \text{ mol}$$

$$M_{(NaOH)} = 40 \text{ g.mol}^{-1} \quad \text{حيث أن:}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{1} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{ولكن:}$$

وبكتابة معادلة التأيّن التام لهيدروكسيد الصوديوم:



$$[OH^-] = [NaOH] = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{نجد أنّ:}$$

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} \quad \text{وبما أنّ:}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{0.1} = 10^{-13} \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{يكون:}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-13} = 13 \quad \text{وعليه فإنّ:}$$

### المسألة الثالثة:

بفرض أن ثابت تأين حمض النمل  $HCOOH$  يساوي  $(K_a = 2.0 \times 10^{-4})$  ، وأن التركيز الابتدائي لهذا الحمض يساوي  $C_a = 0.5 \text{ mol.l}^{-1}$  ، المطلوب:

أ) كتابة معادلة التأيّن.

ب) حساب  $pH$  المحلول.

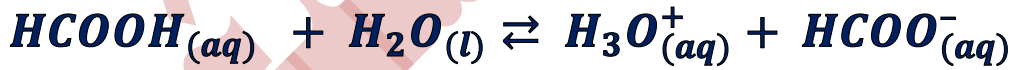
ج) حساب قيمة درجة التأيّن  $(\alpha)$ .

د) ما التغيّر الذي يجب أن يطرأ على تركيز أيونات  $[H_3O^+]$  في المحلول كي تزداد قيمة الـ  $pH$  بمقدار ( 1 ) وضح ذلك بالحساب؟

### الـجـوب:

أ) كتابة معادلة التأيّن.

يتأين حمض النمل الضعيف وفق المعادلة الآتية:



ب) حساب  $pH$  المحلول:

لمعرفة  $pH$  المحلول لابدّ ابتداءً من حساب  $[H_3O^+]$  ، حيث إنّ:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} = \sqrt{2 \times 10^{-4} \times 0.5} = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-2} = 2 \quad \text{وعليه فإنّ:}$$

ج) حساب قيمة درجة التأيّن:

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{10^{-2}}{0.5} = 0.02 = 2 \%$$

د) حساب التغير الذي يجب أن يطرأ على تركيز أيونات  $[H_3O^+]$  في المحلول عندما تزداد قيمة الـ  $pH$  بمقدار ( 1 ) :

عندما يكون:  $pH = 3$  فهذا يعني أن:

$$- \log [H_3O^+] = 3 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

وهكذا ، فإنّ قيمة  $pH$  المحلول تزداد بمقدار ( 1 ) عندما يتناقص تركيز أيونات  $[H_3O^+]$  في هذا المحلول عشر مرّات عن تركيزها السابق.

## نهاية الدرس الأوّل



المدرّس: أ. محمّد نور الشّيخ موسى - حماة - ثانوية عثمان الحوراني

## الدّرس الثّاني: المحاليل المائية للألاح

أولاً - ضع إشارة صح (✓) أو غلط (✗) أمام العبارات الآتية ، وصحّح المغلوطة منها:

(✗) المحلول المائيّ لملح خلات الصوديوم هو محلول حمضيّ.

التصحيح: المحلول المائيّ لملح خلات الصوديوم هو محلول أساسيّ (قلويّ).

(✓) جميع ألاح التترات ذوّابة في الماء عند درجة الحرارة العادية.

(✓) تزداد ذوبانيّة معظم الألاح بازدياد درجة الحرارة.

ثانياً - اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) الملح الذوّاب الذي يتحلّمه في الماء من بين الألاح الآتية هو:

أ)  $KCl$  ب)  $NaNO_3$  ج)  $NH_4NO_3$  ✓ د)  $Ca_3(PO_4)_2$

2) المحلول المائيّ الذي له أكبر قيمة  $pH$  من بين المحاليل الآتية هو محلول:

أ)  $NaCl$  ب)  $HCl$  ج)  $NH_4NO_3$  د)  $CH_3COONa$  ✓

3) إذا علمت أنّ:  $K_{sp}(AgCl) = 6.25 \times 10^{-10}$  عند درجة حرارة معيّنة ، فإنّ تركيز

أيونات الفضة في المحلول المشبع لـ  $AgCl$  يساوي عندئذ:

أ)  $1.25 \times 10^{-10} mol.l^{-1}$  ب)  $2.5 \times 10^{-10} mol.l^{-1}$

ج)  $2.5 \times 10^{-5} mol.l^{-1}$  ✓ د)  $6.25 \times 10^{-5} mol.l^{-1}$

4) ما هي الصفة التي يبيدها محلول خلات الصوديوم ؟

✓ ج) أساسية

ب) متعادلة

أ) حمضية

5) ما هي الصفة التي يبددها محلول كلور الأمونيوم ؟

أ) حمضية  ب) متعادلة ج) أساسية

6) ما هي الصفة التي يبددها محلول كلور البوتاسيوم ؟

أ) حمضية ب) متعادلة  ج) أساسية

7) إن قيمة  $pH$  محلول ملح كلور الأمونيوم بتركيز معين هي :

أ) 9 ب) 5  ج) 7 د) 14

ثالثاً - أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1) بعض الأملاح ، مثل: كلوريد الفضة وغيره ، يكون ذوبانها شحيحاً في الماء.

الجواب:

لأن قوى التجاذب بين الأيونات في بلورات هذه الأملاح أكبر من قوى التجاذب التي تنشأ بين هذه الأيونات وجزيئات الماء في أثناء عملية الذوبان.

2) جميع الأملاح تتمتع بالخاصية القطبية.

الجواب:

لأن الملح هو مركب أيوني يتألف من شقين: شق أساسي موجب و شق حمضي سالب.

3) ذوبان الملح الناتج من حمض قوي وأساس قوي في الماء لا يعدّ حلمهة.

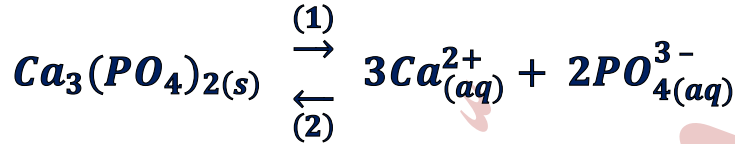
الجواب:

لأن أيونات الملح المذابة تتميه دون أن تتفاعل مع أيونات الماء ( $H^+$  و  $OH^-$ ).

رابعاً - أجب عن السؤالين الآتيين:

1) اشرح آلية إذابة ملح فوسفات ثلاثية الكالسيوم  $Ca_3(PO_4)_2$  في محلوله المشبع بإضافة مادة ما إلى هذا المحلول.

**الجواب:** عند إضافة حمض كلور الماء إلى محلول ملح فوسفات الكالسيوم المشبع:

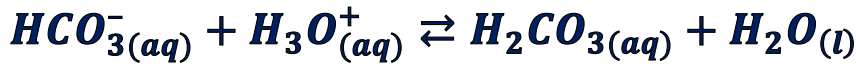


فإن أيونات الهيدرونيوم الناتجة عن تأين الحمض القوي المضاف ستتحّد مع أيونات الفوسفات لتكوين حمض الفوسفور ( $H_3PO_4$ ) ضعيف التأين. وهذا يعني أنّ تركيز أيون الفوسفات ( $PO_4^{3-}$ ) سيتناقص في المحلول ، مما يؤدي إلى اختلال التوازن وجعل المحلول غير مشبع. وحسب مبدأ لوشاتوليه لا بدّ للتوازن أن ينزاح بالاتجاه ( 1 ) نحو تشكّل أيونات الفوسفات ؛ أي إنّ كمية من الملح الصلب  $Ca_3(PO_4)_2$  ستذوب إلى أن يصل المحلول إلى حالة توازن جديدة.

2) اشرح كيفية عمل محلول حمض الكربون مع ملح بيكربونات الصوديوم (كربونات الصوديوم الحمضية) ( $H_2CO_3 + NaHCO_3$ ) كمحلول منظم في الدم.

**الجواب:**

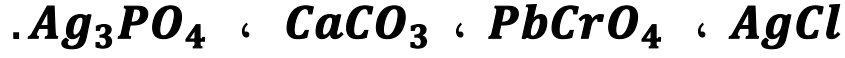
• إضافة كمية قليلة من حمض ما إلى هذا المحلول المنظم تتفاعل أيونات الكربونات الحمضية مع أيونات الهيدرونيوم المتأينة من الحمض المضاف ، فتتكوّن كمية إضافية من حمض الكربون ضعيف التأين تعادل كمية أيونات الهيدرونيوم ؛ ممّا يقلّل من تأثير الحمض المضاف على قيمة  $pH$  الوسط:



• وعند إضافة كمية قليلة من أساس ما إلى هذا المحلول المنظم يتفاعل حمض الكربون مع أيونات الهيدروكسيد المتأينة من الأساس المضاف ، فيتكوّن الماء فضلاً عن كمية من أيونات الكربونات الحمضية تعادل كمية أيونات الهيدروكسيد ؛ ممّا يقلّل من تأثير الأساس المضاف على قيمة  $pH$  الوسط:



خامساً - اكتب عبارة  $K_{sp}$  لكلّ من الأملاح الشحيحة الذوبان الآتية:



الجواب:

$$K_{sp(AgCl)} = [Ag^+].[Cl^-]$$

$$K_{sp(PbCrO_4)} = [Pb^{2+}].[CrO_4^{2-}]$$

$$K_{sp(CaCO_3)} = [Ca^{2+}].[CO_3^{2-}]$$

$$K_{sp(Ag_3PO_4)} = [Ag^+]^3.[PO_4^{3-}]$$

سادساً - حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

لديك محلول مائيّ لخلات الصوديوم تركيزه  $0.2 \text{ mol} \cdot l^{-1}$  ، فإذا علمت أنّ ثابت تأين حمض الخلّ هو  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$  ، المطلوب حساب:

1) ثابت الحمضية  $K_h$  .

2) تراكيز  $[H_3O^+]$  و  $[OH^-]$  .

3)  $pH$  المحلول. ماذا تستنتج؟

4) النسبة المئوية المتحلّمة.

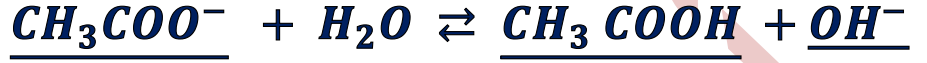
الحل:

1) حساب ثابت الحمضية  $K_h$  :

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} \approx 5.6 \times 10^{-10}$$

## 2) حساب تراكيز $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ :

يتحلل ملح خلات الصوديوم بتفاعل الشق الضعيف من الملح ( الشق الحمضي ) مع الماء وفق المعادلة:



التركيز الابتدائية	$0.2 \text{ mol.l}^{-1}$	0	0
تركيز التوازن	$0.2 - x$	$x$	$x$

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{x^2}{0.2 - x}$$

تُهمل  $x$  في المقام أمام  $0.2$  ( لأن ثابت حلمهة الملح صغير جداً ) ، فيكون:  $K_h = \frac{x^2}{0.2}$

$$x^2 = 0.2 \times 5.6 \times 10^{-10} = 1.12 \times 10^{-10}$$

$$x = [OH^-] = 1.06 \times 10^{-5} \approx 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14} \quad \text{وبما أن:}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{يكون:}$$

## 3) حساب $pH$ المحلول. ماذا تستنتج؟

$$PH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-9} = 9$$

وبما أن:  $pH = 9$  ( $PH > 7$ ) فهذا يعني أن الوسط أساسي ( قلوي ).

## 4) حساب النسبة المئوية المتحللة.

عدد المولات المتحللة من الملح :  $x = 0.00001 \text{ mol}$

$$\frac{0.00001}{0.2} \times 100 \% = 5 \times 10^{-3} \% \quad \text{النسبة المئوية المتحللة:}$$



### المسألة الثانية:

لديك محلول مائيّ لخلات البوتاسيوم تركيزه  $(0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1})$  ، فإذا علمت أنّ  $pH = 9$  المطلوب:

- 1) اكتب معادلة حلمة هذا الملح.
- 2) احسب ثابت حلمة هذا الملح.
- 3) احسب ثابت تأين حمض الخل.

### الاجابة:

1) كتابة معادلة حلمة هذا الملح:



2) حساب ثابت حلمة هذا الملح:



التركيز الابتدائية	$0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$	0	0
تراكيز التوازن	$0.2 - x$	$x$	$x$

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{x^2}{0.2 - x}$$

تُهمل  $x$  في المقام أمام  $0.2$  ( لأنّ ثابت حلمة الملح صغير جداً ) ، فيكون:  $K_h = \frac{x^2}{0.2}$

نعلم أنّ:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-pH}$  ولكن:  $pH = 9$

وبالتالي:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$

وبما أنّ:  $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$

يكون:  $[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$

$$x = [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

بالتعويض في علاقة ثابت الحلمة:  $K_h = \frac{(10^{-5})^2}{0.2} = \frac{10^{-10}}{0.2} = 5 \times 10^{-10}$

### 3) حساب ثابت تأين حمض الخل.

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} \quad \text{نعلم أن:}$$

$$K_a = \frac{K_w}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5} \quad \text{وبالتالي:}$$

### المسألة الثالثة:

لديك محلول مائي مشبع لكبريتات الفضة تركيزه  $(0.015 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1})$  ، والمطلوب:

- حساب جداء الذوبان  $K_{sp}$  لهذا الملح.
- إذا أضيف إلى المحلول السابق ملح كبريتات الصوديوم ، بحيث يصبح تركيزه في المحلول  $(0.01 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1})$  ، بين حسابياً إن كان ملح كبريتات الفضة يترسب أم لا؟

### الـجـواب:

1) حساب جداء الذوبان  $K_{sp}$  لهذا الملح:

عند تحضير محلول مشبع من كبريتات الفضة يحدث التوازن الآتي:

	$Ag_2SO_4(s)$	$\rightleftharpoons$	$2 Ag^+(aq)$	$+ SO_4^{2-}(aq)$
التركيز الابتدائية	$x$		$0$	$0$
تراكيز التوازن	$x$		$2x$	$x$

وعند بلوغ المحلول حالة الإشباع ( التوازن ) يكون:  $[SO_4^{2-}] = [Ag_2SO_4] = x$

$$x = 1.5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \quad \text{ولكن:}$$

$$[Ag^+] = 2x = 2 \times 1.5 \times 10^{-2} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

وبما أنّ حاصل الذوبان يساوي جداء الانحلال من أجل المحلول المشبع فإن:

$$K_{sp}(Ag_2SO_4) = [Ag^+]^2 \cdot [SO_4^{2-}]$$

$$K_{sp}(Ag_2SO_4) = (3 \times 10^{-2})^2 \cdot (1.5 \times 10^{-2}) = 1.35 \times 10^{-5} \quad \text{وعليه ، يكون:}$$

2) بعد إضافة ملح كبريتات الصوديوم ، بحيث يصبح تركيزه في المحلول السابق هو:  $(0.01 \text{ mol.l}^{-1})$  ، أبيض حسابياً إن كان ملح كبريتات الفضة يترسب أم لا ؟

يتأين ملح كبريتات الصوديوم تأيّن تاماً كما في المعادلة:



ووفقاً لهذه المعادلة يتساوى تركيز أيونات الكبريتات المضافة مع تركيز ملح كبريتات الصوديوم في المحلول ( $[SO_4^{2-}] = 0.10 \text{ mol.l}^{-1}$  تركيز الأيونات المضافة).

وعليه فإنّ التركيز الكليّ لأيونات الكبريتات في المحلول يصبح على النحو الآتي:

$$[SO_4^{2-}] = 1.5 \times 10^{-2} + 1.0 \times 10^{-2} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

وفي هذه الحالة يكون الجداء الأيوني:

$$[Ag^+]^2 \cdot [SO_4^{2-}] = (3 \times 10^{-2})^2 \cdot (2.5 \times 10^{-2}) = 2.25 \times 10^{-5}$$

$$K_{sp}(Ag_2SO_4) < [Ag^+]^2 \cdot [SO_4^{2-}] \quad \text{أي إنّ:}$$

والمحلول يصبح فوق مشبع. وهذا ما يفسّر ترسّب كمية من كبريتات الفضة في المحلول.

## نهاية الدرس الثاني

## الدّرس الثالث: التحليل الكيميائي - المعايرة

أولاً - ضع إشارة صح (✓) أو غلط (✗) أمام العبارات الآتية ، وصحّح المغلوطة منها:

(✓) يتميز المحلول القياسي المستخدم في المعايرة الحجمية بتركيزه الدقيق والثابت.

(✗) عند معايرة حمض الكبريت بهيدروكسيد الصوديوم يكون المشعر المناسب لتحديد نقطة نهاية المعايرة هو الفينول فتالين.

الجواب: أزرق بروم التيمول لأن ( $pH$ ) المحلول الناتج عن المعايرة هو (7) يقع ضمن مدى المشعر (6 - 7.6).

(✗) عند معايرة حمض الخل بهيدروكسيد الصوديوم ، يكون المشعر المناسب لتحديد نقطة نهاية المعايرة هو أزرق بروم التيمول.

الجواب: الفينول فتالين لأن ( $pH$ ) المحلول الناتج عن المعايرة هو (8.72) يقع ضمن مدى المشعر (8.2 - 10).

ثانياً - اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) عند تمديد محلول  $NaNO_3$  حجمه (100 ml) وتركيزه ( $1.2 \text{ mol} \cdot l^{-1}$ ) بإضافة كمية من الماء إليه تساوي ثلاثة أضعاف حجمه يصبح التركيز الجديد للمحلول:

ب)  $0.4 \text{ mol} \cdot l^{-1}$

أ)  $0.6 \text{ mol} \cdot l^{-1}$

د)  $0.2 \text{ mol} \cdot l^{-1}$

ج)   $0.3 \text{ mol} \cdot l^{-1}$

2)  $pH$  الموافقة لنقطة نهاية المعايرة تكون قيمتها قريبة من (9) عند معايرة:

ب)  $NH_4OH$  و  $H_2SO_4$

أ)  $KOH$  و  $HNO_3$

د)  $NaOH$  و  $CH_3COOH$

ج)  $NH_4OH$  و  $HCN$

3)  $pH$  المحلول الناتج عن معايرة حمض قوي بأساس قوي يساوي:

د) 11

ج) 9

ب)  7

أ) 5

**ثالثاً - أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:**

1) عند معايرة حمض الخلّ بهيدروكسيد البوتاسيوم يكون المحلول الناتج قلويّاً.

**الجواب:**

يكون الوسط قلويّاً عند نقطة نهاية المعايرة بسبب وجود أيون الخلّات الذي يسلك سلوك أساس ضعيف.

3) استخدام أحد مشعرات ( حمض - أساس ) في معايرة التعديل.

**الجواب:**

ليدلّ على بلوغ نقطة نهاية المعايرة.

3) عند معايرة حمض الخلّ بهيدروكسيد البوتاسيوم يكون المشعر المناسب الفينول فتالئين.

**الجواب:**

لأنّ مداه ( 8.2 - 10 ) يحتوي على قيمة  $pH$  نقطة نهاية المعايرة.

4) عرّف المعايرة ، واكتب الشروط الواجب توافرها في تفاعل المعايرة الحجمية.

**الجواب:**

**التعريف:** المعايرة عملية تعرف بها كمية مادة ما في عينة بمعرفة كمية مادة أخرى تتفاعل معها.

**شروط تفاعل المعايرة الحجمية:**

1- أن تتفاعل المادة المراد معايرتها على نحو تامّ مع المادة القياسيّة.

2- يكون تفاعل المعايرة مستمراً وسريعاً.

3- أن يكون تفاعل المعايرة تفاعلاً بسيطاً لا يترافق بأيّة تفاعلات ثانوية.

4- أن يُمثّل تفاعل المعايرة بمعادلة كيميائيّة موزونة.

5- أن يتوفّر مشعر مناسب يمكن من خلاله تحديد نقطة نهاية المعايرة.

رابعاً - حلّ المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:

ينحلّ ( 50 ml ) من غاز كلور الهيدروجين في كمية من الماء المقطر ثمّ يكمل حجم المحلول ليصبح ( 200 ml ) ، والمطلوب:

أ) احسب تركيز المحلول الحمضيّ مقدراً ب  $mol . l^{-1}$  ، وقيمة  $pH$  المحلول.

بفرض أنّ الحجم الموليّ لغاز كلور الهيدروجين : (  $V_{(HCl)g} = 25 l . mol^{-1}$  ) في شروط التجربة.

ب) يعاير ( 20 ml ) من المحلول السابق بمحلول هيدروكسيد الصوديوم  $NaOH$  تركيزه (  $0.05 mol . l^{-1}$  ) :

- 1) اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة.
- 2) احسب حجم محلول  $NaOH$  اللازم لتمام التعديل.
- 3) ما قيمة ال  $pH$  عند نقطة نهاية المعايرة؟ وما المشعر المناسب لهذه المعايرة؟

الحل:

أ) حساب تركيز المحلول الحمضيّ مقدراً ب  $mol . l^{-1}$  ، وقيمة  $pH$  المحلول.

$$\text{عدد مولات غاز كلور الهيدروجين} = \frac{\text{حجم الغاز}}{\text{الحجم المولي}}$$

$$n = \frac{V}{V_{(HCl)g}} = \frac{0.05}{25} = 0.002 mol$$

$$\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \text{التركيز} \Rightarrow C = \frac{n}{V} = \frac{0.002}{0.2} = 0.01 mol . l^{-1}$$

$$pH = -\log C = -\log 0.01 = 2$$

ب) معايرة ( 20 ml ) من المحلول السابق بمحلول هيدروكسيد الصوديوم  $NaOH$  تركيزه  $(0.05 \text{ mol} \cdot l^{-1})$  :

1) كتابة المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة.



2) حساب حجم محلول  $NaOH$  اللازم لتمام التعديل.

$$n_{(OH^{-})} = n_{(H_3O^{+})} \quad \text{عند تمام التكافؤ:}$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$0.01 \times 20 = 0.05 \times V_2$$

$$V_2 = 4 \text{ ml}$$

3) إيجاد قيمة الـ  $pH$  عند نقطة نهاية المعايرة؟ وتحديد المشعر المناسب لهذه المعايرة؟

$$\text{قيمة الـ } pH \text{ عند نقطة التكافؤ} = 7$$

المشعر المناسب لهذه المعايرة هو أزرق بروم التيمول لأن مداه ( 6 - 7.6 ) يحتوي على قيمة  $pH$  نقطة نهاية المعايرة.

### المسألة الثانية:

لزم لتعديل ( 50 ml ) من محلول حمض الكبريت تعديلاً تاماً ( 30 ml ) من محلول الصود الكاوي (  $0.5 \text{ mol} \cdot l^{-1}$  ) و ( 20 ml ) من محلول البوتاس الكاوي (  $0.25 \text{ mol} \cdot l^{-1}$  ) ، والمطلوب:

1) اكتب معادلتني تفاعلي التعادل الحاصلين.

2) احسب تركيز حمض الكبريت المستعمل مقدراً بـ  $mol \cdot l^{-1}$  والـ  $g \cdot l^{-1}$ .

3) احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى ( 30 ml ) من محلول حمض الكبريت السابق ليصبح تركيزه (  $0.01 \text{ mol} \cdot l^{-1}$  ) .

## الـلـ:

1) كتابة معادلتني تفاعلي التعادل الحاصلين:

بما أن الحمض قوي والأسس قوية فإن معادلة تفاعلي المعايرة هي تشكل الماء:



2) حساب تركيز حمض الكبريت المستعمل مقدراً ب  $mol.l^{-1}$  والـ  $g.l^{-1}$ :

عند تمام التكافؤ:  $n_{(OH^-)} = n_{(H_3O^+)}$

$$n_{1(OH^-)} + n_{2(OH^-)} = n_{(H_3O^+)}$$

الحمض قوي تشارده في الماء تام ثنائي الوظيفة الحمضية لذلك:  $n_{(H_3O^+)} = 2n_{(H_2SO_4)}$

الأسس قوية تشاردها في الماء تام ووحيدة الوظيفة القلوية لذلك:

$$n_{1(OH^-)} = n_{(NaOH)} \quad , \quad n_{(KOH)} = n_{2(OH^-)}$$

$$n_{(NaOH)} + n_{(KOH)} = 2n_{(H_2SO_4)} \quad \text{وبالتالي:}$$

$$C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 = 2 C \cdot V \quad \text{ومنه نجد أن:}$$

$$0.5 \times 30 + 0.25 \times 20 = 2 C \times 50 \Rightarrow C = 0.2 mol.l^{-1}$$

$$C_{(g.l^{-1})} = C_{(mol.l^{-1})} \times M_{(الكتلة المولية)} \Rightarrow C_{(g.l^{-1})} = 0.2 \times 98 = 19.6 g.l^{-1}$$

3) حساب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى (30 ml) من محلول حمض الكبريت السابق ليصبح تركيزه (0.01 mol.l<sup>-1</sup>):

$$n_{1(قبل التمديد)} = n_{2(بعد التمديد)} \Rightarrow C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$0.2 \times 30 = 0.01 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 600 ml$$

$$V_{(حجم الماء المقطر اللازم)} = V_2 - V_1 = 600 - 30 = 570 ml$$

## نهاية الدرس الثالث



## المسائل العامة للوحدة الخامسة

### المسألة الأولى:

- لديك محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين  $HCN$  تركيزه الابتدائي  $C_a = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  ، بفرض أنّ ثابت تأين هذا الحمض يساوي  $5 \times 10^{-10}$  ، المطلوب:
- 1) اكتب معادلة التآين لحمض سيانيد الهيدروجين.
  - 2) احسب النسبة المئوية لتآين هذا الحمض ثم احسب  $pH$  المحلول.
  - 3) يعاير حجم  $V_1$  من حمض سيانيد الهيدروجين السابق بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $(0.1 \text{ mol.l}^{-1})$  فلزم  $(20 \text{ ml})$  لتمام التعديل احسب  $V_1$ .
  - 4) في تجربة ثانية لمعايرة حمض سيانيد الهيدروجين السابق بمحلول آخر لهيدروكسيد الصوديوم كان تركيز الملح الناتج  $(0.05 \text{ mol.l}^{-1})$  ، احسب  $pH$  المحلول في هذه التجربة.

### الـجـواب:

- 1) كتابة معادلة التآين لحمض سيانيد الهيدروجين:



- 2) حساب النسبة المئوية لتآين هذا الحمض ، ثم حساب  $pH$  المحلول:

	$HCN$	$H_2O$	$\rightleftharpoons$	$CN^-$	$+$	$H_3O^+$
التركيز الابتدائي	$0.2 \text{ mol.l}^{-1}$			0		0
التركيز النهائية	$0.2 - x$			$x$		$x$

$$K_a = \frac{[CN^-][H_3O^+]}{[HCN]} = \frac{x^2}{0.2 - x} \approx \frac{x^2}{0.2} = 5 \times 10^{-10}$$

$$x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

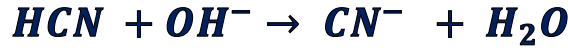
$$[H_3O^+] = x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

النسبة المئوية لتآين هذا الحمض:

$$a = \frac{x}{C_a} \times 100 = \frac{10^{-5}}{0.2} \times 100 = 5 \times 10^{-3} \%$$

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

3) حساب الحجم  $V_1$  من حمض سيانيد الهيدروجين السابق المضاف لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $(0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1})$  وحجمه  $(20 \text{ ml})$  عند تمام التعديل:



عند تمام التكافؤ ( التعديل ):

$$n(\text{HCN}) = n(\text{OH}^-)$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$0.2 \times V_1 = 0.1 \times 20 \Rightarrow V_1 = 10 \text{ ml}$$

4) حساب  $pH$  في تجربة ثانية نعاير فيها حمض سيانيد الهيدروجين السابق بمحلول آخر لهيدروكسيد الصوديوم ، فكان تركيز الملح الناتج  $(0.05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1})$ :



التراكيز الابتدائية	$0.05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$	0	0
التراكيز النهائية	$0.05 - x$	$x$	$x$

$$K_h = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]} = \frac{x^2}{0.05 - x} \approx \frac{x^2}{0.05} \dots \dots (1)$$

$$K_h = \frac{10^{-14}}{K_a} \dots \dots (2) \quad \text{ولكن:}$$

بمساواة (1) و (2) نجد أن:

$$\frac{x^2}{0.05} = \frac{10^{-14}}{K_a} \Rightarrow \frac{x^2}{0.05} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}}$$

$$x^2 = \frac{5 \times 10^{-16}}{5 \times 10^{-10}} = 10^{-6} \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = x = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

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

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

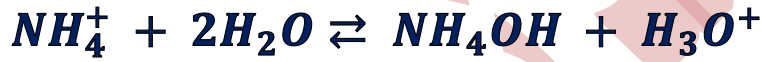
## المسألة الثانية:

محلول لملح كلوريد الأمونيوم تركيزه ( $0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ ) وقيمة الـ ( $pH = 5$ ) له. المطلوب:

- (1) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.
- (2) احسب ثابت حلمهة هذا الملح .
- (3) احسب ثابت تأين هيدروكسيد الأمونيوم .

### الـ

(1) كتابة معادلة حلمهة هذا الملح:



(2) حساب ثابت حلمهة هذا الملح:

	$NH_4^+$	+	$2H_2O$	$\rightleftharpoons$	$NH_4OH$	+	$H_3O^+$
التركيز الابتدائية	$0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$				0		0
التركيز النهائية	$0.2 - x$				$x$		$x$

$$K_h = \frac{[NH_4OH][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x^2}{0.2 - x} \approx \frac{x^2}{0.2}$$

$$x = [H_3O^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$K_h \approx \frac{x^2}{0.2} = \frac{(10^{-5})^2}{0.2} = 5 \times 10^{-10}$$

(3) حساب ثابت تأين هيدروكسيد الأمونيوم .

$$K_h = \frac{10^{-14}}{K_b} \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5} \quad \text{نعلم أن:}$$

### المسألة الثالثة:

محلول من ملح خلات الصوديوم ( $CH_3COONa$ ) تركيزه ( $0.2 \text{ mol.l}^{-1}$ ). المطلوب:

1) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح ( $CH_3COONa$ ) ، واحسب  $pH$  المحلول ، حيث ثابت تأين حمض الخل (الإيتانويك) يساوي ( $2 \times 10^{-5}$ ).

2) نضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه ( $0.01 \text{ mol.l}^{-1}$ ) ، احسب النسبة المئوية المتحلمة من ملح خلات الصوديوم في هذه الحالة.

### الحل:

1) كتابة معادلة حلمهة هذا الملح وحساب  $pH$  المحلول:



التركيز الابتدائية	$0.2 \text{ mol.l}^{-1}$	0	0
التركيز النهائية	$0.2 - x$	$x$	$x$

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{x^2}{0.2 - x} \approx \frac{x^2}{0.2} \dots \dots (1)$$

$$K_h = \frac{10^{-14}}{K_a} \dots \dots (2) \quad \text{ولكن:}$$

$$\frac{x^2}{0.2} = \frac{10^{-14}}{K_a} \Rightarrow \frac{x^2}{0.2} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} \quad \text{بمساواة (1) و (2) نجد أن:}$$

$$x^2 = \frac{2 \times 10^{-15}}{2 \times 10^{-5}} = 10^{-10} \Rightarrow [OH^-] = x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-9} = 9$$

2) حساب النسبة المئوية المتحلّمة من ملح خلات الصوديوم بعد إضافة محلول من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $(0.01 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1})$ :



التركيز الابتدائية	$0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$	0	0.01
التركيز النهائية	$0.2 - x$	$x$	$x + 0.01$

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{x(x + 0.01)}{0.2 - x} \approx \frac{0.01 \times x}{0.2} \dots \dots (1)$$

$$K_h = \frac{10^{-14}}{K_a} \dots \dots (2) \quad \text{ولكن:}$$

بمساواة (1) و (2) نجد أن:

$$\frac{0.01 \times x}{0.2} = \frac{10^{-14}}{K_a} \Rightarrow \frac{0.01 \times x}{0.2} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} \Rightarrow x = 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

النسبة المئوية المتحلّمة من خلات الصوديوم:

$$a = \frac{x}{C} \times 100 = \frac{10^{-8}}{0.2} \times 100 = 5 \times 10^{-6} \%$$

### المسألة الرابعة:

يضاف  $(500 \text{ ml})$  من محلول يحوي  $(1 \times 10^{-4} \text{ mol})$  من كلوريد الباريوم إلى  $(500 \text{ ml})$  من محلول يحوي  $(1 \times 10^{-4} \text{ mol})$  من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلول مشبع من كبريتات الباريوم، المطلوب:

1) احسب جداء ذوبان ملح كبريتات الباريوم.

2) احسب مقدار ما ينحل من ملح كبريتات الباريوم السابق في  $(1 \text{ l})$  يحوي  $(0.1 \text{ mol})$  من حمض الكبريت.

### الـجـواب:

1) حساب جداء ذوبان ملح كبريتات الباريوم:

$$V' = V_1 + V_2 = 1 \text{ l}$$

$$n_{\text{(قبل التفاعل)}} = n_{\text{(بعد التفاعل)}} \Rightarrow C' = [Ba^{2+}]' = [SO_4^{2-}]'$$

$$C' = \frac{C \cdot V}{V'} = \frac{0.5 \times 1 \times 10^{-4}}{1} \text{ mol.l}^{-1}$$



$$K_{sp} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = 2.5 \times 10^{-8}$$

2) حساب مقدار ما ينحل من ملح كبريتات الباريوم السابق في (1 l) يحوي (0.1 mol) من حمض الكبريت:



$$K_{sp} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = 10^{-8}$$

$$10^{-8} = (x)(0.1 + x) \Rightarrow x \approx 10^{-7} \text{ mol.l}^{-1}$$

نهاية الوحدة الخامسة

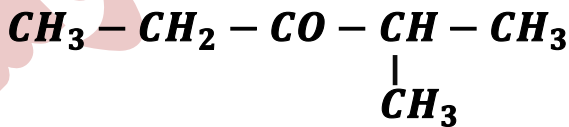
## الوحدة السادسة: الكيمياء العضوية

### الدّرس الأوّل: الألدهيدات والكيونات

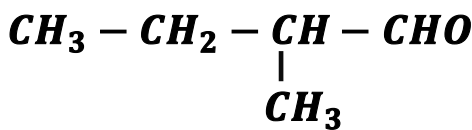
أولاً - اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

- ينتج عن أكسدة الميتانال في ظروف مناسبة:
  - ميتانول
  - إيتان
  - إيتر
  - حمض الميتانويك
- ينتج عن تمام أكسدة الأغوال الأولية:
  - ألدهيد
  - إيتر
  - كيون
  - حمض كربوكسيل
- المركب الذي يُرجع كاشف تولن هو:
  - البروبانون
  - الإيتانال
  - الإيتانول
  - حمض الإيتانويك
- تنتج الكيونات من أكسدة:
  - الأغوال الأولية
  - الأغوال الثانوية
  - الأغوال الثالثية
  - الألدهيدات
- تتميز الألدهيدات والكيونات بوجود الزمرة:
  - $-COOH$
  - $-OH$
  - $-CO-$
  - $-CO-NH_2$

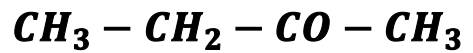
ثانياً - اكتب أسماء المركبات الآتية حسب الاتحاد الدولي:



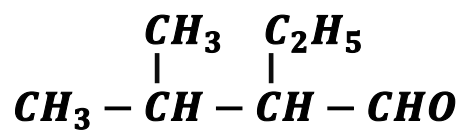
2 - متيل البنتان - 3 - ون



2 - متيل بوتانال



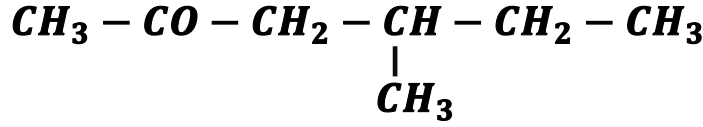
البوتان - 2 - ون



2 - إيتل - 3 - متيل بوتانال

ثالثاً - اكتب صيغة كل من المركبات الآتية:

4 - متيل هكسان - 2 - ون



3،3 - ثنائي متيل بنتانال

3- متيل بوتان - 2 - ون



3- كلورو بوتانال



رابعاً - أعط تفسيراً علمياً لكل من العبارات الآتية:

1) تتشابه الألدهيدات والكي-tonات في تفاعلات الإضافة (الضم).

الجواب: لوجود الرابطة  $\pi$  في زمرة الكربونيل في جزيء كل منهما.

2) تتأكسد الألدهيدات بسهولة بينما تقاوم الكي-tonات الأكسدة بالظروف العادية.

الجواب: لوجود ذرة هيدروجين مرتبطة بزمرة الكربونيل في الألدهيدات وعدم وجودها في الكي-tonات.

3) تترسب طبقة من الفضة على الجدران الداخلية لأنبوب الاختبار عند إضافة ألدهيد إلى كاشف تولين مع التسخين.

الجواب: يُرجع الألدهيد أيون الفضة  $Ag^+$  إلى معدن الفضة  $Ag$  الذي يترسب على جدران وعاء التفاعل مكوناً مرآة فضية براقّة.

4) درجة غليان الألدهيدات والكي-tonات أقل من درجة غليان الأغوال الموافقة.

الجواب: لأن قطبية الرابطة  $O-H$  أقوى من قطبية الرابطة  $C=O$  ، إضافة إلى أن جزيئات الألدهيدات والكي-tonات لا تستطيع تشكيل روابط هيدروجينية بينها، بينما تتشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الأغوال.



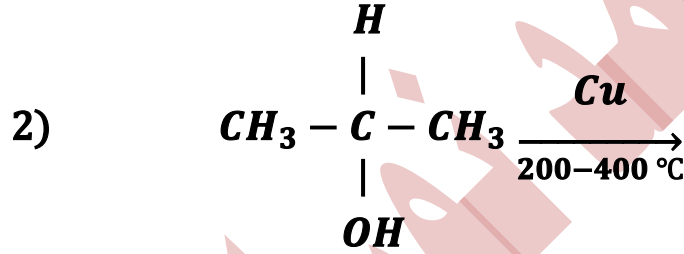
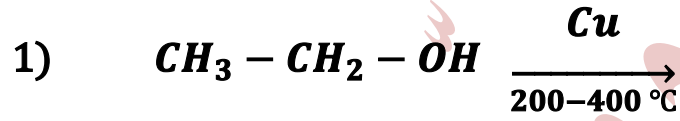
5) يتناقص انحلال الألدهيدات والكيونات في الماء تدريجياً مع ازدياد كتلتها الجزيئية.

الجواب: لأنه يضعف تأثير الجزء القطبي عند كبر الجزء غير القطبي  $R$  في الجزيء.

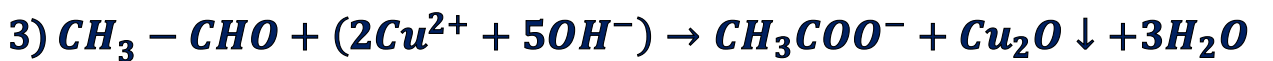
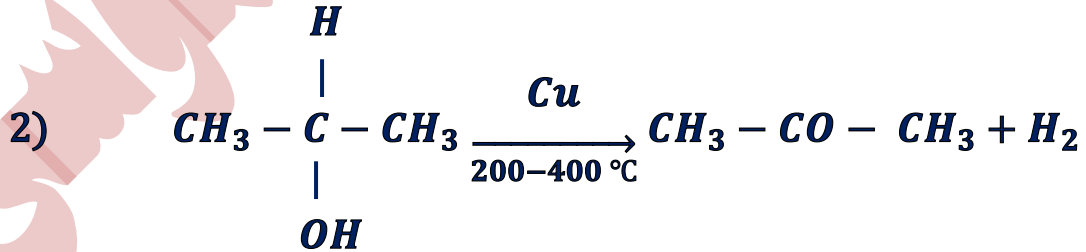
6) المركبات الكربونيلية (ألدهيدات ، كيونات ) غير قادرة على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

الجواب: لعدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهربية.

خامساً - أكمل المعادلات الآتية ووازنها:



الجواب:



سادساً - حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

نعامل ( 10 ml ) من محلول الإيتانال بكمية كافية من محلول فهلنغ فيتكون راسب أحمر آجري من أكسيد النحاس I كتلته ( 0.72 g ). المطلوب:

- 1) اكتب معادلة التفاعل واحسب كتلة الإيتانال في ( 1 l ) من محلوله.
- 2) احسب كتلة الإيتانول اللازمة للحصول على ( 10 l ) من محلول الإيتانال السابق.

الحل:

1) كتابة معادلة التفاعل وحساب كتلة الإيتانال في ( 1 l ) من محلوله:

• معادلة التفاعل:



• حساب كتلة الإيتانال في ( 1 l ) من محلوله:



44g  
x

144g  
0.72g

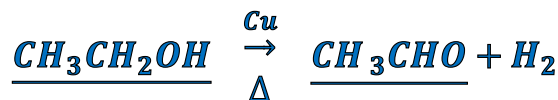
$$x = \frac{0.72 \times 44}{144} = 0.22 \text{ g}$$

كتلة الإيتانال:

$$C_a = \frac{m}{V} = \frac{0.22}{10 \times 10^{-3}} = 22 \text{ g.l}^{-1}$$

التركيز الغرامي للألدheid:

2) حساب كتلة الإيتانول اللازمة للحصول على ( 10 l ) من محلول الإيتانال السابق:



46 g  
y

44g  
220g

$$y = \frac{220 \times 46}{44} = 230 \text{ g}$$

كتلة الإيتانول:

المسألة الثانية:

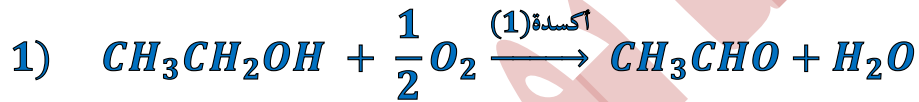
نؤكسد مزيجاً من الإيثانول والإيتانول كتلته ( 9 g ) أكسدة تامة فنحصل على ( 12 g ) من حمض النخل. المطلوب:

- 1) اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن تفاعلات الأكسدة.
- 2) احسب كتلة كل من مكونات المزيج.

الاجابة:

1) كتابة المعادلات الكيميائية المعبرة عن تفاعلات الأكسدة:

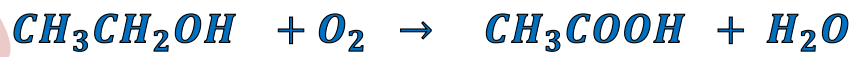
• أكسدة الإيثانول:



• أكسدة الإيتانول:



2) حساب كتلة كل من مكونات المزيج:



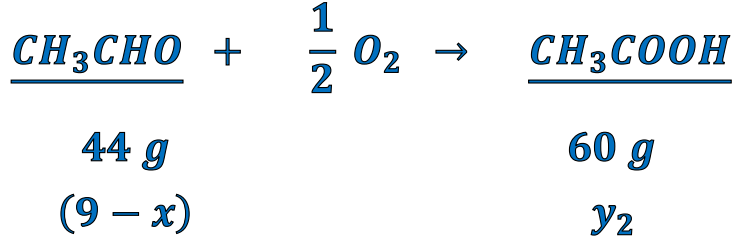
46 g

60 g

x

y<sub>1</sub>

$$y_1 = \frac{60 x}{46} \dots \dots (1)$$



$$y_2 = \frac{60(9 - x)}{44} \dots \dots (2)$$

بجمع المعادلتين (1) و (2):  $y_1 + y_2 = \frac{60x}{46} + \frac{60(9 - x)}{44} \dots \dots (3)$

ولكن:  $y = y_1 + y_2 = 12g$  بالتعويض في (3):  $12 = \frac{60x}{46} + \frac{60(9 - x)}{44}$

بتوحيد المقامات وحذفها ، نجد أن:  $x = 4.6 g$  كتلة الإيتانول

وبالتالي:  $(9 - x) = 9 - 4.6 = 4.4 g$  كتلة الإيتانال

### المسألة الثالثة:

إذا كانت النسبة الكتلية المئوية للأكسجين في مركب كيتوني هي % 22.2 ، فالمطلوب:

(1) احسب الكتلة الجزيئية لهذا المركب.

(2) اكتب صيغة هذا المركب المجملة ونصف المنشورة وتسميته وفق *IUPAC*.

الـجـواب:

(1) حساب الكتلة الجزيئية لهذا المركب.

إن الصيغة العامة للكيتونات هي:  $R - CO - R'$

أي كل مول ( جزيء ) كيتون يحوي ذرة أكسجين واحدة كتلتها  $16 g$  ، لذلك نكتب:

كل  $100 g$  من الكيتون تحوي  $22.2 g$  أكسجين

كل  $M g \cdot mol^{-1}$  من الكيتون تحوي  $16 g \cdot mol^{-1}$  أكسجين

$$M = \frac{16 \times 100}{22.2} = 72 g \cdot mol^{-1}$$

2) كتابة صيغة هذا المركب الجملة ونصف المنشورة وتسميته وفق *IUPAC*:

$$R - CO - R' = 72$$

$$R + (12 + 16) + R' = 72 \Rightarrow R + R' = 72 - 28 = 44$$

$$\Rightarrow C_n H_{2n+1} + C_{n'} H_{2n'+1} = 44$$

$$\Rightarrow 12n + 2n + 1 + 12n' + 2n' + 1 = 44$$

$$\Rightarrow 14n + 14n' + 2 = 44 \Rightarrow 14(n + n') = 42$$

$$\Rightarrow n + n' = 3 \Rightarrow n = 1, n' = 2$$

وبالتالي:  $R: CH_3 -$  و  $R': C_2H_5 -$

أو العكس:  $n = 2, n' = 1$

وفي الحالتين تكون الصيغة الجملة:  $C_4H_8O$

والصيغة نصف المنشورة:  $CH_3 - CO - CH_2 - CH_3$

والتسمية وفق *IUPAC*: بوتان - 2 - ون

نهاية الدرس الأول

## الدّرس الثّاني: الحموض الكربوكسيلية

أولاً - اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) الزمرة الوظيفية في الحموض الكربوكسيلية هي:

أ)  $-OH$       ب)  $-CHO$       ج)  $-CO-$       د)  $-COOH$

2) المادة المستعملة في البلمهة ما بين الجزئية للحموض الكربوكسيلية هي:

أ)  $P_2O_5$        ب)  $MnO_2$       ج)  $LiAlH_4$       د)  $Al_2O_3$

3) ترجع الحموض الكربوكسيلية إلى الأغوال الأولية مباشرة باستخدام:

أ)  $P_2O_5$       ب)  $MnO_2$       ج)  $LiAlH_4$        د)  $Al_2O_3$

ثانياً - أعط تفسيراً علمياً للعبارات الآتية:

1) تأين الحمض الكربوكسيلي في الماء يعطي أيون  $(H_3O^+)$  المميز للمحاليل الحمضية.

الجواب: إن قطبية الرابطة  $(C=O)$  تزيد من قطبية الرابطة  $(O-H)$  في الزمرة الكربوكسيلية ،

$(-COOH)$  ، فينفصل الأيون  $(H^+)$  فيستند إلى مداره الفارغ زوج إلكترونات حر من  $H_2\ddot{O}$  مشكلاً أيون  $(H_3O^+)$ .

2) ارتفاع درجة حرارة غليان الحموض الكربوكسيلية مقارنة بالمواد العضوية المناظرة لها.

الجواب:

يعود إلى تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية ، حيث إنّ الزمرة الوظيفية المميزة للحموض الكربوكسيلية تحتوي على زميرتين قطبيتين هما زمرة الهدروكسيل وزمرة الكربونيل ، بالإضافة إلى الرابطين الهيدروجينيتين اللتين تتكونان بين كل جزئين من الحمض الكربوكسيلي.

3) نقصان ذوبان الحموض الكربوكسيلية في الماء بازدياد كتلتها المولية.

**الجواب:**

بسبب ضعف تأثير الجزء القطبي ( $-COOH$ ) وزيادة فعالية الجزء غير القطبي ( $R$ ) في جزيء الحمض.

4) تآكل طاولات المطابخ المصنوعة من الرخام.

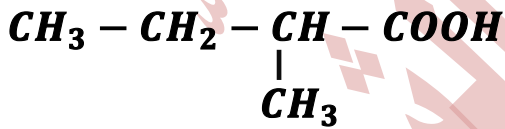
**الجواب:** بسبب تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الرخام.

5) التهيجات الجلدية التي تحدث من لسعات النمل.

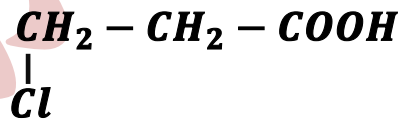
**الجواب:** بسبب إفرازات حمض النمل من غدد بعض أنواع النمل.

**ثالثاً - أجب عن الأسئلة الآتية:**

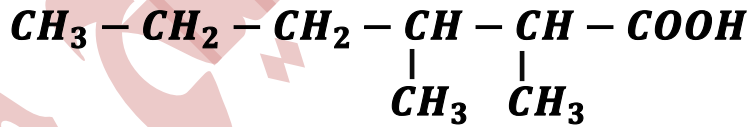
1) اكتب صيغ المركبات الآتية:



حمض 2- ميثيل البوتانويك



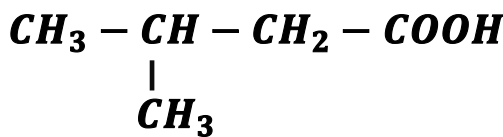
حمض 3- كلورو البروبانويك



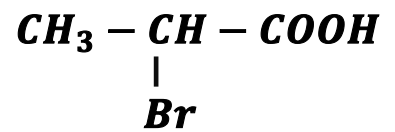
حمض 2،3 - ثنائي ميثيل الهكسانويك

2) سمّ المركبات الآتية:

حمض 3 - ميثيل البوتانويك



حمض 2 - برومو البروبانويك



حمض البنتانويك  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - COOH$

رابعاً - وضح بالمعادلات ما يحدث في التفاعلات الآتية ، وسم المركبات الناتجة:

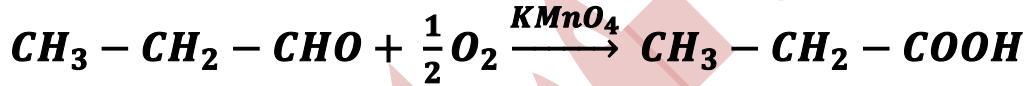
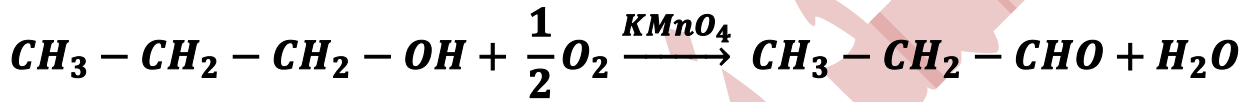
1) أكسدة البروبانول (1- البروبانول) بالمؤكسدات القوية.

2) إرجاع حمض الإيتانويك بالهدروجين بوجود عامل مساعد (البالاديوم).

3) تفاعل حمض الميتانويك مع الإيتانول باستخدام حمض الكبريت.

الجواب:

1) أكسدة البروبانول تتم على مرحلتين:

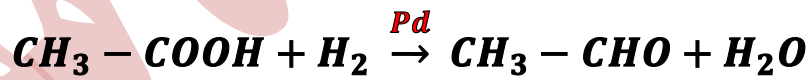


بجمع المعادلتين نجد أن:



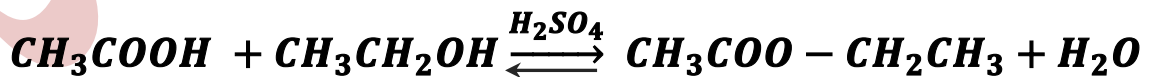
ماء حمض البروبانويك

2) إرجاع حمض الإيتانويك بالهدروجين:



ماء الإيتانال

3) تفاعل حمض الميتانويك مع الإيتانول:



ماء إيتانوات الإيتل



خامساً - حل المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:

حمض كربوكسيلي نظامي وحيد الوظيفة ( $R - COOH$ ) يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم ويعطي ملحاً كتلته  $\left(\frac{4}{5}\right)$  من كتلة الحمض. المطلوب:

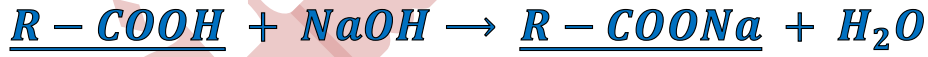
- 1) اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل.
- 2) احسب الكتلة المولية للحمض.
- 3) استنتج صيغة الحمض ، وسمّه.

الـ:\_\_\_\_\_

1) كتابة المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل:



2) حساب الكتلة المولية للحمض:



$M$

$M + 22$

$x$

$y$

$$\frac{\text{كتلة الملح}}{\text{كتلة الحمض}} = \frac{y}{x} = \frac{5}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{M + 22}{M} \Rightarrow 5M = 4(M + 22)$$

$$\Rightarrow 5M = 4M + 88 \Rightarrow M = 88 \text{ g. mol}^{-1}$$

3) استنتاج صيغة الحمض ، وتسميته:

$$R = C_nH_{2n+1} \quad \bullet \text{ كتلة الجذر } R :$$

$$M = R + COOH = 88 \Rightarrow R + 12 + 32 + 1 = 88$$

$$R = 43 \Rightarrow C_nH_{2n+1} = 43 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 43$$

$$14n + 1 = 43 \Rightarrow 14n = 42 \Rightarrow n = \frac{42}{14} = 3$$

$$\Rightarrow R : C_3H_7- \Rightarrow R: CH_3 - CH_2 - CH_2 -$$

• صيغة الحمض:  $C_3H_7COOH$



• اسم الحمض: حمض البوتانويك

### المسألة الثانية:

تؤخذ (5 ml) من حمض الخل التجاري وتمدد بالماء ثم يضاف إليها (2.25 g) من كربونات الكالسيوم النقية ، وعند انطلاق الغاز يرشح الناتج ويجفف ، فكانت كتلة الراسب المتبقي دون تفاعل (0.25 g) ، المطلوب:

1) احسب كتلة حمض الخل النقي في لتر من المحلول التجاري.

2) نأخذ (100 ml) من محلول الحمض السابق ونعامله بالغول الإتيلي ، احسب كتلة الغول المتفاعل.

الـ: \_\_\_\_\_

1) حساب كتلة حمض الخل النقي في لتر من المحلول التجاري:

$$m_{(CaCO_3)} = 2.25 - 0.25 = 2 \text{ g}$$



$$\begin{array}{cc} 100 \text{ g} & 120 \text{ g} \\ x & 2 \text{ g} \end{array}$$

$$x = \frac{2 \times 100}{120} = 2.4 \text{ g} \quad \text{كتلة الحمض:}$$

$$C_a = \frac{m}{V} = \frac{x}{V} = \frac{2.4}{5 \times 10^{-3}} = 480 \text{ g.l}^{-1}$$

(2) حساب كتلة الغول المتفاعل:

إن كتلة الحمض في (100 ml) هي :  $m = C_a \cdot V = 480 \times 0.1 = 48 \text{ g}$



$$\begin{array}{cc} 60 \text{ g} & 46 \text{ g} \\ 48 \text{ g} & y \end{array}$$

$$y = \frac{46 \times 48}{60} = 36.8 \text{ g}$$

نهاية الدرس الثاني

## الدّرس الثالث: مشتقات الحموض الكربوكسيلية

أولاً - اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) المركب العضوي  $H - COO - CH_3$  هو:

أ) حمض كربوكسيلي      ب) غول      ج) إستر       د) كيتون

2) تفاعل الأسترة يحدث في الغول الأولي على الرابطة:

أ)  $C - O$       ب)  $C - H$       ج)  $C - C$       د)  $O - H$

3) يسمى تفاعل الإستر مع هيدروكسيد الصوديوم:

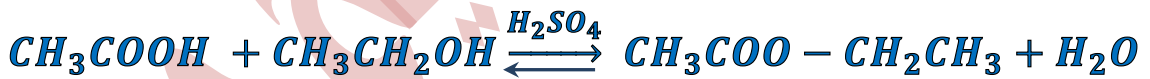
أ) أكسدة      ب) تصبّن       ج) تعديل      د) أسترة

4) ناتج تفاعل إيتانوات الإثيل مع النشادر هو:

أ) أسيتون      ب) بروبانول      ج) أسيت ألدهيد      د) أسيت أميد

ثانياً - أجب عن الأسئلة الآتية:

1) يتفاعل حمض الإيتانويك مع الإيتانول في حمام مائي بوجود حمض الكبريت المركز وفق المعادلة الآتية:



1) سمّ المركب العضوي الناتج بحسب الاتحاد الدولي.

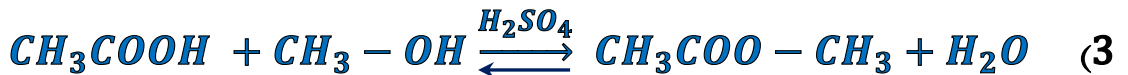
2) ما دور حمض الكبريت المركز في هذا التفاعل؟

3) أعد كتابة المعادلة باستخدام الميتانول بدلاً من الإيتانول. وسمّ المركب الناتج.

الجواب:

1) إيتانوات الإثيل.

2) حفّاز.



إيتانوات الميثيل

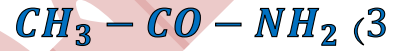
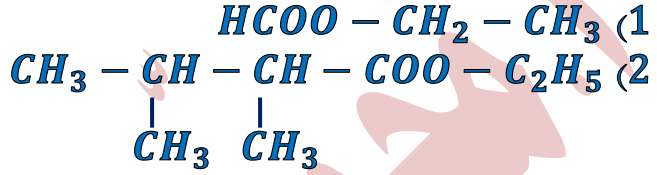
2) اكتب صيغ المركبات الآتية:

1) ميثانوات الإثيل.

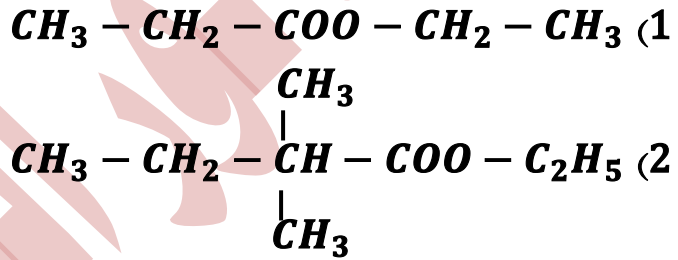
2، 3 - ثنائي ميثيل بوتانوات الإثيل.

3) الأسيت أميد.

الجواب:



3) سمّ المركبات الآتية:



الجواب:

1) بروبانوات الإثيل

2، 2 - ثنائي ميثيل بوتانوات الإثيل

3) بوتان أميد

ثالثاً - فسّر ما يأتي:

1) الأميدات ذات درجات انصهار وجليان مرتفعة نسبياً.

الجواب: بسبب وجود الروابط الهيدروجينية بين جزيئاتها.

2) درجات جليان الإسترات أقل من درجات جليان الحموض الكربوكسيلية الموافقة.

الجواب: لأنها غير قادرة على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

رابعاً - اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن التفاعلات الآتية. وسمّ المركبات الناتجة:

- 1) تفاعل ميثانوات الإثيل مع الماء بوجود حمض الكبريت.
- 2) تفاعل بروبانوات الإثيل مع هيدروكسيد البوتاسيوم.
- 3) تفاعل إيتانوات الإثيل مع النشادر.

الجواب:



حمض الميثانويك      الإيتانول



بروبانوات البوتاسيوم      الإيتانول



الأسيت أميد      الإيتانول

خامساً - حل المسألة الآتية:

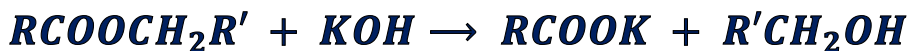
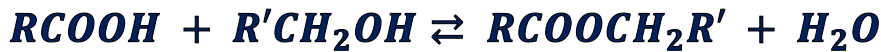
مركب عضوي (A) له الصيغة المجملية (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>) ينتج من تأثير حمض كربوكسيلي وحيد الوظيفة (R - COOH) في غول أولي مشبع وحيد الوظيفة (R' - CH<sub>2</sub> - OH) وإذا أثر هيدروكسيد البوتاسيوم في المركب العضوي (A) أعطى ملحاً كتلته (49/51) من كتلة المركب (A). والمطلوب:

1) اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن جميع التفاعلات الحاصلة.

2) استنتج صيغة كل من الحمض والغول ، وسمّ كلاهما.

الجواب:

1) كتابة المعادلات الكيميائية المعبرة عن جميع التفاعلات الحاصلة:



2) استنتاج صيغة كل من الحمض والغلول ، وتسمية كلاً منهما:

كتلة الإستر:  $R - COOCH_2 - R'$

$$R + R' + 58 = C_5H_{10}O_2 = 102$$



$$102 \text{ g}$$

$$R + 83$$

$$x$$

$$y$$

$$\frac{\text{كتلة ملح كربوكسيلات البوتاسيوم}}{\text{كتلة الإستر}} = \frac{y}{x} = \frac{49}{51}$$

$$\Rightarrow \frac{49}{51} = \frac{R + 83}{102} \Rightarrow R + 83 = 49 \times 2 \Rightarrow R = 98 - 83 = 15$$

$$C_nH_{2n+1} = 15 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow 14n + 1 = 15$$

$$( \text{وهو جذر المتيل} ) \quad n = 1 \Rightarrow R : CH_3 -$$

والحمض هو حمض الإيتانويك ( حمض الخل ) :  $CH_3 - COOH$

لمعرفة:  $R'$

$$R' + 15 + 58 = 102$$

$$R' = 29 \Rightarrow C_{n'}H_{2n'+1} = 29 \Rightarrow 12n' + 2n' + 1 = 29$$

$$\Rightarrow 14n' + 1 = 29 \Rightarrow 14n' = 28$$

$$( \text{وهو جذر الإثيل} ) \quad n' = 2 \Rightarrow R' : C_2H_5 -$$

والغلول هو 1- البروبانول ( الغلول البروبيلي ) :  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$

## نهاية الدرس الثالث

## الدّرس الرَّابِع: الأَمِينات

أولاً - صَنّف الأَمِينات الآتية إلى ( أولية - ثانوية - ثالثة ) .



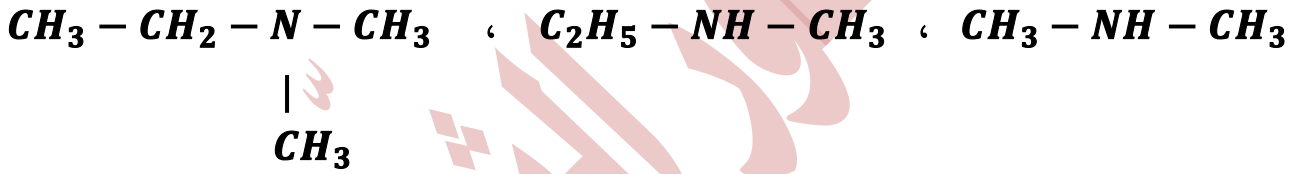
ثالثة

ثانوية

أولية

ثانياً - أجب عن الأسئلة الآتية:

1) سمّ المركبات الآتية:



N,N - ثنائي متيل أمينو الإيتان

N - متيل أمينو الإيتان

N - متيل أمينو الميتان

2) اكتب صيغ المركبات الآتية:

أمينو بروبان:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$

N - إيتيل أمينو بروبان:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{C}_2\text{H}_5$

N,N - ثنائي متيل أمينو بروبان:  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$



ثالثاً - أعط تفسيراً علمياً لكل من العبارات الآتية:

1) درجات غليان الأمينات الأولية والثانوية أعلى من درجات غليان الألكانات والإيترات الموافقة.

الجواب: بسبب الروابط الهيدروجينية بين جزيئاتها.

2) تمتاز الأمينات بصفة أساسية ضعيفة.

الجواب: لوجود زوج إلكتروني حر على ذرة النتروجين  $R - \ddot{N}H_2$ .

3) الرائحة الكريهة المنبعثة من السمك الفاسد.

الجواب: تعود إلى تشكّل أمينات أربلية ذات رائحة كريهة ، وهي خطيرة على صحة الإنسان عند تناوله.

رابعاً - حل المسألة الآتية:

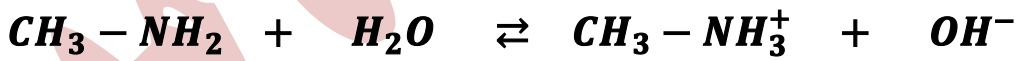
محلول متيل أمين تركيزه  $(0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1})$  وثابت تأينه  $(5 \times 10^{-6})$  ، المطلوب:

1) اكتب معادلة تأينه وحدّد الأزواج المترافقة حسب مفهوم برونشتد - لوري.

2) احسب  $pH$  هذا المحلول.

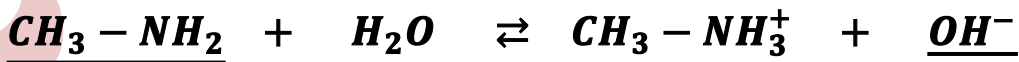
الـ

1) كتابة معادلة تأين الأمين وتحديد الأزواج المترافقة حسب مفهوم برونشتد - لوري.



أساس ( 1 )      حمض ( 2 )      حمض ( 1 )      أساس ( 2 )

2) حساب  $pH$  هذا المحلول:



التركيز الابتدائية      0.2      0      0

تركيز العوازن      0.2 - x      x      x

$$K_C = \frac{[CH_3 - NH_3^+][OH^-]}{[CH_3 - NH_2]} = \frac{x^2}{0.2 - x} \approx \frac{x^2}{0.2}$$

$$5 \times 10^{-6} \approx \frac{x^2}{0.2} \Rightarrow x^2 = 0.2 \times 5 \times 10^{-6} = 10^{-6}$$

$$x = [OH^-] = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

## نهاية الدرس الرابع

المدرّس: أ. محمد نور الشيخ موسى

حماة - ثانوية عثمان الحوراني



## المسائل العامة للوحدة السادسة

### حلّ المسائل الآتية:

#### المسألة الأولى:

يحتوي حمض كربوكسيلي وحيد الوظيفة على (53.3%) من الأكسجين ، المطلوب:

- 1) احسب الكتلة الجزيئية (المولية) للحمض.
- 2) اكتب صيغته نصف المنشورة وسمّه.
- 3) اكتب بالصيغ نصف المنشورة المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الحمض المذكور مع الميثانول وسمّ نوع التفاعل وعلى أي نوع من روابط الميثانول يحدث هذا التفاعل؟

#### الـ:\_\_\_\_\_

1) حساب الكتلة الجزيئية (المولية) للحمض:

كل 100 g حمض يحوي 53.33 g أكسجين

كل  $Mg.mol^{-1}$  حمض يحوي  $32 g.mol^{-1}$  أكسجين

$$M = \frac{100 \times 32}{53.33} = 60 g.mol^{-1}$$

الكتلة المولية للحمض:

2) كتابة صيغته نصف المنشورة وتسميته:

الصيغة العامة للحمض الكربوكسيلي:  $R - COOH$  وبالتالي:  $R + COOH = 60$

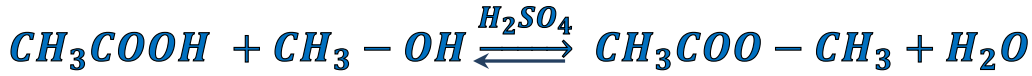
الكتلة المولية للذرات:  $45 = COOH$  وبالتالي:  $R = 60 - 45 = 15$

الصيغة العامة للجذر الألكيلي:  $C_nH_{2n+1}$  وبالتالي:  $C_nH_{2n+1} = 15$

$$12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow 14n = 14 \Rightarrow n = 1$$

فالجذر الألكيلي هو  $CH_3 -$  جذر المثيل ، فالحمض هو حمض الخل (الإيثانويك) :  $CH_3COOH$ .

3) كتابة المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الحمض المذكور مع الميثانول بالصيغ نصف المنشورة وتسمية نوع التفاعل وتحديد على أي نوع من روابط الميثانول يحدث هذا التفاعل:



يسمى التفاعل: أسترة ، ويحصل بتحطيم الرابطة  $O - H$  في الميثانول.

### المسألة الثانية:

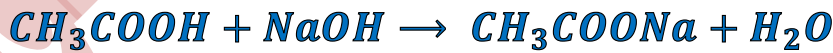
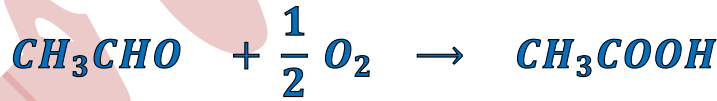
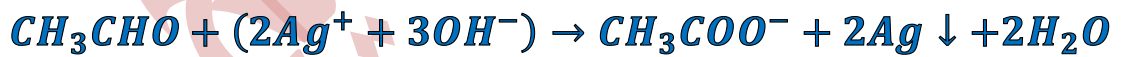
محلول للألدهيد الإيتيلي ( الإيتانال ) حجمه (  $200 \text{ ml}$  ) يقسم إلى قسمين متساويين ( أ ) و ( ب ):

- يضاف إلى القسم ( أ ) محلول نترات الفضة النشادري ( كاشف تولن ) فينتج راسب كتلته (  $2.16 \text{ g}$  ) .
  - يؤكسد القسم ( ب ) أكسدة تامة ثم يعاير الناتج بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  )
- المطلوب:

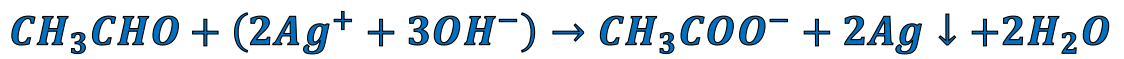
- 1) اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن جميع التفاعلات الحادثة.
- 2) احسب تركيز محلول الإيتانال المستعمل بـ (  $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  ) ثم بـ (  $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$  ) .
- 3) احسب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل في المعايرة للوصول إلى نقطة التكافؤ.

### الـ

1) كتابة المعادلات الكيميائية المعبرة عن جميع التفاعلات الحادثة:



2) حساب تركيز محلول الإيتانال المستعمل بـ (  $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  ) ثم بـ (  $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$  ):



44g

x

216g

2.16g

كتلة الإيتانال المتفاعل:

$$x = \frac{44 \times 2.16}{216} = 0.44 \text{ g}$$

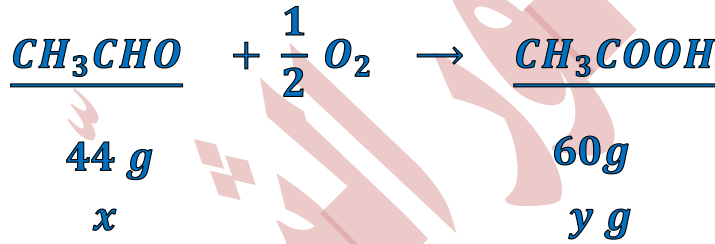
تركيز الإيتانال بالغرام في اللتر:

$$C_{(g.l^{-1})} = \frac{m}{V} = \frac{0.44}{0.1} = 4.4 \text{ g.l}^{-1}$$

تركيز الإيتانال بالمول في اللتر:

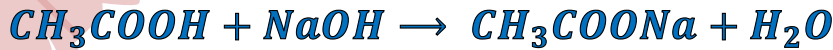
$$C_{(mol.l^{-1})} = \frac{C_{(g.l^{-1})}}{M} = \frac{4.4}{44} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

3) حساب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل في المعايرة للوصول إلى نقطة التكافؤ.



$$y = \frac{60 \times 0.44}{44} = 0.60 \text{ g} \text{ كتلة حمض الخل الناتج عن أكسدة الإيتانال:}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{y}{M} = \frac{0.60}{60} = 0.01 \text{ mol} \text{ عدد مولات حمض الخل:}$$



$$n_{(\text{حمض})} = n'_{(\text{أساس})} \text{ العلاقة الأساسية في المعايرة عند تمام التكافؤ:}$$

$$n_{(CH_3COOH)} = C_{(mol.l^{-1})} \times V_{(NaOH)}$$

$$0.01 = 0.5 \times V_{(NaOH)}$$

$$V_{(NaOH)} = \frac{0.01}{0.5} = 0.02 \text{ l}$$

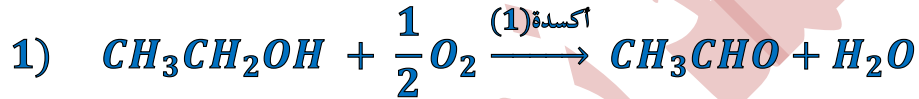
### المسألة الثالثة:

يؤكسد ( 23 g ) من الإيثانول أكسدة تامة ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى  $l \left(\frac{1}{4}\right)$  ، ثم يعاير المحلول الناتج باستعمال محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (  $1 \text{ mol} \cdot l^{-1}$  ). المطلوب:

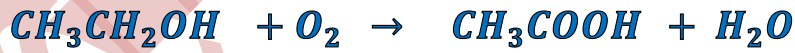
- 1) اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن جميع التفاعلات الحاصلة.
- 2) احسب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم للمعايرة واحسب (pH) هذا المحلول.
- 3) احسب تركيز الملح الناتج في المحلول بعد المعايرة.

### الـحـلـ:

1) كتابة المعادلات الكيميائية المعبرة عن جميع التفاعلات الحاصلة:



2) حساب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم للمعايرة وحساب (pH) هذا المحلول:



46 g

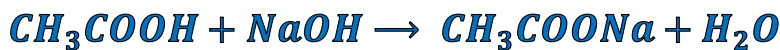
60 g

23 g

x

$$x = \frac{60 \times 23}{46} = 30 \text{ g} \quad \text{كتلة حمض الخل الناتج عن الأكسدة:}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{x}{M} = \frac{30}{60} = 0.5 \text{ mol} \quad \text{عدد مولات حمض الخل:}$$



$$n_{(\text{حمض})} = n'_{(\text{أساس})} \quad \text{العلاقة الأساسية في المعايرة عند تمام التكافؤ:}$$

$$n_{(CH_3COOH)} = C_{(mol \cdot l^{-1})} \times V_{(NaOH)}$$

$$0.5 = 1 \times V_{(NaOH)} \Rightarrow V_{(NaOH)} = \frac{0.5}{1} = 0.5 l$$

هيدروكسيد الصوديوم أساس قوي تأينه تام في الماء:

$$[OH^-] = [NaOH] = 1 mol.l^{-1}$$

من الجدء الشاردي ( الأيوني ) للماء:  $[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$

$$[H_3O^+] \times 1 = 10^{-14} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-14} mol.l^{-1}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] \quad \text{علاقة سورنسن:}$$

$$pH = -\log 10^{-14} = 14 \quad \text{بالتعويض:}$$

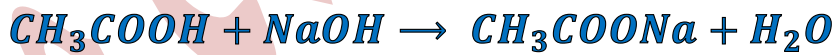
3) حساب تركيز الملح الناتج في المحلول بعد المعايرة:

$$\text{تركيز المحلول الملحي} = \frac{\text{كتلة الملح}}{\text{حجم المحلول الملحي}}$$

حجم المحلول الملحي = حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم + حجم محلول حمض الخل الناتج عن أكسدة الإيتانول

$$V = 0.5 + 0.25 = 0.75 l$$

حساب كتلة الملح:



60 g

82 g

30g

y

$$y = \frac{30 \times 82}{60} = 41 g \quad \text{كتلة ملح خلات الصوديوم الناتج:}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} \Rightarrow C = \frac{m}{MV} \quad \text{تركيز ملح خلات الصوديوم الناتج:}$$

$$C = \frac{41}{82 \times 0.75} = \frac{1}{1.5} \Rightarrow C = \frac{2}{3} mol.l^{-1}$$

### المسألة الرابعة:

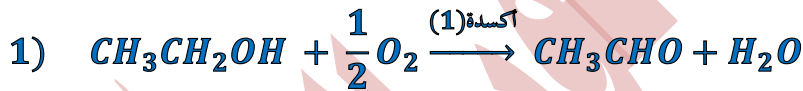
يؤكسد مزيج من ( الإيثانول والإيثانال ) أكسدة تامة بمادة مؤكسدة ويمدد الناتج بالماء المقطر حتى يصبح حجمه (100 ml) ، يعاير بصورة كاملة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (0.5 mol . l<sup>-1</sup>) ، فلزم لذلك (200 ml) ، ثم يؤخذ مزيج مماثل وتضاف إليه كمية من محلول فهلنغ فينتج راسب كتلته (3.6 g) . المطلوب:

- 1) اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن جميع التفاعلات الحاصلة.
- 2) احسب كتلة المزيج المستعمل في كل مرة.

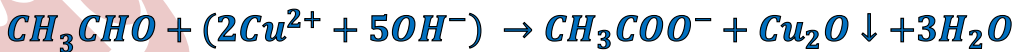
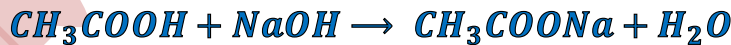
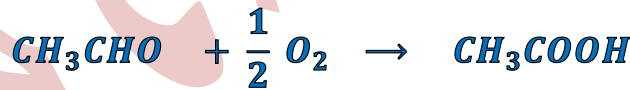
### الاجابة:

1) كتابة المعادلات الكيميائية المعبرة عن جميع التفاعلات الحاصلة:

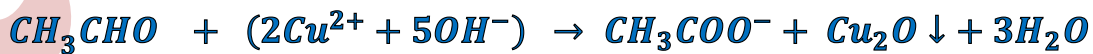
• أكسدة الإيثانول:



• أكسدة الإيثانال:



2) حساب كتلة المزيج المستعمل في كل مرة.



44g

x

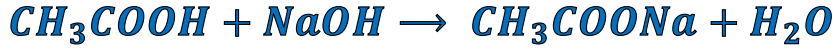
144g

3.6g

$$x = \frac{44 \times 3.6}{144} = 1.1 g$$



معادلة معايرة حمض الخل ( الناتج عن أكسدة المزيج ) بمحلول هيدروكسيد الصوديوم:



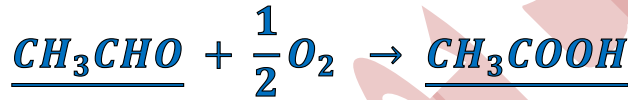
العلاقة الأساسية في المعايرة عند تمام التكافؤ:  $n_{(حمض)} = n'_{(أساس)}$

$$n_{(CH_3COOH)} = n'_{(NaOH)}$$

$$\frac{m}{M} = CV$$

$$\frac{m}{60} = 0.5 \times \frac{200}{1000} \Rightarrow m = 6 \text{ g}$$

حساب كتلة حمض الخل الناتج عن أكسدة الإيثانال:

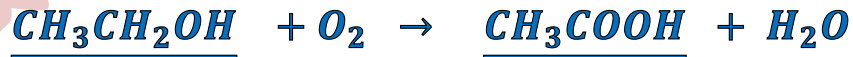


$44 \text{ g}$	$60 \text{ g}$
$1.1 \text{ g}$	$y$

$$y = \frac{1.1 \times 60}{44} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ g}$$

كتلة حمض الخل الناتج عن أكسدة الإيثانال:  $y' = 6 - 1.5 = 4.5 \text{ g}$

كتلة الإيثانول في المزيج:



$46 \text{ g}$	$60 \text{ g}$
$x'$	$4.5 \text{ g}$

$$x' = \frac{46 \times 4.5}{60} = 3.54 \text{ g}$$

كتلة المزيج:  $m = x + x' = 3.45 + 1.1 = 4.55 \text{ g}$

### المسألة الخامسة:

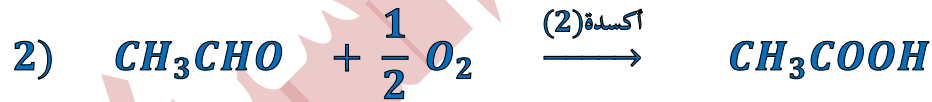
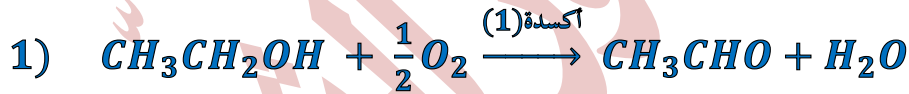
مزيج من الإيتانول والإيتانال كتلته ( 27.2 g ) يؤكسد هذا المزيج أكسدة تامة فينتج ( 36 g ) من حمض كربوكسيلي ، المطلوب :

- 1) اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن جميع التفاعلات الحادثة.
- 2) احسب كتلة كل من الإيتانول والإيتانال في المزيج.
- 3) يمدد المحلول الحمضي الناتج بالماء المقطر حتى يصبح حجمه ( 400 ml ) ويعاير منه ( 40 ml ) بمحلول هيدروكسيد الصوديوم فيلزم لذلك ( 30 ml ) . احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل مقدراً بـ (  $mol \cdot l^{-1}$  ) ، ثم احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم فيه.

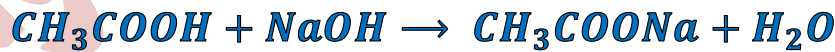
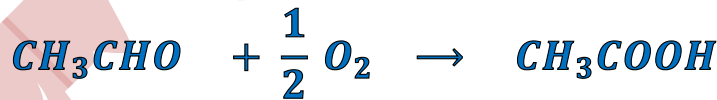
### الـ

1) كتابة المعادلات الكيميائية المعبرة عن جميع التفاعلات الحاصلة:

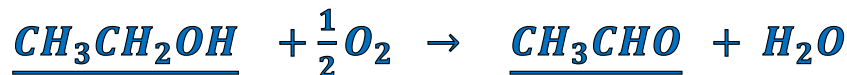
● أكسدة الإيتانول:



● أكسدة الإيتانال:



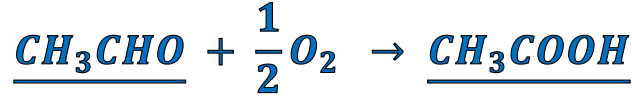
2) حساب كتلة كل من الإيتانول والإيتانال في المزيج:



$$64 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 44 \text{ g}$$

$$x \qquad \qquad \qquad y$$

$$y = \frac{44 \times x}{46} = \frac{22x}{23} \dots \dots (1)$$



$$\begin{array}{ccc} 44 \text{ g} & & 60 \text{ g} \\ 27.2 - x & & 36 - y \end{array}$$

$$44(36 - y) = 60(27.2 - x) \dots \dots (2)$$

بحل جملة المعادلتين (1) و (2) نحصل على:

$$\text{كتلة الإيتانول} = 18.4 \text{ g}$$

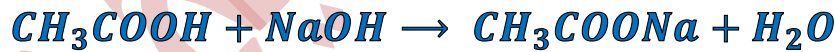
$$\text{كتلة الإيتانال} = 8.8 \text{ g}$$

(3) حساب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل مقدراً بـ  $(mol \cdot l^{-1})$  ، ثم حساب كتلة هيدروكسيد الصوديوم فيه:

حساب تركيز حمض الخل الناتج:

$$C_{(CH_3COOH)} = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{MV} = \frac{36}{60 \times 0.4} = \frac{1}{24} = 1.5 \text{ mol} \cdot l^{-1}$$

حساب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم:



العلاقة الأساسية في المعايرة عند تمام التكافؤ:  $n_{(حمض)} = n'_{(أساس)}$

$$n_{(CH_3COOH)} = n'_{(NaOH)}$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$1.5 \times 40 = C_2 \times 30 \Rightarrow C_2 = \frac{1.5 \times 40}{30} = 2 \text{ mol} \cdot l^{-1}$$

$$m_{(NaOH)} = C V M \Rightarrow m_{(NaOH)} = 2 \times 0.03 \times 40 \Rightarrow m_{(NaOH)} = 2.4 \text{ g}$$

### المسألة السادسة:

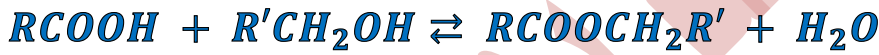
ينتج إستر من تفاعل غول أولي مشبع وحيد الوظيفة ( $R' - CH_2OH$ ) مع حمض كربوكسيلي وحيد الوظيفة ( $R - COOH$ ) فإذا علمت أن الصيغة المجملة للإستر ( $C_6H_{12}O_2$ ) وأنه يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم ، معطياً ملحاً كتلته ( $\frac{24}{29}$ ) من كتلة الإستر نفسه ، المطلوب:

1) استنتاج صيغة كل من الحمض والغول المستعملين وسمّ كلاً منهما.

2) اكتب الصيغة نصف المنشورة للإستر الناتج وسمّه.

### الـجـواب:

1) استنتاج صيغة كل من الحمض والغول المستعملين وتسمية كلاً منهما:



ماء                      الإستر                      الغول                      الحمض الكربوكسيلي

ملاحظة:

الصيغة المجملة للإستر ( $RCOOCH_2R'$ ) هي ( $C_6H_{12}O_2$ ) وكتلته المولية هي: ( $116 \text{ g.mol}^{-1}$ )

$$\text{كتلة الملح} = \frac{24}{29} = \text{من كتلة الإستر}$$

$$116 \times \frac{24}{29} = R + 67$$

$$96 = R + 67 \Rightarrow 96 - 67 = R \Rightarrow R = 29$$

$$C_nH_{2n+1} = 29 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 29$$

$$14n = 28 \Rightarrow n = 2$$

$R$ :  $CH_3 - CH_2 -$  هو جذر الإثيل

وصيغة الحمض:  $CH_3 - CH_2 - COOH$  وهو حمض البروبانويك

نستبدل  $R$  في صيغة الإستر فتصبح:  $CH_3 - CH_2 - COOCH_2R'$

كتلة هذا الإستر هي 116 ومنه:  $CH_3 - CH_2 - COOCH_2 + R' = 116$

$$R' = 116 - 87 \Rightarrow R' = 29$$

$R'$ :  $CH_3 - CH_2 -$  هو جذر الإثيل

وصيغة الغول:  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$  وهو 1- البروبانول.

(2) كتابة الصيغة نصف المنشورة للإستر الناتج وتسميته:

صيغة الإستر: باستبدال  $R'$  في الصيغة

نجد:  $CH_3 - CH_2 - COO - CH_2 - CH_2 - CH_3$

اسم الإستر: بروبانوات نظامي البروبيل.

أجب عن الأسئلة الآتية:

(1) اكتب المعادلة الكيماوية المعبرة عن تفاعل الإيثيل أمين مع بلا ماء حمض الخل وسمّ النواتج .



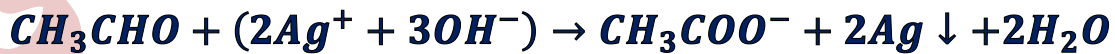
حمض الإيتانويك      -N- إيثيل الأست أميد      إيثيل الأمين      بلا ماء حمض الخل

(2) اكتب المعادلة الكيماوية المعبرة عن تفاعل كلور الأسيتيل مع الإيثيل أمين ، اكتب اسم المركب العضوي الناتج.



حمض كلور الماء      -N- إيثيل الأست أميد      إيثيل الأمين      كلور الأسيتيل

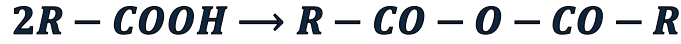
(3) اكتب بالصيغ المفصلة المعادلة الكيماوية المعبرة عن تفاعل كاشف تولن مع الأسيت ألدهيد (الإيتانال) ، واذكر الفائدة الصناعية لهذا التفاعل.



ماء      فضة      شاردة الخلات      كاشف تولن      الإيتانال

يفيد هذا التفاعل في صناعة المرايا

4) تتبلمه الحموض الكربوكسيلية بلمهة ما بين الجزيئية بوجود وسيط مناسب ، اكتب المعادلة الكيماوية المعبرة عن ذلك بالصيغ العامة واذكر الوسيط البلمهة.



الوسيط خماسي أوكسيد الفوسفور

5) اكتب المعادلة الكيماوية المعبرة عن تفاعل ضم الأستون ( بروبانون ) لسيان الهيدروجين ، وسمّ المركب الناتج.



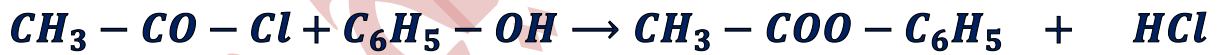
2- هيدروكسي - 2- ميثيل بروبان نتريل

6) اكتب معادلة تفاعل حمض كربوكسيلي مع خماسي كلور الفوسفور ، وسمّ النواتج .



غاز كلور الهيدروجين أوكسي كلور الفوسفور كلور الحمض الكربوكسيلي

7) اكتب المعادلة الكيماوية المعبرة عن تفاعل كلور الأستيل مع الفينول وسمّ النواتج .



إيتانوات الفينيل حمض كلور الماء

## نهاية الوحدة السادسة

مع الأمل بالنجاح والتفوق لجميع الطلاب والطالبات

المدرس: أ. محمد نور الشيخ موسى - حماة - 2013 م

## المحتوى

رقم الصفحة	الدرس	الوحدة
9 - 1	الكيمياء النووية	الأولى الكيمياء النووية
17 - 10	الكيمياء الحرارية	الثانية الكيمياء الحرارية
25 - 18	سرعة التفاعلات الكيميائية	الثالثة الحركية الكيميائية
36 - 27	التوازن الكيميائي	الرابعة التوازن الكيميائي
42 - 37	الحموض والأسس	الخامسة الكيمياء التحليلية
50 - 43	المحاليل المائية للأملاح	
55 - 51	التحليل الكمي ( المعاييرة )	
61 - 56	المسائل العامة للوحدة	
68 - 62	الألدهيدات والكيونات	السادسة الكيمياء العضوية
74 - 69	الحموض الكربوكسيلية	
82 - 75	مشتقات الحموض الكربوكسيلية	
93 - 83	الأمينات	
94 - 94	المحتوى	

انتظروا المزيد بإذن الله تعالى وتوفيقه