# الجمهوريّة العربيّة السوريّة

# وزارة التربية

# المركز الوطني لتطوير المناهج التربويّة

## حلول كتاب الكيمياء للصف الثالث الثانوي العلمي

نشاط(2): صفحة 9

أكمل، ثمّ وازن التحولات النّوويّة الآتية، وحدّد نوع كلّ منها:

$\boxed{235}_{92}U \longrightarrow {}^{231}_{\boxed{90}}Th + {}^{4}_{\boxed{2}}He + Energy$ تحول ألفا

${}^{90}_{38}Sr \longrightarrow {}^{90}_{39}Y + {}^{0}_{-1}\beta + Energy$ تحول بيتا

$\boxed{92}_{\boxed{44}}Ru + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{92}_{43}Tc + Energy$ تحول من نوع أسر إلكتروني (تصحح كما يلي)

${}^{212}_{\boxed{84}}Po \rightarrow {}^{\boxed{208}}_{82}Pb + {}^{4}_{\boxed{2}}He + Energy$ تحول ألفا

نشاط(3) ص11

قارن بين جسيم بيتا والبوزيترون من حيثُ (موقع النّواة التي تطلق كلّ منهما بالنّسبة لحزام الاستقرار، التأثّر بالحقل الكهربائيّ)

-النوى التي تطلق جسيم بيتا تقع فوق حزام الاستقرار بينما النوى التي تطلق بوزيترون تقع تحت حزام الاستقرار

-جسيمات بيتا تنحرف نحو اللبوس الموجب بينما البوزيترون ينحرف نحو اللبوس السالب.

نشاط(5): ص13

يتحوّل اليورانيوم المشعّ ${}^{235}_{92}U$ إلى الرّصاص المستقرّ ${}^{207}_{82}Pb$، المطلوب:

1-احسب عدد التّحوّلات من النّمط ألفا ، والتّحولات من النّمط بيتا التي يقوم بها اليورانيوم حتّى يستقرّ .

2-اكتب المعادلة النّوويّة الكلّيّة.

الحلّ: ${}^{235}_{92}U \rightarrow x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e + {}^{207}_{82}Pb + Energy$

-1 $235 = 4x + y(0) + 207 \quad \Rightarrow x = 7$

-2 $92 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 2(7) + 82 - 92 = 4$

-3 ${}^{235}_{92}U \rightarrow 7\,{}^{4}_{2}He + 4\,{}^{0}_{-1}e + {}^{207}_{82}Pb + Energy$

نشاط(7): ص14

تشعّ الشّمس طاقة مقدارها $38 \times 10^{27}\ J$ في كلّ ثانية، احسب مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال ثلاث دقائق علماً أنّ $c = 3\times10^{8}\ m.s^{-1}$.

الحل: $\Delta E = \Delta m.c^2$

$$-38\times10^{27}\times3\times60 = \Delta m(3\times10^{8})^2$$

$$\Delta m = \frac{-38\times10^{27}\times3\times60}{9\times10^{16}} = -76\times10^{12}\ kg$$

نشاط(9): ص16

عند قذف نواة الزّئبق ${}^{200}_{80}Hg$ ببروتون تتحوّل إلى نواة الذّهب مطلقة جسيم ألفا ، اكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة عن التّفاعل.

${}^{200}_{80}Hg + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{197}_{79}Au + {}^{4}_{2}He + Energy$

نشاط(11):ص17

أكمل ، ثمّ وازن التّفاعل النّوويّ الآتي محدّداً نوعه:

${}^{236}_{92}U \longrightarrow {}^{\boxed{137}}_{52}Te + {}^{97}_{\boxed{40}}Zr + 2\,{}^{\boxed{1}}_{\boxed{0}}n + Energy$ تفاعل انشطار

نشاط(12):ص18

أكمل التّفاعل النّوويّ الآتي، ثمّ اكتب نوع هذا التّفاعل:

$4\,{}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{+1}e + Energy$ تفاعل اندماج

## أختبر نفسي

**أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:**

1. يتوقّف عمر النّصف للعنصر المشعّ على:
   a. كتلة العنصر المشعّ.
   b. الرّوابط الكيميائيّة للعنصر المشعّ.
   c. درجة حرارة العنصر المشعّ.
   **d. نوع العنصر المشعّ.**

2. تحدث في الشّمس تفاعلات نوويّة من نوع:
   a. انشطار.
   **b. اندماج.**
   c. التقاط.
   d. تطاير.

3. من خاصّيّات أشعّة غاما:
   a. تتأثّر بالحقل الكهربائيّ.
   b. تتأثّر بالحقل المغناطيسيّ.
   **c. تنتشر بسرعة الضّوء.**
   d. نفوذيّتها أقلّ من جُسيمات بيتا.

4. تتفكّك نواة الثّوريوم ${}^{228}_{90}Th$ بإطلاقها لجسيمات ألفا متحوّلةً إلى نواة البولونيوم ${}^{216}_{84}Po$ ، فإنّ عدد جسيمات ألفا المنطلقة خلال هذا التحوّل يساوي:
   a. 2
   **b. 3**
   c. 4
   d. 5

5. تتحوّل نواة الكربون ${}^{14}_{6}C$ إلى نواة النّتروجين ${}^{14}_{7}N$ ، وتطلق عندئذٍ:
   a. نيوترون
   b. بوزيترون
   **c. جسيم بيتا**
   d. جسيم ألفا

6. عند تحوّل نواة النّتروجين ${}^{14}_{7}N$ إلى نواة الكربون المشعّ ${}^{14}_{6}C$ ، فإنّها:
   a. تلتقط نيوترون وتطلق ألفا
   b. تلتقط بروتون وتطلق نيوترون
   c. تلتقط بوزيترون وتطلق نيوترون
   **d. تلتقط نيوترون وتطلق بروتون.**

7. يبلغ عمر النّصف لمادّة مشعّة $t_{\frac{1}{2}} = 24\,days$ وكتلتها 1kg، تكون نسبة ما تبقّى منها بعد 72days مساويةً:
   **a. $\frac{1}{8}$**
   b. $\frac{1}{4}$
   c. $\frac{1}{18}$
   d. $\frac{7}{8}$

8. يبلغ عدد النّوى في عيّنة مشعّة $8\times10^{20}$ ، وبعد زمن قدره 120s يصبح عدد النّوى $10^{20}$ ، فيكون عمر النّصف لهذه المادّة مساوياً:
   a. 20s
   b. 30s
   **c. 40s**
   d. 60s

9. تطلق نواة عنصر مشعّ ${}^{A}_{Z}X$ جسيم ألفا ثمّ تطلق النّواة النّاتجة جسيم بيتا، فتنتج نواة:
   a. ${}^{A-4}_{Z-3}y$
   b. ${}^{A-4}_{Z-2}y$
   c. ${}^{A-4}_{Z+3}y$
   **d. ${}^{A-4}_{Z-1}y$**

10. نواة عنصر غير مستقرّة تقع فوق حزام الاستقرار، للعودة إلى حزام الاستقرار، فإنّها تُطلق جسيم:
    **a. ${}^{0}_{-1}e$**
    b. ${}^{0}_{+1}e$
    c. ${}^{1}_{0}n$
    d. ${}^{1}_{1}H$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

1- يُعدّ النيوترون أفضل قذيفة نوويّة.

لأنه معتدل الشحنة فلا يحدث تدافع كهربائي بينه وبين النواة المقذوفة.

2- كتلة النّواة أصغر من مجموع كتل مكوّناتها وهي حرّة.

بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة.

3-إطلاق النّواة للبوزيترون.

بسبب تحول بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة فينطلق بوزيترون خارج النواة.

4- يرافق تفاعل الاندماج النّووي انطلاق طاقة هائلة.

بسبب النقص في الكتلة وتحول هذا النقص في الكتلة إلى طاقة.

5-إطلاق النّواة للإلكترونات المؤلفة لجسيمات بيتا.

بسبب تحول نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فينطلق جسيم بيتا خارج النواة.

6-عدم تأثر أشعّة غاما بالحقل الكهربائيّ.

لأنها أمواج كهرطيسية عديمة الشحنة.

7- تأثّر كلّ من جسيمات ألفا وجسيمات بيتا بالحقل الكهربائيّ

لأن كل منهما يحمل شحنة كهربائية.

ثالثاً- أجب عن الأسئلة الآتية:

1-احسب عدد التّحوّلات من النّمط ألفا، وعدد التّحولات من النّمط بيتا عند تحوّل نظير الثّوريوم $^{232}_{90}Th$ المشعّ إلى نظير الرّصاص غير المشعّ $^{208}_{82}Pb$ .

الحلّ: $^{232}_{90}Th \rightarrow x\,^{4}_{2}He + y\,^{0}_{-1}e + ^{208}_{82}Pb + Energy$

$$232 = 4x + y(0) + 208 \quad \Rightarrow x = 6$$

$$90 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 2(6) + 82 - 90 = 4$$

$$^{232}_{90}Th \rightarrow 6\,^{4}_{2}He + 4\,^{0}_{-1}e + ^{206}_{82}Pb + Energy$$

2- قارن بين جسميات ألفا وبيتا من حيثُ (النّفوذيّة، الشّحنة، السّرعة)

| | جسيمات ألفا (α) | جسيمات بيتا (β) |
|---|---|---|
| **الشحنة** | تحمل شحنتين موجبتين. | تحمل شحنة سالبة. |
| **النّفوذيّة** | نفوذيتها ضعيفة. | نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات ألفا. |
| **السرعة بالنسبة لسرعة الضوء** | 0.05 c | 0.9 c |

3- أكمل، كل من التّفاعلات النّوويّة الآتية، ثم حدّد نوعها.

التقاط $^{63}_{29}Cu + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{64}_{29}Cu + energy$

تطافر $^{10}_{5}B + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{7}_{3}Li + ^{4}_{2}He + energy$

انشطار $^{236}_{92}U \longrightarrow ^{132}_{51}Sb + ^{101}_{41}Nb + 3^{1}_{0}n + Energy$

4- أكمل التحولات النّوويّة الآتية:

$^{212}_{83}Bi \longrightarrow ^{212}_{84}Po + ^{0}_{-1}\beta + Energy$

$^{40}_{19}K + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{40}_{18}Ar + Energy$

$^{220}_{86}Rn \longrightarrow ^{216}_{84}Po + ^{4}_{2}He + Energy$

5-تلتقط نواة عنصر الأرغون $^{37}_{18}Ar$ إلكتروناً من مدار داخليّ لها متحوّلة إلى نواة عنصر الكلور Cl اكتب المعادلة المعبّرة عن هذا التحوّل النّوويّ.

$^{37}_{18}Ar + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{37}_{17}Cl + Energy$

رابعاً- حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

تتحوّل نواة اليود المشعّ $^{131}_{53}\mathrm{I}$ إلى نواة الكزينون Xe مطلقةً جسيم بيتا عند معالجة مرضى سرطان الغدّة الدّرقيّة بجرعة منه، فإذا كان عمر النّصف لليود المشعّ المُستخدَم 8 days ، المطلوب:

1-اكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة عن التّحول.

2-احسب النسبة المتبقّية من اليود المشعّ بعد 24 days.

$$^{131}_{53}\mathrm{I} \longrightarrow {}^{131}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{0}_{-1}\beta + \mathrm{Energy}$$

$$t = t_{\frac{1}{2}} \times n \Rightarrow n = \frac{24}{8} = 3$$

$$N \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{2} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{4} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{8}$$

وبالتالي النسبة المتبقية من اليود المشعّ تساوي $\frac{1}{8}$ ممّا كان عليه.

المسألة الثّانية:

تنقص كتلة نواة الأكسجين $^{16}_{8}O$ عن مكوّناتها وهي حرّة بمقدار $\Delta m = -0.23\times10^{-27}\mathrm{Kg}$ ، المطلوب:

2-احسب طاقة الارتباط هذه النّواة.

(سرعة انتشار الضّوء في الخلاء $c = 3 \times 10^{8}\ m.s^{-1}$)

$$\Delta E = \Delta m.c^2$$

$$\Delta E = -0.23\times10^{-27}\times(3\times10^{8})^2 = -2.07\times10^{-11}\mathrm{J}$$

2- طاقة ارتباط النّواة تساوي بالقيمة وتعاكس بإشارة الطّاقة المنتشرة:

$$\Delta E = +2.07\times10^{-11}\mathrm{J}$$

المسألة الثّالثة:

احسب عمر النّصف لعنصر مشعّ في عيّنة منه، إذا علمت أنّ الزّمن اللّازم ليصبح عدد النّوى المشعّة في تلك العيّنة $\frac{1}{16}$ ممّا كان عليه يساوي 480 سنة.

$$t = t_{\frac{1}{2}} \times n$$

$$N \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{2} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{4} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{8} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{16} \Rightarrow n = 4 \Rightarrow 480 = t_{\frac{1}{2}} \times 4$$

$$t_{\frac{1}{2}} = 120\ \mathrm{years}$$

المسألة الرّابعة:

احسب مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال 72 min إذا كانت تُشعّ طاقة مقدارها: $38\times10^{+27}\ J$ في كلّ ثانية مع العلم أنّ سرعة انتشار الضّوء في الخلاء ( $c = 3\times10^{8} m.s^{-1}$ )

الحل: $\Delta E = \Delta m.c^2$

$$-38\times10^{27}\times72\times60 = \Delta m(3\times10^{8})^2$$

$$\Delta m = \frac{-38\times10^{27}\times72\times60}{9\times10^{16}} = -1824\times10^{12}\ \mathrm{kg}$$

تفكير ناقد:

تُستخدَم بعض النظائر المشعّة في علاج الأورام السرطانية، ما تفسيرك لذلك؟

النظّائر المشعة تطلق جسيمات مشحونة تدمّر الحمض النووي للخلايا السرطانية فتقضي على الورم السرطاني.

## الوحدة الثانية
## الغازات

**نشاط (3): ص26**

يحوي مكبس غاز حجمه 1 L عند الضغط النظامي، احسب قيمة الضّغط المطبق عليه ليصبح حجمه 300 mL مع بقاء درجة الحرارة ثابتة $175\ C^0$.

**الحل:**

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$1\times1 = P_2\times300\times10^{-3}$$

$$P_2 = \frac{1}{0.3} = 3.3atm$$

**نشاط (6):ص29**

يبلغ حجم عيّنة من غاز النيون 0,3 L عند درجة الحرارة 330 K وضّغط ثابت ،نسخن هذه العينة إلى الدرجة 550K مع بقاء الضغط ذاته ، احسب حجم هذه العينة عندئذ .

**الحل:**

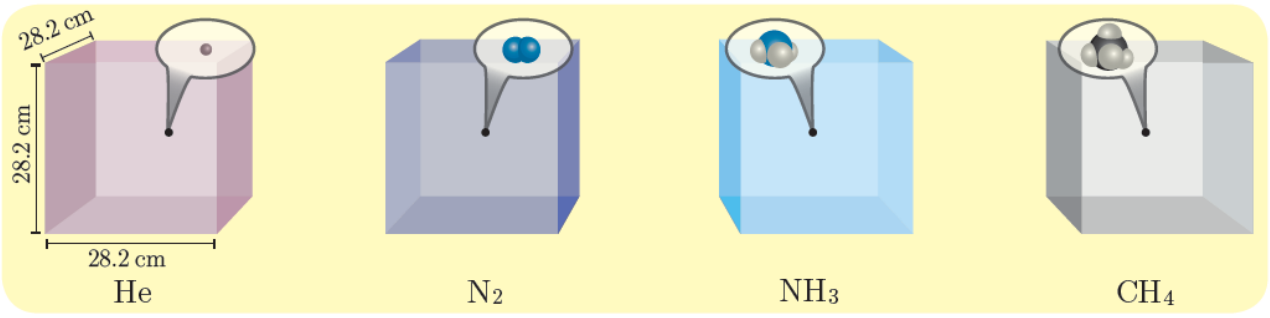
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{0.3}{330} = \frac{V_2}{550}$$

$$V_2 = 0.5L$$

**نشاط (9): ص30**

أخذ حجم ثابت (22.4 L) من أربع أنواع مختلفة من الغازات في الشّروط النّظاميّة، احسب عدد مولات كل غاز بالاعتماد على الجدول الآتي:




| He | $N_2$ | $NH_3$ | $CH_4$ | الغاز |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 28 | 17 | 16 | m (g) |
| 4 | 28 | 17 | 16 | M ($g.mol^{-1}$) |
| 1 | 1 | 1 | 1 | n (mol) |

**نشاط (11): ص34**

غاز هدروكربوني كثافته $1.97\ g.L^{-1}$ في الشرطين النّظاميين. احسب كتلته المولية

**الحل:**

$$d = \frac{PM}{RT}$$

$$M = \frac{dRT}{P} = \frac{1.97 \times 0.082 \times 273}{1} = 44.1 g \cdot mol^{-1}$$

**نشاط (16):ص 37**

يستخدم غاز سداسي فلوريد الهدروجين ($UF_6$) في عمليّات تخصيب الوقود النّوويّ في المُفاعلات النّوويّة.
أحسب نسبة سرعة انتشار غاز الهدروجين ($H_2$) إلى سرعة انتشار غاز سداسي فلوريد اليورانيوم ($UF_6$)، حيث:

$$M_{H_2} = 2\,g.mol^{-1} \quad , \quad M_{UF_6} = 352\,g.mol^{-1}$$

**الحل:**

$$\frac{v_{H_2}}{v_{UF_6}} = \sqrt{\frac{M_{UF_6}}{M_{H_2}}}$$

$$\frac{v_{H_2}}{v_{UF_6}} = \sqrt{\frac{352}{2}} = 13.3$$

**أختبر نفسي ص40**

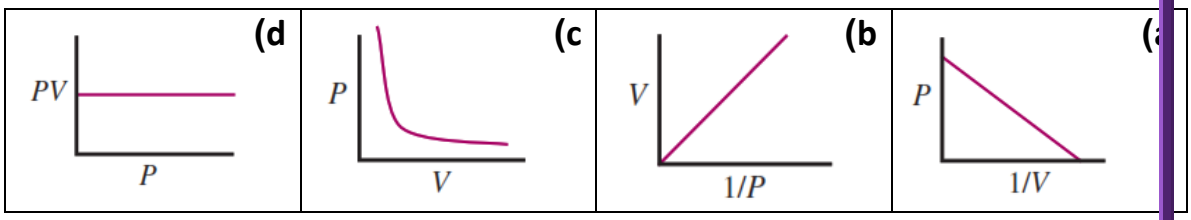
**يُعطى ثابت الغازات لجميع الأسئلة والمسائل $R = 0.082\ atm.L.K^{-1}.mol^{-1}$ ، $R = 8.314\ J.K^{-1}.mol^{-1}$**

**أولاً- اختر الإجابة الصّحيحة في كلٍّ ممّا يأتي:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1- يحوي وعاء مغلق 18 L من غاز الأرغون عند الدّرجة 360 K والضغط 2 atm فيكون عدد المولات الغاز:** | | | |
| *a)* 0.012 mol | *b)* 1.21mol | *c)* 0.82 mol | *d)* 83.14 mol |
| **2- يزداد ضغط غاز موجود في وعاء عند** | | | |
| *a)* زيادة حجم الوعاء | *b)* زيادة عدد الجزيئات | *c)* نقصان درجة الحرارة | *d)* تغيير نوع الغاز |
| **3- يكون ضغط الغاز أكبر بثبات درجة الحرارة في وعاء:** | | | |
| *a)* حجمه 22.4 L يحوي مول واحد من الغاز | *b)* حجمه 22.4 L يحوي مولين من الغاز | *c)* حجمه 11.2 L يحوي مولين من الغاز | *d)* حجمه 11.2 L يحوي مول واحد من الغاز |
| **4- تشغل عيّنة غازيّة حجماً قدره 30 mL عند الدّرجة 25°C وضغط ثابت، إذا سخنت العيّنة إلى الدّرجة 50°C يصبح حجمها:** | | | |
| *a)* 60.0 mL | *b)* 27.5 mL | *c)* 15.0 mL | *d)* 32.5 mL |
| **5- يحتوي مزيج غازي 2 mol من النتروجين و 4 mol من الأكسجين عند ضغط 0.98 atm. إذا استُبدل المزيج بـ 6 mol من الأكسجين تكون قيمة الضّغط النّاتج** | | | |
| *a)* 0.32 atm | *b)* 0.49 atm | *c)* 0.65 atm | *d)* 0.98 atm |

**ثانياً- أجب عن الأسئلة الآتية:**

**1-** أيٌّ من الخطوط البيانيّة الآتية لا يمثّل قانون بويل ، بفرض ثبات درجة الحرارة وعدد المولات؟ فسّر إجابتك.



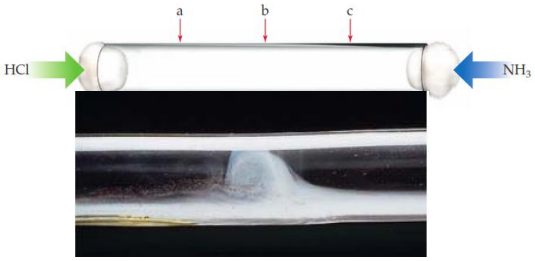

**الحل:**

الخط البياني (a) [P بدلالة 1/V ]لا يمثل قانون بويل لأن ميل المستقيم سالب و يجب أن يكون الخط البياني مستقيم مع ميل موجب بدءاً من الصفر، حيث PV = const

الخطوط الثلاث البقية صحيحة

2- يملأ أنبوب زجاجيّ طوله 1 m بغاز الأرغون عند الضّغط 1 atm ، ويغلق طرفيه بالقطن كما في الشّكل المجاور:

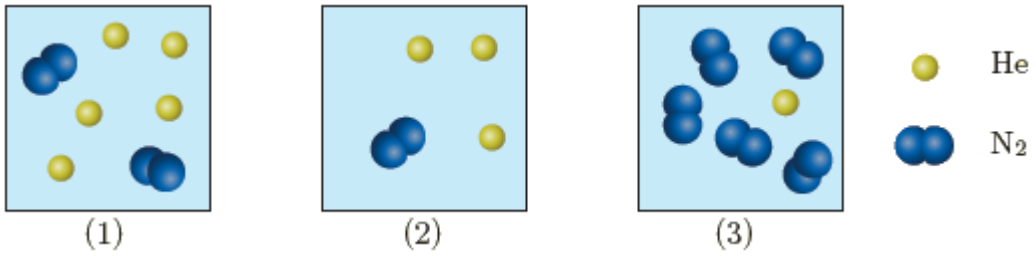
يضخ غاز HCl من أحد طرفيه، وغاز $NH_3$ من الطّرف الآخر في الوقت ذاته .يتفاعل الغازان ضمن الأنبوب الزّجاجيّ ليتكوّن ملح $NH_4Cl$ الصّلب، في أيّ نقطة a أو b أو c تتوقّع أن يتكوّن هذا الملح، ولماذا؟




**الحل:**

يتكون ملح كلوريد الأمونيوم في النقطة a أي من الجهة الأقرب لـ HCl ، لأن سرعة انتشار غاز الأمونيا أكبر من سرعة انتشار غاز كلور الهدروجين حسب قانون غراهام لأن الكتلة المولية للأمونيا أصغر من الكتلة المولية لغاز لكلور الهدروجين.

3- يحتوي الشّكل الآتي عيّنات غازيّة:




إذا علمت أنّ هذه العيّنات موجودة عند نفس درجة الحرارة، رتّب هذه العيّنات حسب:

1- تزايد الضّغط الكلّيّ.

2- تزايد الضّغط الجزئيّ للهليوم.

**الحل:**

1- الضغط الكلي يتعلق بعدد المولات الغازية لذلك يزداد الضغط بدأ من الشكل 2 ثم الشكل 3 فالشكل 1.

2- الضغط الجزئي للهليوم يتعلق بعدد ذرات الهليوم وبالتالي يزداد الضغط من الشكل 3ثم الشكل 2 فالشكل 1.

**ثالثاً- حلّ المسائل الآتية:**

**المسألة الأولى:**

منطاد مليء بغاز الهدروجين يستخدمه مّستكشف ليصل به إلى القطب الشّماليّ، وقد حصل على غاز الهدروجين من خلال تفاعل حمض الكبريت الممدّد مع برادة الحديد، فإذا كان حجم المنطاد في الشرطين النظاميين $4800\ m^3$، ونسبة غاز الهدروجين المتسرّب خلال عمليّة الملء 20% المطلوب:

1- اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.
2- احسب كتلة الحديد المستخدم.
3- احسب كتلة حمض الكبريت

**الحل:**

-1

يتسرب 20% ويبقى 80% وبالتالي :

لملئ $80\ m^3$ يجب ضخ $100\ m^3$

لملئ $4800\ m^3$ يجب ضخ $V\ m^3$

$$V=\frac{4800\times100}{80}=6\times10^3 m^3=6\times10^6 L$$

$$Fe_{(s)}+H_2SO_{4(aq)}\longrightarrow FeSO_{4(aq)}+H_{2(g)}$$

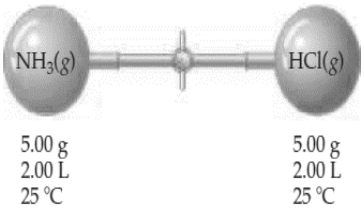
$$56g \quad 98g \quad 22.4L$$

$$m_1g \quad m_2g \quad 6\times10^6 L$$

$$m_1=\frac{56\times6\times10^6}{22.4}=15\times10^6 g \quad -2$$

$$m_2=\frac{98\times6\times10^6}{22.4}=26.25\times10^6 g \quad -3$$

**المسألة الثانية:**




يمثل الشّكل المجاور حوجلتين متماثلتين متصلتان ببعضهما بصِمَام، تحوي الحوجلة الأولى غازالنشادر( الأمونيا) $NH_3$، بينما تحوي الحوجلة الثّانية غاز كلور الهدروجين HCl، فإذا علمت أنّ حجم كلّ حوجلة 2.0 L، ودرجة حرارتهما $25\ c^0$ ، وكتلة كلٍّ من الغازين 5.00 g.

عند فتح الصِمَام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلور الهدروجين ، وينتج ملح كلوريد الامونيوم الصّلب . المطلوب:

1) اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل .
2) بيّن حسابيّاً ما هو الغاز المتبقّي بعد نهاية التّفاعل؟
3) احسب الضّغط بعد نهاية التّفاعل (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصّلب المتشكّل)؟
4) احسب كتلة ملح كلوريد الامونيوم النّاتج؟

**الحل:**

-1

$$NH_{3(g)}+HCl_{(g)}\longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$$

-2 عدد مولات غاز النشادر

$$n_{NH_3}=\frac{5}{17}\approx 0.3\ mol$$

عدد مولات غاز كلور الهدروجين

$$n_{HCl}=\frac{5}{36.5}\approx 0.136\ mol$$

بما أن عدد مولات غاز النشادر أكبر من عدد مولات غاز كلور الهدروجين فالنشادر هو الغاز المتبقي بعد انتهاء التفاعل.

3- بما أن نسبة التفاعل 1:1 فإن عدد المولات المتبقية يساوي

$$n_{NH_3} = 0.3 - 0.136 = 0.164 \ mol$$

$$P_{NH_3} = \frac{n_{NH_3}}{V} RT = \frac{0.164}{4} \times 0.082 \times 298 \approx 1 \ atm$$

4- كتلة كلوريد الأمونيوم الناتجة:

$$NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(s)$$
$$1 \ mol \qquad 53.5 \ g$$
$$0.136 \ mol \qquad y$$

$$y = \frac{0.136 \times 53.5}{1} = 7.276 \ g$$

**المسألة الثالثة:**

مزيج غازي في وعاء حجمه $21\ m^3$، يحوي على $11.8\ kg$ من غاز الميتان $CH_4$ ، و $2.3\ kg$ من غاز الإيتان $C_2H_6$ ، و $1.1\ kg$ من غاز البروبان $C_3H_8$، وكمية من غاز مجهول، فإذا علمت أنّ الضّغط الكلّيّ للوعاء $1\ atm$ عند الدّرجة $27°C$ ، احسب عدد مولات الغاز المجهول.

**الحل:**

$$PV = nRT$$

$$P_{CH_4} = \frac{m_{CH_4} RT}{M_{CH_4} V} = \frac{11.8 \times 10^3 \times 0.082 \times 300}{16 \times 21 \times 10^3} = 0.86atm$$

$$P_{C_2H_6} = \frac{m_{C_2H_6} RT}{M_{C_2H_6} V} = \frac{2.3 \times 10^3 \times 0.082 \times 300}{30 \times 21 \times 10^3} = 0.089atm$$

$$P_{C_3H_8} = \frac{m_{C_3H_8} RT}{M_{C_3H_8} V} = \frac{1.1 \times 10^3 \times 0.082 \times 300}{44 \times 21 \times 10^3} = 0.029atm$$

$$P_t = P_{CH_4} + P_{C_2H_6} + P_{C_3H_8} + P_x$$
$$P_x = 1 - (0.86 + 0.089 + 0.029) = 0.022atm$$

$$n_x = \frac{P_x V}{RT} = \frac{0.022 \times 21 \times 10^3}{0.082 \times 300} = 18.78 \approx 19mol$$

**المسألة الرابعة:**

يتمّ تخزين الغازات في حاويات معدنيّة تتحمّل الضّغط العالي، فإذا علمت أنّ ضغط غاز الأكسجين يساوي $16500\ kPa$ داخل حاوية حجمها $208\ L$ عند الدرجة $23°C$ ، المطلوب حساب:

1) كتلة غاز الأكسجين داخل الحاوية؟
2) الحجم الذي سيشغله الأوكسجين في الشروط النّظاميّة؟
3) درجة الحرارة التي تجعل الضّغط في الحاوية مساوياً لـ $150\ atm$؟
4) ضغط الغاز إذا نُقل إلى حاوية حجمها $55\ L$ عند درجة حرارة $24°C$؟

**الحل:**

-1 يتم تحويل الضغط إلى واحدة atm $P = \frac{16500 \times 10^3}{10^5} = 165atm$

$$PV = nRT \Rightarrow$$

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

$$m_{O_2} = \frac{MPV}{RT} = \frac{32 \times 165 \times 208}{0.082 \times 296}$$

$$m_{O_2} \simeq 45247.2\,g$$

-2

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$\frac{1 \times V_1}{273} = \frac{165 \times 208}{296}$$

$$V_1 = \frac{273 \times 165 \times 208}{296} \simeq 31653.2L$$

-3

بما أن الحجم ثابت $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{P_2T_1}{P_1} = \frac{150 \times 296}{165} \simeq 269.1K$$

-4

$$\frac{162.9 \times 208}{296} = \frac{P_2 55}{297}$$

$$P_2 = \frac{162.9 \times 208 \times 297}{296 \times 55} \simeq 618.14atm$$

**المسألة الخامسة:**

يستمد جسم الإنسان الطاقة اللازمة للقيام بوظائفه الحيوية من تأكسد سكّر العنب $C_6H_{12}O_6$ وفق المعادلة الآتية:

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

تَنقل كريّات الدّم الحمراءُ نواتج التّفاعل إلى الرئتين ، ثم يخرج $CO_2$ على شكل غاز بعملية الزّفير، والمطلوب حساب:

1) حجم غاز $CO_2$ المنطلق نتيجة أكسدة 24.5 g من سكر العنب في جسم الإنسان، عند درجة الحرارة 37°C والضّغط 0.970 atm.

2) احسب حجم غاز الأكسجين اللازم لأكسدة 50 g من سكّر العنب عند الضّغط 1 atm ودرجة الحرارة 298 K.

الحل:

-1

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$
$$180\,g \qquad\qquad 6\,mol$$
$$24.5\,g \qquad\qquad n\,mol$$
$$n_{CO_2} = \frac{6 \times 24.5}{180} = 0.816\,mol$$
$$V_{CO_2} = \frac{n_{CO_2} RT}{P} = \frac{0.816 \times 0.082 \times 310}{0.970} \simeq 21.4\,L$$

-2

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$
$$180\,g \qquad 6\,mol$$
$$50\,g \qquad n\,mol$$
$$n_{O_2} = \frac{6 \times 50}{180} \simeq 1.67\,mol$$
$$V_{O_2} = \frac{n_{O_2} RT}{P} = \frac{1.67 \times 0.082 \times 298}{1} \simeq 40.8\,L$$

تفكير ناقد:

يصل مدى الصوت في الاماكن الباردة الى مسافات بعيدة جداً في حين تتناقص المسافة التي يصلها اذا ارتفعت درجة الحرارة، فسّر ذلك.

الهواء البارد أكثر كثافة من الهواء الساخن مما يؤدي إلى زيادة تماسك جزيئات الهواء وبالتالي ينتشر الصوت فيه لمسافات أبعد

## تصنيف التّفاعلات الكيميائيّة

### نشاط (1): ص45

صنّفِ التّفاعلات الآتية من حيثُ السّرعةُ إلى:

سريعة - بطيئة - بطيئة جدّاً

| | | |
|---|---|---|
| صدأ الحديد | احتراق غاز البوتان | تشكل النفط والغاز |

**تفاعلات سريعة: احتراق غاز البوتان**

**تفاعلات** بطيئة: **صدأ الحديد**

**تفاعلات** بطيئة جدّاً: **تشكل النفط والغاز**

### نشاط ( 11) ص52

يتفاعل حمض الكبريت الممدّد مع قطعة حديد، اقترح طريقتين لزيادة سرعة هذا التّفاعل.

1-زيادة تركيز الحمض 2- استخدام برادة الحديد بدلاً من قطعة الحديد(زيادة سطح التماس)

### نشاط (14) (ص56) يصحح رقم النشاط

يحدث التّفاعُل الآتي في شروط مناسبة: $NO_{2(g)} + CO_{(g)} \longrightarrow NO_{(g)} + CO_{2(g)}$ .

وكانت النّتائج لقياس سرعة التّفاعل الابتدائيّة في عدّة تجاربَ بتراكيزَ مختلفة على الشّكل:

| $\nu\ (mol.L^{-1}.s^{-1})$ | $[CO](mol.L^{-1})$ | $[NO_2](mol.L^{-1})$ | |
|---|---|---|---|
| 0.0021 | 0.10 | 0.10 | 1 |
| 0.0084 | 0.10 | 0.20 | 2 |
| 0.0084 | 0.20 | 0.20 | 3 |

والمطلوب:

1- اكتب عبارة سرعة التّفاعل اللّحظيّة، واستنتج رتبته.

2- احسب ثابت سرعة التّفاعل.

### الحل

عبارة سرعة التّفاعل اللّحظيّة: $\nu = k[NO_2]^x[CO]^y$

يمكن استنتاج رتبة التفاعل

نعوض في نتائج التجربة الأولى: $0.0021 = k(0.1)^x(0.1)^y$

نعوض في نتائج التجربة الثانية: $0.0084 = k(0.2)^x(0.1)^y$

نقسم عبارة السرعة 2 على عبارة السرعة 1

$$\frac{0.0084}{0.0021} = \frac{k(0.2)^x(0.1)^y}{k(0.1)^x(0.1)^y}$$

$$4 = (\frac{0.2}{0.1})^x$$

$$4 = (2)^x \Rightarrow x = 2$$

نعوض في نتائج التجربة الثانية: $0.0084 = k(0.2)^x(0.1)^y$

نعوض في نتائج التجربة الثالثة: $0.0084 = k(0.2)^x(0.2)^y$

نقسم عبارة السرعة 3 على عبارة السرعة 2

$$\frac{0.0084}{0.0084} = \frac{k(0.2)^x(0.2)^y}{k(0.2)^x(0.1)^y}$$

$$1 = (\frac{0.2}{0.1})^y$$

$$1 = (2)^{y} \Rightarrow y = 0$$

تكون رتبة التفاعل: $\nu = k[NO_2]^2[CO]^0$

$$\nu = k[NO_2]^2$$

حساب ثابت سرعة التفاعل:

$$0.0021 = k(0.1)^2$$

$$k = \frac{0.0021}{(0.1)^2} = 0.21$$

أختبر نفسي: **ص58**

**أولاً- اختر الإجابة الصّحيحة:**

1- في التّفاعل الآتي: $2A + B \longrightarrow 3C$ إذا علمت أن قيمة السّرعة الوسطيّة لتكون المادّة C تساوي $0.15 mol.l^{-1}.s^{-1}$ فتكون السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادّة A بواحدة $mol.l^{-1}.s^{-1}$.

a) 0.1 b) 0.225 c) 0.15 d)0.3

2- يتفكّك المركّب $NO_2$ في الدّرجة 300 C وفق التّفاعل: $2NO_2 \longrightarrow 2NO + O_2$، فإذا علمت أنّ تركيز $[NO_2]$ يتغيّر من $0.01\ mol.L^{-1}$ إلى $0.0064\ mol.L^{-1}$ خلال 100 s، فتكون سرعة تشكّل الأكسجين مقدّرة بـ $mol.L^{-1}.s^{-1}$ تساوي:

a) $3.4\times10^{-5}$ b) $6.8\times10^{-5}$ c) $3.4\times10^{-3}$ d) $1.8\times10^{-5}$

3- تمّ زيادة تراكيز الموادّ المتفاعلة إلى مثلي ما كان عليه في التّفاعل (نواتج $\rightarrow A_{(g)} + B_{(g)}$) ولم تتغيّر سرعة التّفاعل، فتكون عبارة سرعة التّفاعل.

a) $\nu = k[A]$ b) $\nu = k[A].[B]$ c) $\nu = k$ d) $\nu = k[B]$

4- من أجل التّفاعل الأوّليّ الآتي: $3A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow$ نواتج

إذا ازداد تركيز المادّة A مثلي ماكان عليه فإنّ سرعة التّفاعل:

a) تزداد أربع مرّات b) تزداد ثماني مرّات c) تزداد مرّتين مرّات d) لا تتأثّر سرعة التّفاعل

**ثانياً - أعط تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:**

- احتراق مسحوق الفحم أسرعُ من احتراق قطعة فحمٍ مماثلة له بالكتلة.

لأن مساحة سطح التماس في مسحوق الفحم أكبر من مساحة سطح التماس لقطعة الفحم المماثلة بالكتلة

- تؤدّي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة سرعة التّفاعل.

لأن زيادة درجة الحرارة تؤدي لزيادة عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط فتزداد عدد التصادمات الفعالة مما يؤدي لزيادة سرعة التفاعل.

- تزداد سرعة التّفاعل بزيادة تركيز الموادّ المتفاعلة.

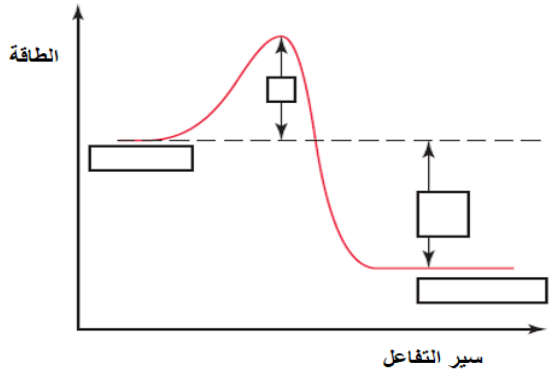
بسبب زيادة عدد التصادمات الفعالة

-التّفاعلات الّتي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تميل إلى أن تكونَ سريعةً.

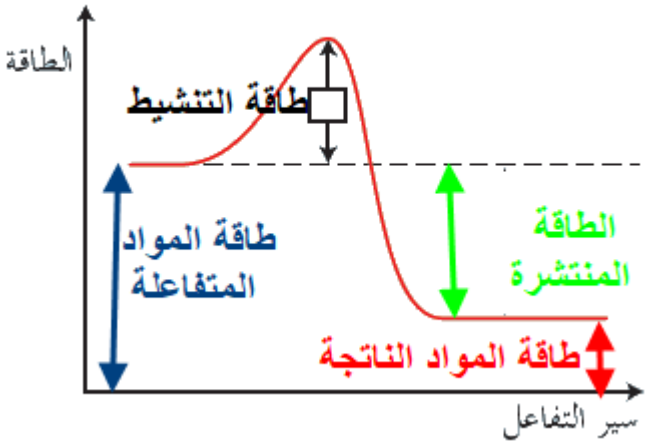
لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط يكون كبير

**رابعاً - حلّ الأسئلة الآتية:**

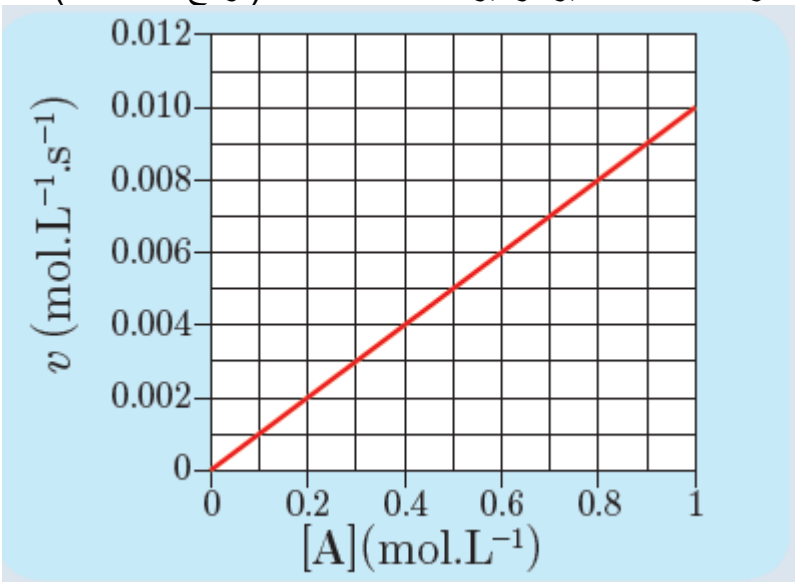
1- يبيّن المخطّط الآتي تغيّر الطّاقة خلال مراحل حدوث التّفاعل: بيّن اسمَ كلّ مرحلة، أو الطاقة المُشار إليها.




الحل




2- يبيّن الشّكل الآتي تغيّر سرعة التّفاعل بتغيّر تركيز المادّة A للتّفاعل (نواتج $\longrightarrow$ A) ، المطلوب:




a- حدّد رتبة التّفاعل، ثمّ اكتب قانون سرعة التّفاعل.

b- احسب قيمة ثابت سرعة التّفاعل.

نلاحظ من الخط البياني أننا يمكن كتابة الجدول:

| السرعة | 0.002 | 0.004 | 0.006 | 0.008 | 0.01 |
|---|---|---|---|---|---|
| تركيز A | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1 |

$$v_1 = k[A]^x$$

يمكن استنتاج رتبة التفاعل

نعوض في نتائج التجربة الأولى: $0.002 = k(0.2)^x$

نعوض في نتائج التجربة الثانية: $0.004 = k(0.4)^x$

نقسم عبارة السرعة 2 على عبارة السرعة 1

$$\frac{0.004}{0.002} = \frac{k(0.4)^x}{k(0.2)^x}$$

$$2 = (2)^x \Rightarrow x = 1$$

قانون السرعة يكون:

$$\nu = k[A]$$

- ثابت السرعة :

$$k = \frac{\nu}{[A]} \Rightarrow k = \frac{0.01}{1} = 0.01$$

3- يتفاعل غاز الهدروجين وغاز الكلور وفق المعادلة $H_{2(g)} + C\ell_{2(g)} \longrightarrow 2HC\ell_{(g)}$ المطلوب:

a) اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك غاز الكلور b) اكتب العلاقة بين السّرعة الوسطيّة لاستهلاك غاز الهدروجين والسّرعة الوسطيّة لتشكّل غاز كلور الهدروجين.

الحل:

عبارة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك غاز الكلور

$$\nu_{avg}(Cl_2) = -\frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t}$$

العلاقة بين السّرعة الوسطيّة لاستهلاك غاز الهدروجين والسّرعة الوسطيّة لتشكّل غاز كلور الهدروجين

$$\nu_{avg}(H_2) = \frac{1}{2}\nu_{avg}(HCl)$$

**خامساً - حلّ المسائل الآتية:**

**المسألة الأولى:**

يحدث التّفاعل الآتي في شروط مناسبة: $C_4H_{8(g)} \rightarrow 2C_2H_{4(g)}$ ، وقد تمّ تعيين تغير تركيز المركّب $C_4H_8$ خلال الزّمن وفق الجدول الآتي:

| $[C_4H_8](mol.L^{-1})$ | 1.00 | 0.9 | 0.83 | 0.76 | 0.69 | 0.63 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| t(s) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |

والمطلوب:

1- اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة المتفاعلة وعبارة السرعة الوسطية لتشكّل المادة النّاتجة. تعديل السؤال

2- اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة للتّفاعل.

3- احسب السّرعة الوسطيّة لاستهلاك $C_4H_{8(g)}$ بين الزّمنين $(0 \leftarrow 10)$ والزّمنين $(40 \leftarrow 50)$.

4- احسب السّرعة الوسطيّة لتشكّل $C_2H_4$ بين الزّمن $(20 \leftarrow 30)$.

**الحل:**

1- اكتب عبارة سرعة استهلاك المواد المتفاعلة وعبارة سرعة تشكّل المواد النّاتجة.

$$\nu_{avg}(C_4H_8) = -\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t}$$

$$\nu_{avg}(C_2H_4) = \frac{\Delta[C_2H_4]}{\Delta t}$$

2- اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة للتّفاعل.

$$\nu_{avg} = \nu_{avg}(C_4H_8) = \frac{1}{2}\nu_{avg}(C_2H_4)$$

3- احسب السّرعة الوسطيّة لاستهلاك $C_4H_{8(g)}$ بين الزّمنين $(0 \leftarrow 10)$ والزّمنين $(40 \leftarrow 50)$.

السرعة بين $(0 \leftarrow 10)$

$$\nu_{avg}(C_4H_8) = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{0.9 - 1}{10 - 0} = 0.01 mol.L^{-1}.s^{-1}$$

السرعة بين $(40 \leftarrow 50)$

$$\nu_{avg}(C_4H_8) = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{0.63 - 0.69}{50 - 40} = 0.006 mol.L^{-1}.s^{-1}$$

4- احسب السّرعة الوسطيّة لتشكّل $C_2H_4$ بين الزّمن $(20 \leftarrow 30)$.

نحسب سرعة استهلاك $C_4H_{8(g)}$ بين الزّمن $(20 \leftarrow 30)$

$$\nu_{avg}(C_4H_8) = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{0.76 - 0.83}{30 - 20} = 0.007 mol.L^{-1}.s^{-1}$$

$$\frac{1}{2}\nu_{avg}(C_2H_4) = \nu_{avg}(C_4H_8) \Rightarrow \nu_{avg}(C_2H_4) = 2\nu_{avg}(C_4H_8)$$

$$\nu_{avg}(C_2H_4) = 2 \times 0.007 = 0.014 \ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

**المسألة الثّانية:**

مزج $600mL$ من المادّة A ذات التّركيز $0.8 \ mol.L^{-1}$ مع $200mL$ من المادّة B ذات التّركيز $0.8 \ mol.L^{-1}$ لتتشكّل المادّة C في شروط مناسبة، وفق التّفاعل الأوّليّ الآتي: $3A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)}$ والمطلوب:

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل.

2-احسب سرعة التّفاعل الابتدائيّ بفرض أن $k = 0.1$.

3- احسب تركيز المادّة C وسرعة التّفاعل عندما يتفكّك 20 % من المادّة A.

4- أحسب سرعة التّفاعل عندما يتشكّل $0.2 \ mol.L^{-1}$ من المادّة C.

5- ما هو تركيز المادّة A, B, C عند توقف التّفاعل.

الحل:

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل.

التفاعل أولي: $\nu = k[A]^3[B]$

2-

نحسب تراكيز كلاً من A، B الابتدائية بعد المزج.

$$n_1 = n_2$$

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

$$[A]_0 = \frac{0.8 \times 600}{800} = 0.6 \ mol.L^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{0.8 \times 200}{800} = 0.2 \ mol.L^{-1}$$

$$\nu = 0.1 \times (0.6)^3 \times (0.2) = 4.32 \times 10^{-3} \ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

3- احسب تركيز المادّة C وسرعة التّفاعل عندما يتفكّك 20 % من المادّة A.

| $3A_{(g)}$ | + | $B_{(g)}$ | $\rightarrow$ | $2C_{(g)}$ |
|---|---|---|---|---|
| 0.6 | | 0.2 | | 0 |
| $0.6 - 3x$ | | $0.2 - x$ | | $+2x$ |

كل 100 يتفكك 20

كل 0.6 يتفكك 3x

$$3x = 0.12 \Rightarrow x = 0.04 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[A] = 0.6 - 0.12 = 0.48 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B] = 0.2 - 0.04 = 0.16 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[C] = 0.08 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\nu = 0.1 \times (0.48)^3 \times (0.16) = 1.76 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

4- أحسب سرعة التّفاعل عندما يتشكّل $0.2 \text{ mol.L}^{-1}$ من المادّة C.

$$2x = 0.2 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[A] = 0.6 - 0.3 = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B] = 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\nu = 0.1 \times (0.3)^3 \times (0.1) = 2.7 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

5- ما هو تركيز المادّة A, B, C عند توقف التّفاعل.

عند توقف التفاعل $k \neq 0$ , $\nu = 0$

إما $[A] = 0$

$$[A] = 0 \Rightarrow 0.6 - 3x = 0 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$3x = 0.6 \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B] = 0.2 - 0.2 = 0 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[C] = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

عند نهاية التفاعل يكون تركيز المادة B،A صفر

**المسألة الثّالثة:**

يبيّن الجدول الآتي تغير سرعة التّفاعل الابتدائيّة للتّفاعل نواتج $xA_{(g)} \rightarrow$ عند تراكيز مختلفة.

| $[A](\text{mol.L}^{-1})$ | 0.1 | 0.2 | 0.4 |
|---|---|---|---|
| $\nu_0(\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1})$ | 0.008 | 0.016 | 0.032 |

والمطلوب:

1- أثبت أنّ التّفاعل من الرّتبة الأولى، واكتب عبارة سرعة التّفاعل.

2- احسب ثابت سرعة التّفاعل.

الحل:

1-

عبارة سرعة التّفاعل اللّحظيّة: $\nu = k[A]^x$

يمكن استنتاج رتبة التفاعل

نعوض في نتائج التجربة الأولى: $0.008 = k(0.1)^x$

نعوض في نتائج التجربة الثانية: $0.016 = k(0.2)^x$

نقسم عبارة السرعة 2 على عبارة السرعة 1

$$\frac{0.016}{0.008} = \frac{k(0.2)^x}{k(0.1)^x}$$

$$2 = (\frac{0.2}{0.1})^x$$

$$2 = (2)^x \Rightarrow x = 1$$

تكون عبارة سرعة التفاعل:

$$\nu = k[A]$$

2- حساب ثابت سرعة التفاعل:

$$0.008 = k(0.1)$$

$$k = \frac{0.008}{0.1} = 0.08$$

**المسألة الرّابعة:**

يتفاعل أكسيد النّتروجين مع الهدروجين وفق المعادلة:

$NO_{(g)} + H_{2(g)} \rightarrow$ نواتج

وقد حصلنا على البيانات الآتية عند إجراء التّجربة لعدّة مرّات.

| رقم التجربة | $[H_2]$ | $[NO]$ | سرعة التفاعل |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.1 | 0.1 | $1.23 \times 10^{-3}$ |
| 2 | 0.2 | 0.1 | $2.46 \times 10^{-3}$ |
| 3 | 0.1 | 0.2 | $4.92 \times 10^{-3}$ |

المطلوب

1- أوجد علاقة سرعة التّفاعل اللّحظيّة، وحدّد رتبة التّفاعل.

2- احسب قيمة ثابت السرعة.

3- احسب سرعة التّفاعل عندما يكون $[NO] = 0.05\ mol.L^{-1}$ ، $[H_2] = 0.15\ mol.L^{-1}$

الحل

1-

عبارة سرعة التّفاعل اللّحظيّة: $\nu = k[NO]^x[H_2]^y$

نعوض في نتائج التجربة الأولى: $1.23 \times 10^{-3} = k(0.1)^x(0.1)^y$

نعوض في نتائج التجربة الثانية: $2.46 \times 10^{-3} = k(0.1)^x(0.2)^y$

نقسم عبارة السرعة 2 على عبارة السرعة 1

$$\frac{2.46 \times 10^{-3}}{1.23 \times 10^{-3}} = \frac{k(0.1)^x(0.2)^y}{k(0.1)^x(0.1)^y}$$

$$2 = (\frac{0.2}{0.1})^y$$

$$2 = (2)^y \Rightarrow y = 1$$

نعوض في نتائج التجربة الأولى: $1.23 \times 10^{-3} = k(0.1)^x(0.1)^y$

نعوض في نتائج التجربة الثالثة: $4.92 \times 10^{-3} = k(0.2)^x(0.1)^y$

نقسم عبارة السرعة 3 على عبارة السرعة 1

$$\frac{4.92 \times 10^{-3}}{1.23 \times 10^{-3}} = \frac{k(0.2)^x(0.1)^y}{k(0.1)^x(0.1)^y}$$

$$4 = (\frac{0.2}{0.1})^x$$

$$4 = (2)^x \Rightarrow x = 2$$

تكون عبارة سرعة التفاعل: $\nu = k[NO_2]^2[H_2]$

التفاعل من الرتبة الثالثة: 2+1=3

2- حساب قيمة ثابت سرعة التفاعل:

$$1.23\times10^{-3} = k(0.1)^2(0.1)$$

$$k = \frac{1.23\times10^{-3}}{(0.1)^3} = 1.23$$

3- احسب سرعة التّفاعل عندما يكون $[NO] = 0.05\ mol.L^{-1}$ ، $[H_2] = 0.15\ mol.L^{-1}$

$$\nu = k[NO]^2[H_2]$$

$$\nu = 1.23\times(0.05)^2\times(0.15) \simeq 4.6\times10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

تفكير ناقد:

يحدث التفاعل الآتي: $H_2O_{2(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ في شروط مناسبة، وقد قيست سرعة التفاعل الابتدائية عند التراكيز الأتية فحصلنا على ما يلي:

| التجربة | $[H_2O_2]mol.L^{-1}$ | $\nu_0\ (mol.L^{-1}.s^{-1})$ |
|---|---|---|
| 1 | 0.1 | $2\times10^{-2}$ |
| 2 | 0.2 | $4\times10^{-2}$ |

- أثبت أن التفاعل من الرتبة الأولى
- أحسب ثابت سرعة التفاعل
- بفرض أن التركيز الابتدائي لـــ $[H_2O_2] = 0.1\ mol.L^{-1}$ ما هو الزمن اللازم ليصبح تركيز $[H_2O_2] = 0.001 mol.L^{-1}$

يحذف هذا الطلب

الحل:

1-

عبارة سرعة التّفاعل اللّحظيّة: $\nu = k[H_2O_2]^x$

يمكن استنتاج رتبة التفاعل

نعوض في نتائج التجربة الأولى: $2\times10^{-2} = k(0.1)^x$

نعوض في نتائج التجربة الثانية: $4\times10^{-2} = k(0.2)^x$

نقسم عبارة السرعة 2 على عبارة السرعة 1

$$\frac{4\times10^{-2}}{2\times10^{-2}} = \frac{k(0.2)^x}{k(0.1)^x}$$

$$2 = (\frac{0.2}{0.1})^x$$

$$2 = (2)^x \Rightarrow x = 1$$

تكون عبارة سرعة التفاعل: $\nu = k[H_2O_2]$

2- حساب ثابت سرعة التفاعل:

$$2\times10^{-2} = k(0.1)$$

$$k = \frac{2\times10^{-2}}{0.1} = 0.2$$

نشاط ( 2):ص64

التوازن الكيميائي توازن حركي لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معدومة ، إذن الجملة في حالة توازن حركي .

نشاط ( 4):ص65

$$H_2 + I_2 \rightleftarrows 2HI$$

سبب ثبات اللون البنفسجي دليل على عدم استهلاك اليود كلياً على الرغم من مزج المواد بنسب التفاعل مما يدل على أنّ التفاعل متوازن .

$$K_P = \frac{P^2_{(HI)}}{P_{(H_2)} \times P_{(I_2)}} \qquad K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

نشاط ( 5):ص65

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 0 \Rightarrow K_P = K_C$$

نشاط (8):ص68

$$NO_{2(g)} + CO_{(g)} \rightleftarrows CO_{2(g)} + NO_{(g)}$$

| | حالة التوازن | كميات المواد المتفاعلة | كميات المواد الناتجة | قيمة ثابت التوازن |
|---|---|---|---|---|
| زيادة كمية $NO_2$ | يرجح التفاعل المباشر | تتناقص | تزداد | لا تتغير |
| تناقص كمية NO | يرجح التفاعل المباشر | تتناقص | تزداد | لا تتغير |
| زيادة كمية $CO_2$ | يرجح التفاعل العكسي | تزداد | تتناقص | لا تتغير |
| نقصان كمية CO | يرجح التفاعل العكسي | تزداد | تتناقص | لا تتغير |

نشاط (9):ص69

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

| | حالة التوازن | كميات المواد المتفاعلة | كميات المواد الناتجة | قيمة ثابت التوازن |
|---|---|---|---|---|
| زيادة الضغط | يرجح التفاعل العكسي | تزداد | تتناقص | لا تتغير |
| نقصان الضغط | يرجح التفاعل المباشر | تتناقص | تزداد | لا تتغير |

نشاط (10):ص69

$$2HI_{(g)} \rightleftarrows H_{2(g)} + I_{2(g)}$$

لا تتأثر حالة التوازن لأن عدد المولات الغازية متساوية في الطرفين

نشاط (12):ص72

$$2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \quad \Delta H = +91.54 k.J$$

| | حالة التوازن | كميات المواد المتفاعلة | كميات المواد الناتجة | قيمة ثابت التوازن |
|---|---|---|---|---|
| رفع درجة الحرارة | يرجح التفاعل المباشر | تتناقص | تزداد | يزداد |
| نقصان درجة الحرارة | يرجح التفاعل العكسي | تزداد | تتناقص | يتناقص |

## أختبر نفسي

**أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة في كلّ ممّا يأتي:**

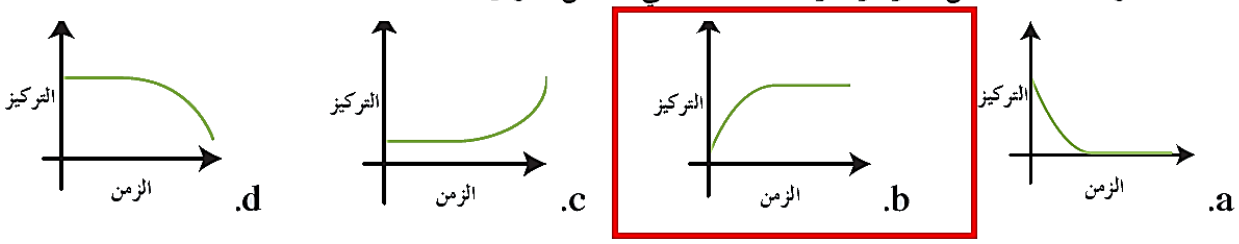
1. تتغير قيمة ثابت التّوازن $K_c$ في التّفاعلات المتوازنة:

**a.** بتغيّر الضغط
**b.** بإضافة حفاز
**c.** بخفض درجة الحرارة
**d.** بزيادة تركيز المواد النّاتجة

2. عند بلوغ حالة التّوازن في التّفاعلات المتوازنة:

**a.** ينخفض تركيز المواد النّاتجة
**b.** تنخفض سرعة التّفاعل المباشر
**c.** تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والمواد النّاتجة
**d.** تزداد سرعة التّفاعل المباشر

3. أحد الخطوط البيانيّة يمثّل تغيّر تركيز مادة ناتجة في تفاعل متوازن:




4. بفرض أن $K_c$ ثابت التّوازن للتّفاعل الممّثل بالمعادلة الآتية: $SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)}$
فتكون قيمة ثابت بدلالة التراكيز $K_c'$ للتّفاعل الآتي $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ مساوياً:

**a.** $2K_c$
**b.** $\frac{1}{2K_c}$
**c.** $\frac{1}{K_c^2}$
**d.** $K_c^2$

5. أيّ من التّفاعلات المتوازنة الآتية سوف يرجح التفاعل العكسيّ عند نقصان حجم الوعاء الّذي يحدث فيه التّفاعل:

**a.** $2SO_{3(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftharpoons} 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$
**b.** $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftharpoons} 2NH_{3(g)}$
**c.** $4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftharpoons} 2Fe_2O_{3(s)}$
**d.** $H_{2(g)} + I_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftharpoons} 2HI_{(g)}$

6. أيّ من المتغيّرات الآتية سوف يؤدّي إلى زيادة كميّة النشادر في التّفاعل المتوازن الآتي:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftharpoons} 2NH_{3(g)} \quad \Delta H = -91.54\,kJ$$

**a.** زيادة درجة الحرارة
**b.** خفض كميّة $N_2$
**c.** زيادة الضّغط الكليّ
**d.** إضافة حفاز.

**ثانياً: أعط تفسيرا علميّاً لكل مما يأتي:**

1. لا تستهلك المواد المتفاعلة كلّيّاً في التّفاعلات المتوازنة.

لأن المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتعطي المواد المتفاعلة في الشروط ذاتها.

2. إضافة حفاز تسرّع الوصول إلى حالة التّوازن.

لأن الحفاز يزيد من سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي بالمقدار نفسه

3. في التّفاعل الآتي $C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightleftarrows CH_{4(g)}$ ينزاح بالاتّجاه المباشر بزيادة الضّغط.

لأن التفاعل المباشر يرجح وذلك نحو عدد مولات الغاز الأقل.

4. في التّفاعل الماصّ للحرارة تقل قيمة ثابت التّوازن عند خفض درجة الحرارة.

لأن التفاعل العكسي يرجح فتقل كمية المواد الناتجة ونزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

**ثالثاً: لديك التّفاعل الآتي** $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{2(g)} \quad \Delta H < 0$

المطلوب:

1-اكتب عبارة ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز $K_c$.

2-اكتب عبارة ثابت التّوازن بدلالة الضّغوط الجزئيّة $K_p$.

3-اكتب العلاقة بين $K_c$ و $K_p$ .

4-بين تأثير خفض درجة الحرارة على حالة التّوازن مع التّفسير.

5-بين تأثير إضافة حفاز على حالة التّوازن وقيمة ثابت التّوازن.

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]} \quad -1$$

$$K_P = \frac{P^2_{(NO_2)}}{P^2_{(NO)} \times P_{(O_2)}} \quad -2$$

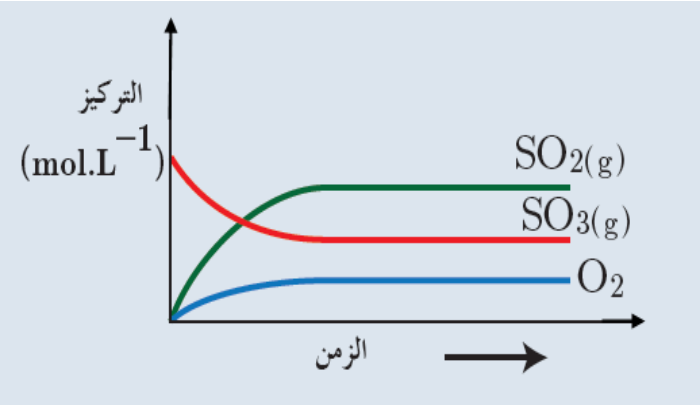
$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n} \quad -3$$

$$\Delta n = 2 - 3 = -1 \Rightarrow K_P = K_C(RT)^{-1}$$

4- عند خفض درجة الحرارة يرجح التفاعل المباشر نحو التفاعل الناشر للحرارة .

5- لا يؤثر الحفاز على حالة التوازن ولا يؤثر على قيمة ثابت التوازن.

**رابعاً:** لديك الشّكل المجاور الذي يمثّل تفاعل متوازن:




المطلوب: 1-اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل.

2-اكتب عبارة ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز.

$$2SO_3 \rightleftarrows 2SO_2 + O_2 \quad -1$$

$$K_C = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} \quad -2$$

**خامساً:**

قيست قيم ثابت التوازن بدلالة الضُّغوط الجزئيَّة في درجات حرارة مختلفة.

| $3A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ | |
|---|---|
| قيمة ثابت التوازن $K_P$ | درجة الحرارة $(^\circ C)$ |
| $4.34 \times 10^{-3}$ | 300 |
| $1.64 \times 10^{-4}$ | 400 |

يُلاحظ من القيم في الجدول أنّه عند رفع درجة الحرارة تقل قيمة ثابت التوازن أي يرجح بالاتجاه العكسي الماص للحرارة وبالتالي التفاعل ناشر للحرارة .

**سادساً:** قارن بين كميَّة المواد المتفاعلة والمواد النَّاتجة عند بلوغ التَّوازن في كلّ من التَّفاعلين الآتيين:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} \qquad K_c = 1.5 \times 10^{-10}.a$$

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2SO_{3(g)} \qquad K_c = 14 \times 10^{+2}.b$$

التفاعل الأول $K_C < 1$ وبالتالي كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد.

في حين التفاعل الثاني $K_C > 1$ وبالتالي كمية المواد الناتجة أكبر من كمية المواد المتفاعلة .

**سابعاً: حلّ المسائل الآتية:**

**المسألة الأولى:**

وعاء حجمة 2L يحتوي على 0.08 mol من $CH_3OH_{(g)}$ و 0.4 mol من $2H_{2(g)}$ و 0.2 mol من $CO_{(g)}$

يحدث التّفاعل وفق المعادلة $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftharpoons}} CH_3OH_{(g)}$ فإذا علمت أنّ قيمة $K_c = 7.3$

بيّن بالحساب إذا كان التَّفاعل بحالة توازن أم لا وإذا لم يكن بحالة توازن حدّد التَّفاعل الرَّاجح (المباشر/ العكسي)، مع التَّفسير.

$$[CH_3OH] = \frac{0.08}{2} = 0.04 mol \cdot L^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{0.4}{2} = 0.2 mol \cdot L^{-1}$$

$$[CO] = \frac{0.2}{2} = 0.1 mol.L^{-1}$$

$$Q = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2} = \frac{0.04}{0.1(0.2)^2} = 10$$

التفاعل ليس في حالة توازن لأن $Q > K_C$ . الراجح هو التفاعل العكسي .

**المسألة الثّانية:**

عند درجة الحرارة $25^\circ C$ يحدث التَّفاعل المتوازن الآتي: $H_2O_{(l)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftharpoons}} H_2O_{(g)}$

فإذا علمتَ أنّ الضَّغط الجزئيّ $P_{H_2O} = 0.0131 \text{ atm}$ المطلوب حساب قيمة $K_p$ .

$$k_p = P_{(H_2O)g} = 0.0131$$

**المسألة الثالثة:**

مُزج 2 mol من مادة A مع 2 mol من مادة B في وعاء سعته 10 L فيحدث التَّفاعل المتوازن وفق المعادلة:

$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$ فإذا علمت أن قيمة ثابت سرعة التَّفاعل المباشر $k_1 = 8.8 \times 10^{-2}$ وقيمة ثابت سرعة التَّفاعل العكسيّ $k_2 = 2.2 \times 10^{-2}$ ، المطلوب:

1-أحسب قيمة $K_c$ ثمّ قيمة $K_p$ .

2-احسب تراكيز كلّ من المواد المتفاعلة والنَّاتجة عند بلوغ التَّوازن.

الحل:

$$K_C = \frac{K_1}{K_2} = \frac{8.8}{2.2} = 4 \qquad -1$$

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta n} = K_C (RT)^{2-2} = K_C = 4$$

-2

$$[A]_0 = [B]_0 = \frac{2}{10} = 0.2 mol.L^{-1}$$

| A | + | B | $\rightleftarrows$ | 2C |
|---|---|---|---|---|
| 0.2 | | 0.2 | | 0 |
| $0.2-x$ | | $0.2-x$ | | $2x$ |

$$K_C = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)^2}$$

$$4 = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)^2}$$

بجذر الطرفين نجد:

$$2 = \frac{2X}{0.2-X}$$

$$X = 0.1 mol.L^{-1}$$

تراكيز التوازن

$$[A]_{eq} = [B]_{eq} = 0.2 - 0.1 = 0.1 mol.L^{-1}$$

$$[C]_{eq} = 2X = 2 \times 0.1 = 0.2 mol.L^{-1}$$

**المسألة الرابعة:**

يحدث التَّفاعل الممثّل بالمعادلة: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$ في وعاء حجمه 10L،عند بلوغ التَّوازن كان عدد مولات الهدروجين 7.2mol وعدد مولات اليود 2.4mol و عدد مولات يوديد الهدروجين 0.4mol والمطلوب حساب:

1- قيمة ثابت التوازن $K_c$ 2- قيمة ثابت التوازن $K_p$ 3-أحسب التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة.

4-اذكر طريقتين تزيد من كمية HI .

-1

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

$$[H_2]_{eq} = \frac{7.2}{10} = 0.72 mol.L^{-1}$$

$$[I_2]_{eq} = \frac{2.4}{10} = 0.24 \text{ mol. } L^{-1}$$

$$[HI]_{eq} = \frac{0.4}{10} = 0.04 mol.L^{-1}$$

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{[0.04]^2}{[0.72][0.24]} = \frac{1}{108}$$

-2

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta n} = K_C (RT)^{2-2} = K_C = \frac{1}{108}$$

-3

| $H_2$ | + $I_2$ | $\rightleftarrows$ | $2HI$ |
|---|---|---|---|
| $[H_2]_0$ | $[I_2]_0$ | | 0 |
| $[H_2] - x$ | $[I_2]_0 - x$ | | $2x$ |

$$2x = 0.04 \qquad x = 0.02 mol.L^{-1}$$

$[H_2]_0 - x = 0.72$ $\qquad [H_2]_0 = 0.72 + x = 0.72 + 0.02 = 0.74 mol.L^{-1}$

$[I_2]_0 - x = 0.24$ $\qquad [I_2]_0 = 0.24 + x = 0.24 + 0.02 = 0.26 mol.L^{-1}$

4- زيادة تركيز $H_2$

- زيادة تركيز $I_2$

- سحب HI *من الوسط* .

**المسألة الخامسة:**

ليكن لديك المعادلات التي تمثّل التّفاعلات المتوازنة الآتية عند الدّرجة $298^o K$ :

$$2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftarrows}} 2NOBr_{(g)} \quad K_{c1} = 2$$

$$2NO_{(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftarrows}} N_{2(g)} + O_{2(g)} \quad K_{c2} = 2 \times 10^4$$

المطلوب: أحسب قيمة $K_c$ ثمّ $K_p$ للتَّفاعل الآتي: $N_{2(g)} + O_{2(g)} + Br_{2(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2NOBr_{(g)}$

$(R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1})$

تبقى المعادلة الأولى كما هي ونعكس المعادلة الثانية

$$2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2NOBr_{(g)} \quad K_{c1} = 2$$

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2NO_{(g)} \quad K'_{c2} = \frac{1}{2\times10^4}$$

نجمع ونختصر:

$$2NO_{(g)} + Br_{2(g)} + N_{2(g)} + O_{2(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2NOBr_{(g)} + 2NO_{(g)} \quad K_c = K_{c1}\times K'_{c2} = 2\times\frac{1}{2\times10^4}$$

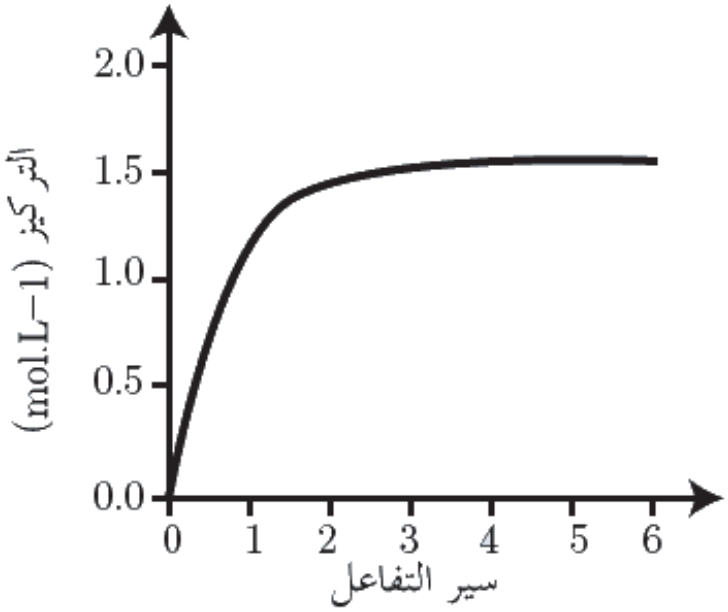
$$Br_{2(g)} + N_{2(g)} + O_{2(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2NOBr_{(g)} \quad K_c = 10^{-4}$$

$$K_P = K_C[RT]^{\Delta n} = 10^{-4}[0.082\times298]^{2-3} \approx 4.09\times10^{-6}$$

**المسألة السَّادسة:**

يتفاعل 1mol من بخار اليود مع 1mol من غاز الهدروجين في وعاء مغلق حجمه 1L وفق المعادلة

$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ حيث يبيّن المخطَّط الآتي تغير عدد مولات يود الهدروجين بدلالة الزَّمن، المطلوب:




1-احسب تراكيز التَّوازن لكل من المواد المتفاعلة والنَّاتجة.

2-أحسب قيمة ثابت التَّوازن $K_c$ .

3-ارسم خطَّاً بيانيَّاً يوضِّح تغيّر تركيز الهدروجين بدلالة الزَّمن.

1-: $C = \frac{n}{V}$

$$[H_2]_0 = [I_2]_0 = \frac{1}{1} = 1mol.L^{-1}$$

| $H_2$ | + | $I_2$ | $\rightleftharpoons$ | $2HI$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | 1 | | 0 |
| $1-x$ | | $1-x$ | | $2x$ |

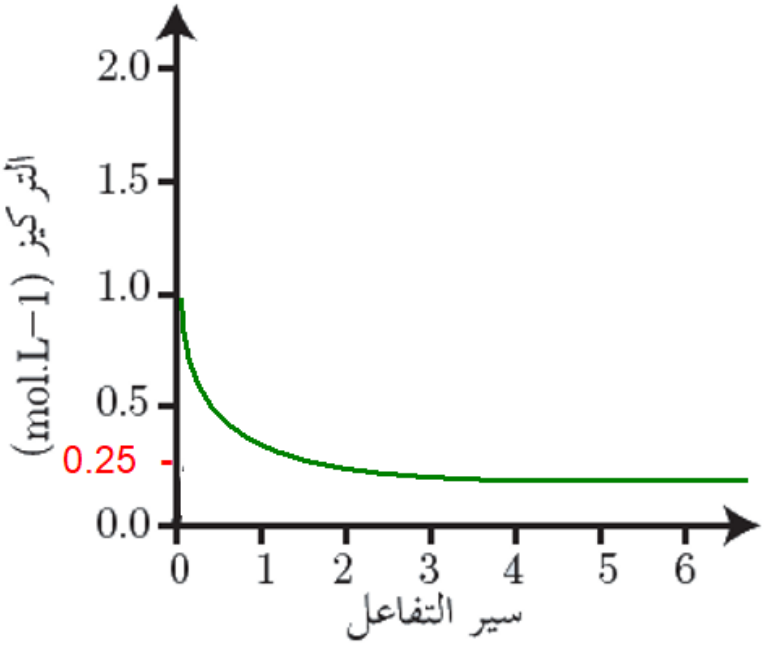
من الخط البياني $[HI]_{eq} = 2X = 1.5\ mol.L^{-1}$

$X = 0.75\ mol.L^{-1}$

$[H_2]_{eq} = [I_2]_{eq} = 1 - 0.75 = 0.25 mol.L^{-1}$

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{[1.5]^2}{[0.25]^2} = 36$$ -2

3- رسم الخط البياني لتغير تركيز الهدروجين بدلالة الزمن




**تفكير ناقد:**

من خلال معرفة تغيّر تركيز مادة واحدة هل يمكن تحديد فيما إذا التّفاعل وصل إلى حالة التّوازن أم لا؟ ناقش إجابتك.

ثبات تركيز أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة في التفاعلات المتوازنة يدل على الوصول إلى حالة التوازن ولكن في التفاعلات التامة عند نهاية التفاعل تثبت تراكيز المواد الناتجة أو أحد المواد المتفاعلة إذا لم تتفاعل المواد بنسب التفاعل.

## أسئلة الوحدة الثالثة ص80

**أولا: اختر الإجابةَ الصّحيحة لكلٍّ ممّا يأتي:**

1. في التّفاعل الأوّليّ الآتي: نواتج $\longrightarrow A_{(g)} + 2B_{(g)}$ عندما يزداد حجم الوعاء مرّتين فإنّ سرعة التّفاعل:

**a.** تنخفض أربع مرّات.
**b.** تنخفض ثماني مرّات.
**c.** تزداد مرّتين.
**d.** تزداد أربع مرّات.

2. أيّ من التّفاعلات الآتية تكون فيه النِّسبة $\frac{K_p}{K_c}$ أكبر:

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

**b.** $CaCO_{3(s)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftharpoons} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

**c.** $H_{2(g)} + S_{(s)} \rightleftharpoons H_2S_{(g)}$

**d.** $Ni(CO)_{2(s)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftharpoons} Ni_{(s)} + 2CO_{(g)}$

3. يمزج $0.1\,mol$ من A مع $0.1\,mol$ من B في وعاء سعته $1\,L$ فتكون قيمة $K_c$ تساوي $10^{-3}$ للتّفاعل المتوازن الآتي: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ فيكون عند بلوغ التّوازن:

**a.** $[C] = 2[B]$ **b.** $[C] = [B]$ **c.** $[C] > [B]$ **d.** $[C] < [B]$

4. يحدث التّفاعل الآتي في الغلاف الجوّيّ $NO_{(g)} + O_{3(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ على مرحلتين:
المرحلة الأولى: ذات تفاعل بطيء: $O_{3(g)} \longrightarrow O_{2(g)} + O^{\bullet}_{(g)}$
المرحلة الثانية: ذات تفاعل سريع: $NO_{(g)} + O^{\bullet}_{(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$
فتُكتَب عبارة السّرعة على الشّكل:

**a.** $v = k[NO][O^{\bullet}]$
**b.** $v = k[O_3]$
**c.** $v = k[NO][O_3]$
**d.** $v = k[NO][O_3][O^{\bullet}]$

5. إحدى العبارات الآتية صحيحة عند بلوغ التوازن في التّفاعل الكيميائيّ.

**a.** يتوقّف التّفاعل المباشر فقط.
**b.** يتوقف التفاعل العكسي فقط.
**c.** تتساوى قيمة ثابت سرعة التّفاعل المباشر وقيمة ثابت سرعة التّفاعل العكسيّ.
**d.** تتساوى سرعتا التّفاعلين المباشر والعكسيّ.

6. إذا علمتَ أنّ قيمة $K_c = 10$ في التّفاعل المتوازن الآتي: $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$، فتكون قيمة $K_c$ للتّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $4C_{(g)} \rightleftharpoons 4A_{(g)} + 2B_{(g)}$ مساويةً:

**a.** 0.1 **b.** 20 **c.** 0.01 **d.** 100

**ثانياً: أعط تفسيرا علميّاً لكل مما يأتي:**

1. في التَّفاعل النَّاشر للحرارة تقل قيمة ثابت التَّوازن عند زيادة درجة الحرارة.

لأن التفاعل العكسي يرجح، نحو الاتجاه الماص للحرارة وبالتالي تقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

2. التّفاعلات الّتي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تميل إلى أن تكونَ سريعةً.

لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط يكون قليل.

3. يحترق البروبان بسرعة أكبر من البنتان في الشروط نفسها.

لأن عدد الروابط C-C و C-H أقل في حالة البروبان وبالتالي احتراقه أسرع

4. بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها.

لأنه يوجد تصادمات فعالة وتصادمات غير فعالة ولحدوث التفاعل يجب أن يكون التصادم فعّال.

**ثالثاً أجب عن الأسئلة الآتيّة:**

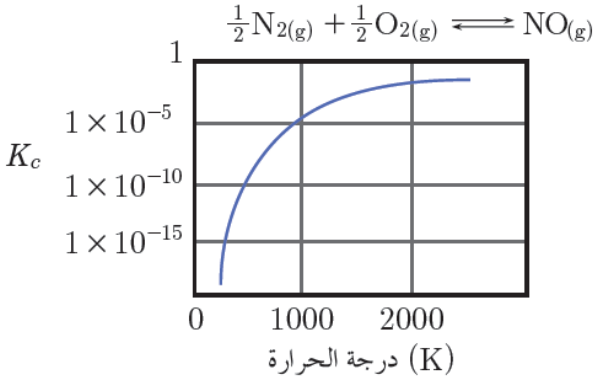
1-لديك التفاعل المتوازن الآتي $\Delta H > 0$ $H_2O_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ المطلوب:

a) اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية b) اذكر طريقة تزيد قيمة ثابت التوازن مع التفسير.

a) $k_p = \dfrac{P_{(H_2O)} \times P^{\frac{1}{2}}_{(O_2)}}{P_{(H_2O_2)}}$

b) بزيادة درجة الحرارة يرجح التفاعل المباشر الماص للحرارة فتزداد قيمة ثابت التوازن.

2- لديك الخطّ البياني الآتي الذي يمثّل قيم مختلفة لثابت التّوازن $K_c$ بدلالة درجة الحرارة، المطلوب:




بيّن فيما إذا كان التّفاعل ناشر أم ماصّ للحرارة.

التفاعل ماص للحرارة لأن عند ارتفاع درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت التوازن وبالتالي يرجح التفاعل المباشر الماص للحرارة.

3-اذكر الطرائق التي تزيد من سرعة التفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2AlCl_3$$

1-زيادة درجة الحرارة 2- إضافة حفّاز 3-زيادة تركيز الكلور 4-زيادة سطح تماس الألمنيوم

حلّ المسائل الآتية:

**المسألة الأولى:**

يُمزج $100mL$ من مادّة $A$ تركيزها $1.2mol.L^{-1}$ مع $300mL$ من مادّة ( B ) تركيزها $1.2mol.L^{-1}$ فيحصل التّفاعل الأولي وفق المعادلة الآتية: $A_{(aq)} + 2B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)}$

إذا علمت أنّ ثابت سرعة التّفاعل $K = 10^{-2}$

1-احسب سرعة التّفاعل الابتدائيّة .

2-احسب سرعة التّفاعل بعد زمن يتشكّل فيه ( 0.04mol ) من المادّة ( C ).

نحسب تراكيز كلاً من A، B الابتدائية بعد المزج من خلال قانون التمديد.

$$n_1 = n_2$$

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

$$[A]_0 = \frac{1.2\times100}{400} = 0.3\ mol.L^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{1.2\times 300}{400} = 0.9\ mol.L^{-1}$$

$$\nu = k[A][B]^2$$

$$\nu = 10^{-2} \times (0.3)\times(0.9)^2 = 243\times 10^{-5}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

-2

| $A_{(aq)} +$ | $2B_{(aq)} \longrightarrow$ | $2C_{(aq)}$ |
|---|---|---|
| 0.3 | 0.9 | 0 |
| $0.3-x$ | $0.9-2x$ | $2x$ |

$$[C] = \frac{n}{V} = \frac{0.04}{0.4} = 0.1 mol.L^{-1}$$

$$2x = 0.1 \Rightarrow x = 0.05\ mol.L^{-1}$$

$$[A] = 0.3 - 0.05 = 0.25 mol.L^{-1}$$

$$[B] = 0.9 - 0.1 = 0.8 mol.L^{-1}$$

$$\nu = 10^{-2} \times (0.25)\times(0.8)^2 = 16\times 10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

**المسألة الثّانية:**

يتفكّك يوديد الهدروجين وفق المعادلة: $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$

فإذا كان التَّركيز الابتدائي $[HI]_o = 0.8 mol.l^{-1}$ و قيمة ثابت التوازن $K_c = \frac{1}{36}$ و المطلوب:

1-أحسب تركيز كل من المواد الثّلاث عند التَّوازن.

2 -أحسب النّسبة المئويَّة المتفاعلة من HI عند التَّوازن

-1

| $2HI_{(g)} \rightleftharpoons$ | $H_{2(g)}$ | $+ I_{2(g)}$ |
|---|---|---|
| 0.8 | 0 | 0 |
| $0.8-2x$ | x | x |

$$K_c = \frac{[H_{2(g)}][I_{2(g)}]}{[HI_{(g)}]^2}$$

$$\frac{1}{36} = \frac{x^2}{(0.8-2x)^2}$$

نجذر الطرفين نجد:

$$\frac{1}{6} = \frac{x}{0.8-2x} \Rightarrow x = 0.1 mol.L^{-1}$$

$$[H_{2(g)}]_{eq} = [I_{2(g)}]_{eq} = 0.1 mol.L^{-1}$$

$$[HI_{(g)}]_{eq} = 0.8 - 2x = 0.8 - 0.2 = 0.6 mol.L^{-1}$$

-2 النسبة المئوية المتفاعلة من HI $y = \frac{0.2}{0.8}\times 100 = 25\%$

**المسألة الثالثة:**

لديك التفاعل المتوازن التَّالي: $2NO_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ فإذا علمت أن تراكيز التوازن بواحدة $mol.L^{-1}$ هي:

$[O_2]_{eq} = 0.12$ , $[NO]_{eq} = 0.24$ , $[NO_2]_{eq} = 0.06$ والمطلوب:

1- احسب قيمة $k_C$.

2- احسب التَّركيز الابتدائيّ لغاز $[NO_2]_0$.

3- احسب النّسبة المئويَّة المتفكّكة من غاز $NO_2$ عند الوصول لحالة التَّوازن.

$$2NO_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$$

| $[NO_2]_0$ | 0 | 0 |
|---|---|---|
| $[NO_2]_0 - 2x$ | $2x$ | $x$ |
| 0.06 | 0.24 | 0.12 |

$$k_c = \frac{[NO]^2 \times [O_2]}{[NO_2]^2} = \frac{(0.24)^2 \times 0.12}{(0.06)^2} = 1.92 \quad (1$$

$$x = 0.12 \Rightarrow [NO_2]_0 - 2x = 0.06 \quad (2$$

$$[NO_2]_0 = 0.06 + 0.24 = 0.3 mol.L^{-1}$$

$$y = \frac{0.24 \times 100}{0.3} = 80\% \quad (3$$

**المسألة الرابعة:**

يضاف ( $200\,ml$ )تحوي على ( $1.2mol$ ) من مادّة ( $A$ )إلى ( $200ml$ ) تحوي على ( $0.8\,mol$ ) من مادّة ( $B$ ) فيتمّ التّفاعل الأولي الآتي $2A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)} + D_{(aq)}$

إذا علمت أنّ ثابت سرعة التّفاعل ( $2 \times 10^{-2}$ ) المطلوب حساب:

1- سرعة التّفاعل الابتدائيّ.

2- سرعة التّفاعل بعد زمن يتشكّل فيها ( $0.04mol$) من المادّة ( $D$ )

3- تركيز كل المادتين C,B عند توقف التفاعل.

-1.

لنحسب التراكيز بعد المزج:

الحجم الكلي $200 + 200 = 400$ mL

$$[A] = \frac{1.2}{0.4} = 3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B] = \frac{0.8}{0.4} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v = k[A]^2[B]$$

$$v_0 = 2 \times 10^{-2} \times (3)^2 \times (2) = 0.36 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$$

-2

$$2A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)} + D_{(aq)}$$

$$3 \qquad 2 \qquad 0 \qquad 0$$

$$3-2x \qquad 2-x \qquad +x \qquad 2x$$

$$[D]=\frac{0.4}{0.4}=1 mol.L^{-1} \Rightarrow 2x=1 \Rightarrow x=0.5 \ mol.L^{-1}$$

$$[A]=3-1=2 \ mol.L^{-1}$$

$$[B]=2-0.5=1.5 \ mol.L^{-1}$$

$$v=2\times10^{-2}\times(2)^2\times(1.5)=12\times10^{-2} \ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

.-3

| عند توقف التفاعل $k \neq 0$ , $v=0$ | |
|---|---|
| إما $[A]=0$<br>$3-2x=0$<br>$2x=3 \Rightarrow x=1.5 \ mol.L^{-1}$<br>$[B]=2-1.5=0.5 \ mol.L^{-1}$<br>$[C]=2x=3 \ mol.L^{-1}$<br>مقبول | أو $[B]=0$<br>$[B]=0 \Rightarrow 2-x=0 \Rightarrow x=2 mol.L^{-1}$<br>$[A]=3-2x=3-4=-1$<br>مرفوض |

# الوحدة الّرابعة

# الكيمياءُ التّحليليّةُ

## الحموض والاسس

**نشاط(1): ص85**

لديكَ التّفاعلُ الممثَّلُ بالمعادلةِ الآتيةِ:

$$HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

حدِّد الحَمضَ والأساسَ وفقَ نظريَّةِ برونشتد – لوري.

الحل:

$$HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

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

نشاط(2): ص86

حدِّدِ الحَمضَ والأساسَ في التّفاعلِ الآتي وفقَ نظريّةِ لويس:

حمض(لويس) أساس (لويس)

نشاط (5):ص 87

اكتب معادلة تأيّن حَمض الآزوت، ثمّ حدّدِ الأزواجَ المترافقةَ (أساس/ حمض) وفقَ نظريّةِ برونشتد – لوري.

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

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

$HNO_3/NO_3^-$ , $H_3O^+/H_2O$

**نشاط(8): ص89**

يبلغُ تركيزُ أيّوناتِ الهدرونيوم في محلولٍ مائيّ $0.01\ mol.l^{-1}$ المطلوب:

1-احسب تركيز أيّونات الهدروكسيد.

2-احسب قيمة كلّ من pH و pOH الوسط لهذا المحلول.

3-حدّد طبيعة الوسط.

الحل:

1- $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{0.01} = 10^{-12}\ mol.L^{-1}$

2-

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-2} = 2$

$pOH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-12} = 12$

3- طبيعة الوسط حمضي : $pH < 7$

## أختبر نفسي ص95

**أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:**

1. محلول مائي لحمض النّمل HCOOH تركيزه الابتدائي $0.5mol.L^{-1}$ وثابت تأينه $2\times10^{-4}$، فتكون قيمة pH للمحلول مساويةً:

**a.** 2 **b.** 12 **c.** $10^{-2}$ **d.** $10^{-12}$

2. محلول مائي لهدروكسيد البوتاسيوم KOH تركيزه $0.01mol.L^{-1}$ نمدّده بالماء المقطّر 100 مرّة، فتصبح قيمة pH للمحلول مساويةً:

**a.** 10 **b.** 11 **c.** 12 **d.** 13

3. المركّب المذبذب من المركّبات الآتية هو:

**a.** $NH_3$ **b.** $H_2O$ **c.** $BF_3$ **d.** HCN

4. المحلول المائيّ الذي له أصغرُ قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التّراكيز هو محلول:

**a.** NaOH **b.** $NH_4OH$ **c.** $HNO_3$ **d.** HCN

5. إحدى الأزواج الآتية لا يشكّل زوج (أساس/حمض) حسب برونشتد لوري:

**a.** $NH_4^+/NH_3$ **b.** $H_2O/OH^-$ **c.** $HNO_3/HNO_2$ **d.** $HCN/CN^-$

ثانياً-يبيّن الجدول الآتي قيم ثوابت التّأيّن لبعضِ محاليلِ الحموضِ الضّعيفةِ المتساويةِ التّراكيز عندَ الدّرجة $25^0C$ .

| الحمض | الصيغة | ثابت التأين $K_a$ |
|---|---|---|
| سيان الهدروجين | HCN | $5\times10^{-10}$ |
| حمض الكربون | $H_2CO_3$ | $4.3\times10^{-7}$ |
| حمض النمل | HCOOH | $1.8\times10^{-4}$ |
| حمض فلوريد الهدروجين | HF | $7.2\times10^{-4}$ |

اعتماداً على الجدولِ السّابقِ أجب عن الأسئلةِ الآتية:

1-حدّد الحمض الأقوى، وما هو أساسه المرافق؟

2-حدّد الحمض الأكبر قيمة pH ،والحمض الأصغر قيمة pH .

3- في أيّ محلول يكونُ $[OH^-]$ أكبر؟

4-حدّد الأساس المرافق الأقوى للمحاليلِ السّابقةِ.

الحل:

1-حمض فلوريد الهدروجين . أساسه المرافق $F^-$ .

2-حمض سيانيد الهدروجين أكبر قيمة pH ، وحمض فلوريد الهدروجين أصغر قيمة pH.

3-محلول حمض سيانيد الهدروجين.

4- $CN^-$ أساس مرافق لأضعف حمض HCN.

ثالثا-أجب عن الأسئلة الآتيّة:

**1-**رتّب المحاليل الآتية المتساوية التّراكيز تصاعديّاً حسب تزايدِ قيمةِ ال pH

$$HCN\ ,\ KOH\ \ ,\ NH_4OH\ ,HNO_3$$

**الحل:**

$$HNO_3 \rightarrow HCN \rightarrow NH_4OH \rightarrow KOH$$

**2-** إذا علمتَ أن أيّون السّيانيد $CN^-$ أساس أقوى من أيّون الخلات $CH_3COO^-$ ، ما هو الحمض المرافق لكلّ منهما وأيّ الحمضين أقوى؟ فسّر ذلك.

**الحل:**

الحمض المرافق ل $CN^-$ هو HCN ، الحمض المرافق ل $CH_3COO^-$ هو $CH_3COOH$

$CH_3COOH$ هو الحمض الأقوى لأنه يرافق الأساس الأضعف.

3-يتأيّن هدروكسيد المغنزيوم وفق المعادلة الآتية: $Mg(OH)_2 \rightleftarrows Mg^{2+} + 2OH^-$

اشرح كيف تؤثّر إضافة كميّةٍ قليلة من محلول حمض قويٍّ على تأيّن المحلول.

الحل: تتحد أيونات الهدرونيوم المضافة مع أيونات الهدروكسيد يرجح التفاعل المباشر وتذوب كمية إضافية من $Mg(OH)_2$

4-حدّد كلًّا من حمض لويس، وأساس لويس في كلّ من المعادلتين الآتيتين:

$$Cu^{2+} + 4H_2O \longrightarrow [Cu(H_2O)_4]^{2+}$$

$$NH_3 + BCl_3 \longrightarrow H_3N \uparrow BCl_3$$

الحل:

$$Cu^{2+} + 4H_2O \longrightarrow [Cu(H_2O)_4]^{2+}$$

حمض (لويس) أساس(لويس)

$$NH_3 + BCl_3 \longrightarrow H_3N \uparrow BCl_3$$

أساس (لويس) حمض (لويس)

رابعاً-حُلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

يذاب 8g من محلول هِدروكسيد الصّوديوم بالماء المقطّر، ونكمل الحجم إلى 2L والمطلوب حساب :

1- $[H_3O^+]$ , $[OH^-]$

2- قيمة pOH , pH للمحلول.

3-حجم الماء المقطر اللازم إضافتها إلى $50\ mL$ من المحلول السابق لتصبح قيمة pH=11 .

Na:23 O:16 H:1

الحل:

1- عدد المولات : $n = \frac{m}{M} = \frac{8}{40} = 0.2\ mol$

حساب التركيز المولي: $C_b = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{2} = 0.1 mol.L^{-1}$

هدروكسيد الصوديوم أساس قوي وحيد الوظيفة الأساسية.

$$[OH^-] = C_b = 0.1 mol.L^{-1}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13}\ mol.L^{-1}$$

2- $pOH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-1} = 1$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 1 = 13$$

3- $pOH = 14 - pH = 14 - 11 = 3$

$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3} mol.L^{-1}$$

$$C_b = [OH^-] = 10^{-3} mol.L^{-}$$

بعد التمديد $n$ = $n$ قبل التمديد

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$10^{-1} \times 50 = 10^{-3} V_2$$

$$V_2 = 5000\ mL$$

حجم الماء المقطر اللازم إضافته:

$$V = 5000 - 50 = 4950\,mL$$

المسألة الثّانية:

محلول لحمض سيانيد الهدروجين له pH=5، ودرجة تأيّنه $5\times10^{-3}\,\%$ ، والمطلوب:

1-اكتب معادلة تأيّن الحمض السّابق.

2-احسب قيمة كلٍّ من التّركيز الابتدائيّ للحمض السّابق، وثابت تأيّنه.

3-بيّن بالحساب كيف يتغيّر $[H_3O^+]$ عندما تصبح pH= 6 .

**الحل:**

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

2-

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \Rightarrow 5\times10^{-5} = \frac{10^{-5}}{C_a}$$

$$C_a = 0.2\ mol.L^{-1}$$

حساب ثابت تأين الحمض:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a} \Rightarrow 10^{-5} = \sqrt{K_a \times 0.2}$$

$$K_a = 5\times10^{-10}$$

3- **بعد التغير** $[H_3O^+]' = 10^{-PH} = 10^{-6}\ mol.L^{-1}$

**قبل التغير** $[H_3O^+] = 10^{-5} mol.L^{-1}$

$$\frac{[H_3O^+]'}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-6}}{10^{-5}} = \frac{1}{10}$$

$$[H_3O^+]' = \frac{[H_3O^+]}{10}$$

المسألة الثَّالثة:

محلول لحمض النّمل له $pH=2$ وثابت تأيّنه $2\times10^{-4}$، والمطلوب:

1-اكتب معادلة تأيّن هذا الحَمض ثمّ حدّد الأزواج المترافقة أساس/حمض حسب برونشتد - لوري.

2-احسب قيمة $pOH$ المحلول ثم احسب تركيز الحمض الابتدائي.

3-احسب حجم الماء المقّطر اللّازم إضافته إلى 10mL منه لتصبح قيمة $pH=3$.

الحل:

1-

$$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$$

حمض1 أساس2 أساس مرافق 1 حمض مرافق2

2-

$$pH+pOH=14 \Rightarrow pOH=14-2=12$$

3-نحسب تركيز الحمض قبل التمديد وبعد التمديد

$$\left[H_3O^+\right]=\sqrt{C_a.K_a} \Rightarrow 10^{-2}=\sqrt{C_a\times2\times10^{-4}}$$

قبل التمديد

$$C_a=5\times10^{-1}\ mol.L^{-1}$$

بعد التمديد

$$\left[H_3O^+\right]'=10^{-pH}=10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$\left[H_3O^+\right]'=\sqrt{C_a'.K_a} \Rightarrow 10^{-3}=\sqrt{C_a'\times2\times10^{-4}}$$

$$C_a'=5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$C_1 . V_1 = C_2 . V_2$$

$$0.5\times10 = 0.005\times V_2$$

$$V_2 = 1000\ mL$$

حجم الماء المضاف:

$$V = 1000-10=990\ mL$$

المسألة الرَّابعة:

محلول مائي لحمضِ الكبريتِ بفرض أنه تامّ التأيّن له قيمة $pH=1$ ، والمطلوب:

1- اكتب معادلة تأيّن هذا الحَمض.
2- احسب تركيز هذا الحَمض ب $mol.L^{-1}$ .
3- احسب كتلة حمض الكبريت في 50mL من محلول الحمض السَّابق.
4- نضيف بالتَّدريج 10mL من محلول الحمض السّابق إلى 90mL من الماء المقطّر ،احسب قيمة pH للمحلولِ الجديدِ.

H:1 O:16 S:32

الحل:

1- $H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H_3O^+$

2- $\left[H_3O^+\right] = 10^{-PH} = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$

حمض الكبريت قوي ثنائي الوظيفة الحمضية.

$$\left[H_3O^+\right] = 2C_a$$

$$C_a = \frac{\left[H_3O^+\right]}{2} = \frac{0.1}{2} = 0.05\,mol.L^{-1}$$

3- $m = C_{mol.L^{-1}}.V.M = 0.05\times 50\times 10^{-3}\times 98 = 0.245\ g$

4-

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$
$$0.1\times 10 = C_2\times 100$$
$$C_2 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log\left[H_3O^+\right] = -\log 10^{-2} = 2$$

المسألة الخامسة:

محلول مائيّ للنّشادر له $pOH=3$، ودرجة تأينه $2\ \%$ ، والمطلوب:

1-اكتب معادلة تأيّن النّشادر ثمّ حدّد الأزواج المترافقة أساس/حمض حسب برونشتد - لوري.

2-احسب $\left[OH^-\right]$ للمحلول.

3-احسب التّركيز الابتدائيّ للمحلول.

4-احسب ثابت تأيّن النّشادر.

5-نمدّد المحلول السّابق 10مرّات، احسب pOH المحلول الجديد بعد التّمديد.

الحل:

-1

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

أساس1 حمض2 حمض مرافق1 أساس مرافق 2

-2

$$\left[OH^-\right] = 10^{-pOH} = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

-3

$$\alpha = \frac{\left[OH^-\right]}{C_b} \Rightarrow 2\times10^{-2} = \frac{10^{-3}}{C_b}$$

$$C_b = \frac{10^{-3}}{2\times10^{-2}} = 0.05 mol.L^{-1}$$

-4 بإهمال القيمة الضعيفة المتأينة من الحمض.

$$\left[OH^-\right] = \sqrt{C_b.K_b} \quad \Rightarrow 10^{-3} = \sqrt{0.05.K_b}$$

$$K_b = 2\times10^{-5}$$

-5

بعد التمديد $n$ = $n$ قبل التمديد

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

$$0.05\times V_1 = C_2\times 10V_1$$

$$C_2 = 5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$\left[OH^-\right] = \sqrt{C_b\times K_b} \Rightarrow \left[OH^-\right] = \sqrt{0.005\times2\times10^{-5}} = \sqrt{10^{-7}} = 10^{-3.5} mol.L^{-1}$$

$$pOH = -\log\left[OH^-\right] = 3.5$$

تفكير ناقد:

نضيف 200m.L محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.2mol.L^{-1}$ إلى 200m.L من محلولِ حَمض الكبريت تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ ، احسب قيمة pH المحلول النّاتج.

الحل :

التراكيز الجديدة:

$$C' = \frac{C.V}{V'}$$

$$C_{HCl} = \frac{0.2 \times 200}{400} = 0.1mol.L^{-1}$$

$$C_{HSO_4} = \frac{0.1 \times 200}{400} = 0.05mol.L^{-1}$$

$$\left[H_3O^+\right] = \left[H_3O^+\right]_{HCl} + \left[H_3O^+\right]_{H_2SO_4}$$

$$\left[H_3O^+\right] = 0.1 + 2(0.05) = 0.2mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log\left[H_3O^+\right] = -\log(0.2) = 0.7$$

# المحاليل المائية للأملاح

**نشاط (1) ص99**

**أكمل الجدول الآتي:**

| اسم الملح | صيغة الملح | الجزء الأساسي | الجزء الحمضي |
|---|---|---|---|
| **نترات الصوديوم** | $NaNO_3$ | $.. Na^+ ....$ | $NO_3^-$ |
| **كبريتات الأمونيوم** | $..... (NH_4)_2SO_4 ...$ | $NH_4^+$ | $..... SO_4^{2-}$ |
| **كلوريد الألمنيوم** | $.... AlCl_3 .$ | $.... Al^{3+} .....$ | $.....Cl^- ..$ |

**نشاط(4): ص101**

اكتبِ العلاقة المعبّرة عن $K_{sp}$ لكلّ من الأملاح قليلةِ الذّوبان الآتية:

(a $CaCO_3$ ، (b $Ag_2S$ ، (c $Ca_3(PO_4)_2$ .

**الحل:**

$$CaCO_3 \rightleftarrows Ca^{2+} + CO_3^{2-}$$

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

$$Ag_2S \rightleftarrows 2Ag^+ + S^{2-}$$

$$K_{sp} = [Ag^+]^2.[S^{2-}]$$

$$Ca_3(PO_4)_2 \rightleftarrows 3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-}$$

$$K_{sp} = [Ca^{2+}]^3.[PO_4^{3-}]^2$$

**نشاط(8):**ص110

محلول مائيّ لملحِ سيانيد الصّوديوم تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$، إذا علمتَ أنَّ قيمة ثابت حلمهة هذا الملح $K_h = 2\times10^{-5}$ . المطلوب:

1- حساب قيمة pH هذا المحلول. 2- ما طبيعة هذا المحلول؟ علّل إجابتك.

الحل:

-1

| | $CN^-$ | + $H_2O$ | $\rightleftarrows$ | $HCN$ | + $OH^-$ |
|---|---|---|---|---|---|
| بدء | 0.05 | | | 0 | 0 |
| توازن | $0.05-x$ | | | $x$ | $x$ |

$$K_h = \frac{[HCN].[OH^-]}{[CN^-]}$$

$$2\times10^{-5} = \frac{x^2}{0.05-x}$$

تهمل لصغرها

$$2\times10^{-5}=\frac{x^{2}}{0.05}$$
$$x=10^{-3}\ mol.L^{-1}=\left[OH^{-}\right]$$

$$\left[H_3O^{+}\right]=\frac{10^{-14}}{10^{-3}}=10^{-11}\,mol.L^{-1}$$
$$pH=-\log\left[H_3O^{+}\right]=-\log10^{-11}=11$$

**2-**طبيعة الوسط أساسي لإن $pH\rangle 7$

## أختبر نفسي ص115

**أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:**

1. الملح الذوّاب الذي يتحلمه في الماء من الأملاح الآتية هو:

**a.** $KCl$ **b.** $NaNO_3$ **c.** $NH_4NO_3$ **d.** $CaSO_4$

2. المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو:

**a.** $NaCl$ **b.** $CH_3COONH_4$ **c.** $NH_4NO_3$ **d.** $CH_3COONa$

3. يحصل توازن غير متجانس بين الطّور الصّلب والطّور المذاب في محلولٍ مائيّ لملح قليل الذّوبان هو:

**a.** $PbCrO_4$ **b.** $Pb(NO_3)_2$ **c.** $Na_2SO_4$ **d.** $(NH_4)_3PO_4$

4. محلول مائي لملح $Na_2CO_3$ تركيزه $1.6\,g.L^{-1}$، يُمدّد بإضافةِ كمّيّةٍ من الماءِ المقطّرِ إليه بحيثُ يصبحُ حجمه أربعةَ أضعافِ ما كان عليه، فيكون التّركيز الجديد لأيّونات الصّوديوم في المحلولِ مساوياً:

**a.** $0.6\,g.L^{-1}$ **b.** $0.4\,g.L^{-1}$ **c.** $0.8\,g.L^{-1}$ **d.** $0.2\,g.L^{-1}$

5. إذا علمت أنّ: $K_{sp(AgCl)}=6.25\times10^{-10}$ عندَ درجةِ حرارةٍ معيّنةٍ، فيكونُ تركيزُ أيّوناتِ الفضّة مقدراً بـ $mol.L^{-1}$ في المحلول المشبع لـ $AgCl$ مساوياً:

**a.** $1.25\times10^{-10}$ **b.** $2.5\times10^{-10}$ **c.** $2.5\times10^{-5}$ **d.** $6.25\times10^{-5}$

6. عندَ تمديدِ محلولٍ مائيٍّ لملح $KNO_3$ تركيزه $2.4\,mol.L^{-1}$ بإضافةِ كمّيّةٍ من الماءِ المقطّرِ إليه تساوي ثلاثةَ أمثالِ حجمِه، يكونُ التّركيزُ الجديدُ للمحلولِ مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$ مساوياً:

**a.** 0.6 **b.** 0.4 **c.** 0.3 **d.** 0.2

**ثانياً – أعطِ تفسيراً علمياً:**

- ذوّبان ملح نترات البوتاسيوم بالماء لا يُعدّ حلمهة.

لأن الايونات الناتجة عن تأين هذا الملح حيادية لا تتفاعل مع الماء.

- جميع الأملاح تتمتّع بخاصيّة قطبيّة.

لا نها تتألف من جزء موجب أساسي وجزء سالب حمضي

- أملاح الصوديوم شديدة الذوّبان بالماء.

لان قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أصغر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.

- ملح كرومات الفضّة قليل الذوّبان بالماء

لان قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أكبر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.

**ثالثا-أجب عن الأسئلة الآتية:**

1- يحوي بيشر محلول مشبع لملح $PbCrO_4$ قليل الذوّبان بالماء، يُضاف إليه قطرات من محلول نترات الرّصاص II عديم اللّون. فيتشكّل راسب من كروماتِ الرّصاصِ II .

**المطلوب:**

a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لملحِ كروماتِ الرّصاصِII .

b) اشرح آلية التَّرسيب الّتي حدثتْ لقسمٍ من هذا الملح.

c) اقترح طريقةً ثانيةً لترسيبِ قسمٍ من هذا الملح.

d) اقترح طريقةً لفصلِ المحلولِ عن الرَّاسب.

الحل:

a) $PbCrO_4 \rightleftarrows Pb^{2+} + CrO_4^{2-}$

b) يزداد تركيز أيونات الرصاص ويصبح $Q \rangle K_{sp}$ تترسب كمية من هذا الملح.

c)إضافة قطرات من محلول كرومات البوتاسيوم.

d) يتم الفصل بالترشيح

2- اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس، ثمّ علاقة جداء الذوّبان لكلّ من الأملاح الآتية:

a) $PbS$ b) $BaCO_3$ c) $MgCO_3$ d) $Ag_2CrO_4$

الحل:a)

$$PbS \rightleftarrows Pb^{2+} + S^{2-}$$

$$K_{sp} = \left[Pb^{2+}\right].\left[S^{2-}\right]$$

(b

$$BaCO_3 \rightleftarrows Ba^{2+} + CO_3^{2-}$$

$$K_{sp} = \left[Ba^{2+}\right].\left[CO_3^{2-}\right]$$

(c

$$MgCO_3 \rightleftarrows Mg^{2+} + CO_3^{2-}$$

$$K_{sp} = \left[Mg^{2+}\right].\left[CO_3^{2-}\right]$$

(d

$$Ag_2CrO_4 \rightleftarrows 2Ag^{+} + CrO_4^{2-}$$

$$K_{sp} = \left[Ag^{+}\right]^2.\left[CrO_4^{2-}\right]$$

**رابعاً- حلّ المسائل الآتية:**

**<u>المسألة الأولى:</u>**

محلول مائيّ لملح خلّات البوتاسيوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$، فإذا علمتَ أنّ له $pH = 9$ عندَ درجةِ الحرارةِ $25\ ^oC$ .

**المطلوب:** 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة $[H_3O^+]$ .

3- احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحيّ. 4- احسب ثابت تأيّن حمض الخلّ.

5- احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة. 6- ما طبيعة الوسط النّاتج عن الحلمهة؟ علّل إجابتك.

الحل:

1-معادلة الإماهة: $CH_3COOK \longrightarrow CH_3COO^- + K^+$

معادلة الحلمهة: $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

2- $\left[H_3O^+\right] = 10^{-pH} = 10^{-9} mol.L^{-1}$

3-

| | $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons$ | $CH_3COOH$ | $+ OH^-$ |
|---|---|---|---|
| بدء | $0.2$ | $0$ | $0$ |
| توازن | $0.2-x$ | $x$ | $x$ |

$$K_h = \frac{\left[CH_3COOH\right].\left[OH^-\right]}{\left[CH_3COO^-\right]}$$

$$K_h = \frac{x^2}{0.2-x}$$

ولكن

$$x = \left[OH^-\right] = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} mol.L^{-1}$$

$$K_h = \frac{x^2}{0.2-x}$$

تهمل X لصغرها أمام 0.2

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

تهمل X لصغرها أمام 0.2

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

4-

$$K_h.K_a = 10^{-14}$$

$$K_a = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5\times 10^{-10}} = 2\times 10^{-5}$$

5-

$$\text{النسبة المئوية المتحلمهة} = \frac{10^{-5}}{0.2}\times 100 = 5\times 10^{-3}\ \%$$

6-طبيعة المحلول أساسي لأن pH>7.

**المسألة الثّانية:**

محلول مائيّ مشبع لملح كبريتات الفضّة $Ag_2SO_4$ تركيزه $0.015\ mol.L^{-1}$، إذا أضيف إليه ملح كبريتات الصّوديوم $Na_2SO_4$ بحيث يصبح تركيزه في المحلول $0.01\ mol.L^{-1}$ ، بيّن حسابياً إن كان ملح كبريتات الفضّة يترسّب أو لا ؟

الحل:

المحلول مشبع:

$$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + SO_4^{2-}$$

x  2x  x

$$\left[Ag^+\right] = 2x = 2\times 0.015 = 3\times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

$$\left[SO_4^{2-}\right] = x = 1.5\times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

$$K_{sp} = \left[Ag^+\right]^2.\left[SO_4^{2-}\right] = (3\times 10^{-2})^2 \times 1.5\times 10^{-2} = 1.35\times 10^{-5}$$

$$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$$

$10^{-2}$  $2\times 10^{-2}$  $10^{-2}$

$$\left[SO_4^{2-}\right]_{\text{ي ك ل}} = 1\times 10^{-2} + 1.5\times 10^{-2} = 2.5\times 10^{-2} mol.L^{-1}$$

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

$Q \rangle K_{sp}$

المحلول فوق مشبع يتشكل راسب

**المسألة الثّالثة:**

محلول مائيّ لملح لنترات الأمونيوم $NH_4NO_3$ تركيزه $2\times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$ ، فإذا علمتَ أنّ ثابت تأيّن النّشـــادر عندَ درجةِ الحرارةِ $25\ ^oC$ هو $K_b = 2\times 10^{-5}$ ، **المطلوب:**

1- اكتب معادلتي إماهة وحلمهة هذا الملح.  2- احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحيّ.

3- احسب قيمة $[OH^-]$ .  4 - احسب قيمة pH المحلول، ماذا تستنتج؟

5- إذا أُضـيف إلى المحلول السَّـابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ ، فاحسـب النِّسـبة المئويَّة المتحلمهه من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.

الحل:

1-معادلة الإماهة:

$$NH_4NO_3 \longrightarrow NH_4^+ + NO_3^-$$

معادلة الحلمهة:

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

-2

$$K_h.K_b = 10^{-14}$$

$$K_h = \frac{10^{-14}}{K_b} = \frac{10^{-14}}{2\times 10^{-5}} = 5\times 10^{-10}$$

-3

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| بدء | $2\times 10^{-3}$ | 0 | 0 |
| توازن | $2\times 10^{-3} - x$ | $x$ | $x$ |

$$K_h = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

$$K_h = \frac{x^2}{2\times10^{-3} - x_{\searrow}}$$

تهمل لصغرها

$$5\times10^{-10} = \frac{x^2}{2\times10^{-3}} \Rightarrow x^2 = 2\times10^{-3} \times 5\times10^{-10}$$

$$x^2 = 10^{-12} \Rightarrow x = 10^{-6} mol.L^{-1} = [H_3O^+]$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8} mol.L^{-1}$$

-4

$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-6} = 6$ ( نستنتج : طبيعة الوسط حمضي )

5-حمض كلور الماء قوي وحيد الوظيفية الحمضية:

$$[H_3O^+] = C_a = 0.01 mol.L^{-1}$$

| | $NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$ | | |
|---|---|---|---|
| بدء | $2\times10^{-3}$ | 0 | 0.01 |
| توازن | $2\times10^{-3} - x$ | $x$ | $0.01 + x$ |

$$K_h = \frac{x(0.01 + x)}{2\times10^{-3} - x}$$

$$5\times10^{-10} = \frac{x(0.01 + x)}{2\times10^{-3} - x}$$

تهمل x المضافة والمطروحة لصغرها

$$5\times10^{-10} = \frac{0.01x}{2\times10^{-3}}$$

$$x = \frac{2\times10^{-3}\times5\times10^{-10}}{0.01} = 10^{-10.} mol.L^{-1}$$

كل $2\times10^{-3}$ يتحلمه منها $10^{-10.}$

كل 100يتحلمه منها $y$

$$y = \frac{10^{-10} \times 100}{2 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-6}\ \%$$

**المسألة الرّابعة:**

يُضاف $200\ mL$ من محلول يحوي $1 \times 10^{-5}\ mol$ من كلوريد الباريوم إلى $800\ mL$ من محلول يحوي $1 \times 10^{-5}\ mol$ من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلولٍ مشبعٍ من كبريتات الباريوم. **المطلوب:**

1- احسب قيمة جداء الذّوبان $K_{sp}$ لملح كبريتات الباريوم.

2- يُضاف قطرات من محلول حمض الكبريت المركَّز إلى المحلول المشبع السّابق، ماذا تتوقّع أن يحدث؟ علّل إجابتك. وبيّن إذا كان ذلك يتّفق مع قاعدة لوشاتولييه أو لا ؟

الحل:

1- التراكيز الابتدائية الجديدة:

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

$$C_{BaCl_2} = \frac{1 \times 10^{-5}}{(200+800)10^{-3}} = 1 \times 10^{-5} mol.L^{-1}$$

$$C_{Na_2SO_4} = \frac{1 \times 10^{-5}}{(200+800)10^{-3}} = 1 \times 10^{-5} mol.L^{-1}$$

$$Ba\ SO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+} + SO_4^{2-}$$

$$x \qquad\qquad x \quad x$$

ولكن:

$$\left[Ba^{2+}\right] = C_{BaCl_2} = 1 \times 10^{-5} mol.L^{-1}$$

$$\left[SO_4^{2-}\right] = C_{Na_2SO_4} = 1 \times 10^{-5} mol.L^{-1}$$

$$K_{Sp} = \left[Ba^{2+}\right].\left[SO_4^{2-}\right] = x^2$$

$$K_{Sp} = (1 \times 10^{-5})^2 = 10^{-10}$$

2-عند إضافة حمض الكبريت يزداد تركيز أيونات الكبريتات $SO_4^{2-}$ فيصبح $Q \rangle K_{sp}$ تترسب كمية من الملح ووفق قاعدة لوشاتولييه يرجح التفاعل العكسي وتترسب كمية من الملح.

**تفكير ناقد:**

استخدام المياه الكلسية يسبب ترسّب كربونات الكالسيوم على أجزاء في الغسالات أو سخانات المياه، ولإزالتها يضاف كمية من محلول حمض كلور الماء، فسّر ذلك

تتفاعل أيونات الهدرونيوم الناتجة من تأين حمض كلور الماء فيتشكل حمض الكربون ضعيف التأين ويصبح Q<Ksp فيرجح التفاعل المباشر وتذوب كمية إضافية من ملح كربونات الكالسيوم

# المعايرة الحجمية

## نشاط(1): ص121

عند معايرة $50\,ml$ من محلول هدروكسيد الصُّوديوم تركيزه $0.1\ \mathrm{mol.L^{-1}}$ بمحلولٍ قياسيٍّ لحمضِ الآزوت تركيزه $0.1\ \mathrm{mol.L^{-1}}$

حيث يمثّل الشّكل المجاور منحنىً بيانيّاً لتغيّرات قيم pH المحلول بدلالة حجم الحمض المضاف.

المطلوب:

1- ماهي قيمة pH المحلول لحظة بدء المعايرة؟

2-بيّن كيف يتغيّر كلٌّ من $[OH^-]$ ، pH المحلول خلال عمليّة المعايرة.

3-ما قيمة pH المحلول عند نهاية تفاعل المعايرة؟ فسِّر ذلك.

4- ما المشعر المناسب لهذه المعايرة؟

الحل:

1-عند بدء المعايرة $pH = 13$

2- تنقص قيمة pH المحلول تدريجيّاً نتيجة تناقص تراكيز أيّونات الهدروكسيد $OH^-$ لتفاعلها مع أيّونات الهدرونيوم $H_3O^+$ المضافة وفق المعادلة الأيّونية الآتية

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$$

3-عند اتِّحاد جميع أيّونات $OH^-$ مع جميع أيّونات $H_3O^+$ المضافة تصبح قيمة pH = 7 ، وتدعى نقطة نهاية المعايرة( نقطة التّكافؤ.)

4-المشعر المستعمل أزرق بروم التيمول لأن مداه بين (6-7.6) يحوي قيمة pH نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

## نشاط(4):ص124

نعاير $50mL$ من محلول هِدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الآزوت تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ فيلزم $25\,mL$ لإتمام المعايرة، والمطلوب:

1-اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة.

2-احسب تركيز محلول هِدروكسيد الأمونيوم.

الحل:

1- $NH_4OH + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3 + H_2O$

2-

$$n_{(NH_4OH)} = n_{(HNO_3)}$$

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

$$C_1 \times 50 = 0.1 \times 25$$

$$C_1 = 0.05mol.L^{-1}$$

## أختبر نفسي ص125

**أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:**

تعديل السؤال

1. المشعر الّذي يحدِّد بدقّة أكبر، نقطة نهاية معايرة أساس قويّ بحمض ضعيف هو:
   **a.** أزرق بروم التّيمول **b.** الفينول فتالئين **c.** أحمر المتيل **d.** الهليانتين
2. عند معايرة حمض النمل بهِدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.
   **a.** $pH > 7$ **b.** $pH < 7$ **c.** $pH = 7$ **d.** $pH \leq 7$
3. عند إضافة $10\,mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05\,mol.L^{-1}$ إلى $15\,mL$ من محلول هدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.1\,mol.L^{-1}$ فإن:
   **a.** $[H_3O^+] < [OH^-]$ **b.** $[H_3O^+] > [OH^-]$
   **c.** $[H_3O^+] = [OH^-]$ **d.** $[H_3O^+] \leq [OH^-]$

**ثانياً:** أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

1-تكون قيمة $pH < 7$ عند معايرة أساس ضعيف بحمضٍ قويٍّ.

لأن الأيونات الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك حمض ضعيف.

2- يعتبر أزرق بروم التيمول مشعراً مناسباً عند معايرة حمض قوي بأساس قويّ.

لأن مداه بين (6-7.6) يحوي قيمة pH نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

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

لتحديد نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

4-عند معايرة حمض النمل بهدروكسيد الصوديوم يكون الوسط عند نهاية المعايرة أساسياً.

لأن أيونات النملات الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك أساس ضعيف.

**ثالثاً: حلّ المسائل الآتية**

**المسألة الأولى:**

محلول حمض كلور الماء تركيزه $10^{-2}\,mol.L^{-1}$

1-احسب قيمة $pH$ محلول الحمض السَّابق.

2-يلزم لمعايرة $20\,mL$ من الحمض السَّابق $5\,mL$ من هِدروكسيد الصُّوديوم ذي التَّركيز $0.02\,mol.L^{-1}$ وحجم $V_2$ من هِدروكسيد البوتاسيوم ذي التَّركيز $0.05\,mol.L^{-1}$، والمطلوب:

$a$- اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.

$b$- احسب حجم هِدروكسيد البوتاسيوم اللَّازم لإتمامِ المعايرةِ.

3-احسب حجم الماء المقطَر اللّازم إضافته إلى $10mL$ من الحمض السَّابق لتصبح $pH = 3$.

الحل:

1-حمض كلور الماء قوي وحيد الوظيفة الحمضية:

$$\left[H_3O^+\right] = C_a = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

$$pH = \log\left[H_3O^+\right] = -\log 10^{-2} = 2$$

2-المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة:

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$$

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

$$C.V = C_1.V_1 + C_2.V_2$$

$$0.01\times 20 = 0.02\times 5 + 0.05\times V_2$$

$$V_2 = 2mL$$

-3

$$\left[H_3O^+\right]' = 10^{-pH} = 10^{-3}\, mol.L^{-1}$$

$n$ (قبل التمديد) $=$ $n$ (بعد التمديد)

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$10^{-2}\times 10 = 10^{-3}\times V_2$$

$$V_2 = 100\ mL$$

حجم الماء المضاف:

$$V = 100 - 10 = 90\ mL$$

**المسألة الثَّانية:**

يؤخذ $20\,mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05\,mol.L^{-1}$ ويضاف إلى $10\,mL$ من محلول هدروكسيد الصوديوم حتّى تمام المعايرة، والمطلوب:

1-اكتب المعادلة الكيميائيَّة المعبّرة عن التَّفاعل الحاصل .
2-احسب تركيز محلول هدروكسيد الصوديوم المستَخدَم .
3-ما قيمة $pH$ المحلول النَّاتج عن المعايرة.
4-اكتب أسم أفضل مشعر واجب استعماله لهذه المعايرة؟
4-احسب التَّركيز المولي لمحلول ملح كبريتات الصُّوديوم النَّاتج.

**الحل:**

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$ -1

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

حمض الكبريت قوي ثنائي الوظيفة الحمضية:

$$\left[H_3O^+\right] = 2C_a = 2\times 0.05 = 0.1 mol.L^{-1}$$

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

$$0.1\times 20 = C_2\times 10$$

$$C_2 = 0.2 mol.L^{-1}$$

-3 $pH = 7$

-4 أفضل مشعر مناسب هو: أزرق بروم التيمول

-5

عدد مولات الحمض المتفاعلة : $n = CV = 0.05\times 20\times 10^{-3} = 10^{-3}\, mol$

$$H_2SO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$
$$1mol \qquad 1mol$$
$$10^{-3}mol \qquad n'mol$$
$$n = 10^{-3}\,mol$$

تركيز الملح: $C = \frac{n}{V} = \frac{10^{-3}}{30\times10^{-3}} = \frac{1}{30}\,mol.L^{-1}$

**المسألة الثّالثة:**

تذّاب عيّنة غير نقيّة كتلتها $3.30g$ من هِدروكسيد البوتاسيوم في الماء، ويكمل الحجم إلى $200mL$ ، فإذا علمتَ أنّه يلزم لتعديلِ $25mL$ منه $30mL$ من حمض كلور الماء تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ بالإضافة إلى $20mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05mol.L^{-1}$ ، والمطلوب:

1- احسب تركيز محلول هِدروكسيد البوتاسيوم.

2-احسب كتلة هِدروكسيد البوتاسيوم النَّقيّة في هذه العيّنة.

3-احسب النِّسبة المئويَّة للشَّوائب في هذه العيّنة.

(الكتل الذّرّيّة: $H:1$ , $Cl:35.5$ , $O:16$ , $S:32$ , $K:39$ )

الحل:

1-تركيز محلول هدروكسيد البوتاسيوم.

حمض الكبريت قوي ثنائي الوظيفة الحمضية:

$$\left[H_3O^+\right] = 2C_a = 2\times0.05 = 0.1mol.L^{-1}$$
$$n_{(OH^-)} = n_{1(H_3O^+)} + n_{2(H_3O^+)}$$
$$C.V = C_1.V_1 + C_2.V_2$$
$$C\times25 = 0.1\times30 + 0.1\times20$$
$$C = 0.2mol.L^{-1}$$

2-كتلة هدروكسيد البوتاسيوم النقية في هذه العينة.

$$m = C.V.M = 0.2\times0.2\times56$$
$$m = 2.24g$$

3-النسبة المئوية:

كتلة الشوائب: $m = 3.30 - 2.24 = 1.06g$

$$y = \frac{1.06}{3.30}\times100 = 32.12\%$$

**المسألة الرابعة:**

أذيبت عيّنة مقدارها $1.75g$ من كربوناتِ الصُّوديوم وكلوريد الصُّوديوم في الماء وأكمل الحجم إلى $100mL$؛ إذا علمتَ أنّه يلزم للمعايرة المحلول السَّابق $50mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.4mol.L^{-1}$

المطلوب:

1-اكتب المعادلة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

2-احسب تركيز كربونات الصُّوديوم في المحلول السَّابق.

3-احسب النِّسبة المئويَّة لكلٍّ من الملحينِ في العيّنة.

$$H:1 \qquad CL:35.5 \qquad O:16 \qquad Na:23$$

الحل:

1-كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض كلور الماء:

عدد مولات الحمض المتفاعلة:

$$n = 0.4 \times 50 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-2}\ mol$$

$$2HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

$$2 \qquad 1$$

$$2 \times 10^{-2} \qquad n'$$

$$n' = \frac{1 \times 2 \times 10^{-2}}{2} = 10^{-2}\ mol$$

تركيز كربونات الصوديوم في المحلول:

$$C' = \frac{n}{V} = \frac{10^{-2}}{0.1} = 0.1 mol.L^{-1}$$

-3

كتلة كربونات الصوديوم في العينة:

$$m = M\ CV = 106 \times 0.1 \times 0.1 = 1.06g$$

النسبة المئوية لملح كربونات الصوديوم:

$$y = \frac{1.06}{1.75} \times 100 = 60.5\%$$

النسبة المئوية لملح كلوريد الصوديوم:

$$y' = 100 - 60.5 = 39.5\%$$

**تفكير ناقد:**

تستخدم المشعرات في المعايرة من اجل تحديد نقطة نهاية تفاعل المعايرة، فسّر سبب تغير لون المشعر عند إضافته إلى محلول حمضي أو محلول قلوي.

المشعرات هي حموض أو أسس عضوية ضعيفة لشكلها الجزيئي لون وأيونها لون مختلف فمثلا إذا كان المشعر حمض ضعيف يتلون بلون شكله الجزيئي في الوسط الحمضي ولون أيوناته في الوسط الأساسي.

## أسئلة الوحدة

**أولاً- اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:**

1-إذا علمت أنّ pH = 3 للمشروب الغازيّ، فإنّ تركيز أيون الهدروكسيد فيه:

a) 11 b) $10^{-3}$ c) $10^{-11}$ d) $10^{+3}$

2-بالاعتماد على ثوابت تأيّن الحموض الأتية:

$K_a(HF) = 7.2 \times 10^{-4}$ , $K_a(HNO_2) = 4.5 \times 10^{-4}$ , $K_a(HCN) = 5 \times 10^{-10}$

التّرتيب التنازليّ الصّحيح لقوّة الأسس المرافقة لها هو:

a) $CN^- < F^- < NO_2^-$ b) $CN^- < NO_2^- < F^-$

c) $NO_2^- < CN^- < F^-$ d) $F^- < NO_2^- < CN^-$

3- الملحُ الذوّاب الذي قيمة pH(7 لمحلوله المائيّ من بينِ الأملاحِ الآتيةِ المتساويةِ التّراكيزِ هو:

a) KCl b) KCN c) $NH_4NO_3$ d) $Na_2SO_4$

4- الملحُ الذوّاب الذي لا يتحلمَهُ في الماءِ من بينِ الأملاحِ الآتيةِ هو:

a) $NH_4Cl$ b) $NaNO_3$ c) $HCOONH_4$ d) $CaSO_4$

5- محلولٌ مائيٌّ لملحِ $CaCl_2$ له pH = 7 ، يمدَّد بالماءِ المقطّرِ مئةَ مرّةٍ، فإنَّ قيمة pH' للمحلولِ النّاتجِ تساوي:

a) pH' = 5 b) pH' = 9 c) pH' = 0.7 d) pH' = 7

6- المحاليلُ المائيّةُ المتساويةُ التّراكيزُ الآتية: $Ca(OH)_2$ , $NH_4NO_3$ , HCOONa , HCl , NaCl .

التّرتيب الصّحيح لها حسب تزايدِ قيمةِ pH لكلّ محلولٍ هو:

(a $HCl \leftarrow NaCl \leftarrow NH_4NO_3 \leftarrow HCOONa \leftarrow Ca(OH)_2$

(b $Ca(OH)_2 \leftarrow NH_4NO_3 \leftarrow HCOONa \leftarrow NaCl \leftarrow HCl$

(c $Ca(OH)_2 \leftarrow HCOONa \leftarrow NaCl \leftarrow NH_4NO_3 \leftarrow HCl$

(d $NH_4NO_3 \leftarrow Ca(OH)_2 \leftarrow NaCl \leftarrow HCOONa \leftarrow HCl$

7-الأيّون الحياديّ الذي لا يتفاعلُ مع الماءِ من الأيّونات الآتية هو:

(a $CH_3COO^-$ (b $SO_4^{2-}$ (c $CN^-$ (d $NH_4^+$

8-المشعر الذي يحدّد بدقة نقطة نهاية معايرة حمض الخل بهدروكسيد البوتاسيوم هو.

a) أزرق بروم التيمول ، b) الفينول فتالئين ، c) أحمر المتيل ، d) الهليانتين

9-المحلول المنظّم للحموضة من المحاليل الاتية هو:

(a HCOOH,HCOOK (b HCl,KCl

(c $NH_4OH$ , NaCl (d NaOH , $NaNO_3$

**ثانياً – أجب عن الأسئلة الآتية:**

1- محلول مائي لملحِ $Ag_3PO_4$ فوسفات الفضّة قليل الذّوبان في الماء، المطلوب:

*a*) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح.

*b*) اكتب علاقة جداء الذّوبان $K_{sp}$ لهذا الملح.

*c*) اقترح طريقة لترسيب قسم من هذا الملح في محلوله المشبع.

*d*) اشرح آلية إذابة $Ag_3PO_4$ في محلوله المشبع بإضافة حمض كلور الماء إليه.

الحل:

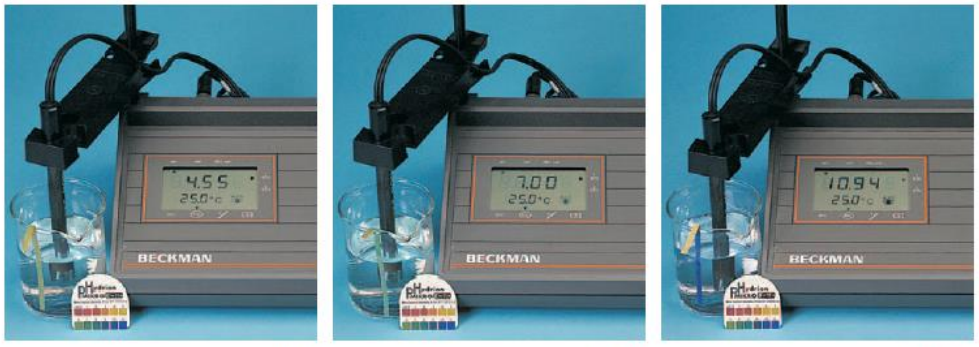
a- $Ag_3PO_4 \rightleftarrows 3Ag^+ + PO_4^{3-}$

b- $K_{sp} = [Ag^+]^3 . [PO_4^{3-}]$

c-نضيف كمية مناسبة من محلول نترات الفضة فيزداد تركيز أيونات الفضة ويصبح $Q \rangle K_{sp}$ تترسب كمية من هذا الملح.

d-تتحد أيونات الهدرونيوم المضافة مع أيونات الفوسفات ويتشكل حمض الفوسفور الضعيف التأين في الماء فينقص تركيز أيونات الفوسفات ويصبح $Q \langle K_{sp}$ وبالتالي تذوب كمية من هذا الملح.

2- يستخدم مقياس pH لمعرفةِ طبيعةِ المحلولِ المائيّ، تختلفُ قيمةُ pH للأملاح $Na_2CO_3$ و NaCl و $NH_4Cl$ المتساوية التّراكيز، الّتي تظهر في الصّور الآتية، فسّر ذلك بكتابة المعادلات الكيميائيّة اللّازمة.




$NH_4Cl$ NaCl $Na_2CO_3$

الحل:

محلول ملح كربونات الصوديوم يكون الوسط أساسي

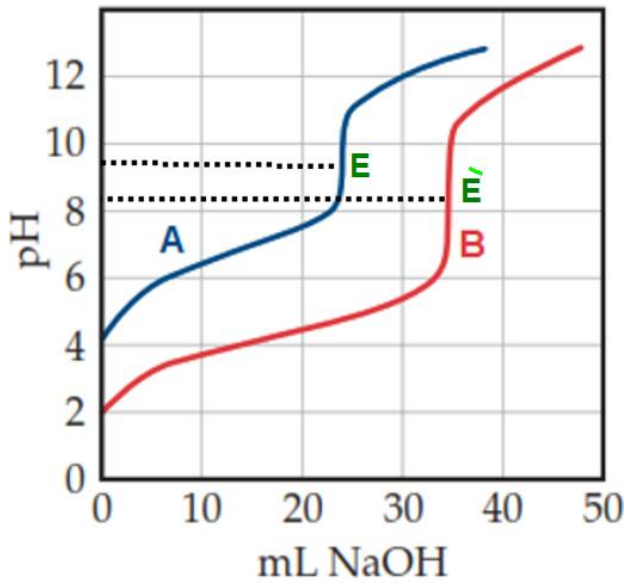
$$Na_2CO_3 \longrightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-}$$
$$CO_3^{2-} + 2H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + 2OH^-$$

محلول ملح كلوريد الصوديوم الوسط معتدل $NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$

محلول ملح كلوريد الأمونيوم يكون الوسط حمضي $NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$

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

3- عند معايرة حجمين متساويين من حمضين A, B كلّ منهم على حدى، بمحلول هدروكسيد الصوديوم تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ فحصلنا على المنحنيين البيانيين الآتيين:

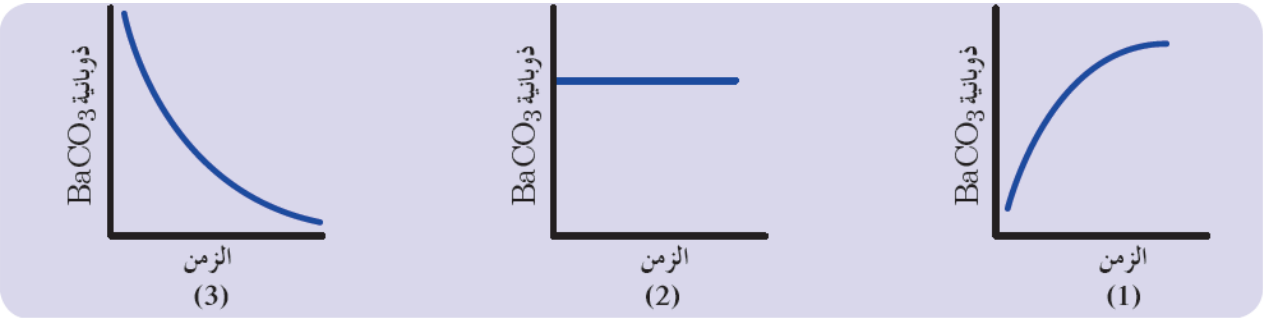



a- أي من المحلولين A, B أكثر تركيزاً فسّر إجابتك.

B هو الأكثر تركيز لأنه يستهلك حجم أكبر من هدروكسيد الصوديوم

b-حدد نقطة نهاية المعايرة لكل منهما على الشكل

4- تشير المنحنيات الآتية إلى تغير ذوبانية كربونات الباريوم $BaCO_3$ بدلالة تركيزه في شروط مختلفة.




a) أيّ من المنحنيات يشير لإضافة $HNO_3$ المنحني 1 لأن ذوبانية كربونات الباريوم تزداد

b) أيّ من المنحنيات يشير لإضافة $Na_2CO_3$ المنحني 3 لأن ذوبانية ملح كربونات الباريوم تقل

c) أيّ من المنحنيات يشير لإضافة $NaNO_3$ المنحني 2 لأنه لا يؤثر على ذوبانية كربونات الباريوم

**ثالثاً – حلّ المسائل الآتية:**

**المسألة الأولى:**

محلول مائيّ لملح كلوريد الأمونيوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$ . وقيمة $pH = 5$ له. **المطلوب:**

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. 3- احسب قيمة ثابت تأيّن النّشادر.

4- يُضاف إلى المحلول السّابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ ، احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة من ملح كلوريد الأمونيوم في هذه الحالة.

الحل:

1-معادلة الإماهة:

$$NH_4NO_3 \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

معادلة الحلمهة:

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

-2

| | $NH_4^+ + H_2O$ | $\rightleftharpoons$ | $NH_3$ | $+ H_3O^+$ |
|---|---|---|---|---|
| بدء | 0.2 | | 0 | 0 |
| توازن | $0.2-x$ | | $x$ | $x$ |

$$K_h = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

$$K_h = \frac{x^2}{0.2 - x_{\searrow}}$$

تهمل لصغرها

$$pH = 5 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-5} mol.L^{-1} = x$$

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

-3

$$K_h.K_b = 10^{-14}$$

$$K_b = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5}$$

-4

حمض كلور الماء قوي وحيد الوظيفية الحمضية:

$$[H_3O^+] = C_a = 0.01 mol.L^{-1}$$

| | $NH_4^+ + H_2O$ | $\rightleftharpoons$ | $NH_3$ | $+ H_3O^+$ |
|---|---|---|---|---|
| بدء | 0.2 | | 0 | 0.01 |
| توازن | $0.2-x$ | | $x$ | $0.01+x$ |

$$K_h = \frac{x\,(0.01 + x)}{0.2 - x}$$

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x\,(0.01 + x)}{0.2 - x}$$

تهمل x المضافة والمطروحة في البسط والمقام

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x\,(0.01)}{0.2}$$

$$X = 10^{-8}$$

النسبة المئوية

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

**المسألة الثّانية:**

محلول مائي لحمض الخلّ تركيزه الابتدائيّ $0.05 mol.L^{-1}$ ، وثابت تأيّنه $2 \times 10^{-5}$ ، والمطلوب:

1- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض. ثم حدّد الأزواج المترافقة أساس/حمض وفق برونشتد-لوري

2- احسب قيمة $pH$ المحلول.

3- احسب درجة تأيّن هذا الحمض.

4- نمدّد المحلول السّابق 10 مرات، احسب $pH$ المحلول بعد التّمديد.

الحل:

1-

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

حمض1 أساس2 أساس مرافق 1 حمض مرافق2

2-بإهمال القيمة الضعيفة المتأينة من الحمض.

$$\left[H_3O^+\right] = \sqrt{C_a.K_a} = \sqrt{0.05 \times 2 \times 10^{-5}} = 10^{-3} mol.L^{-1}$$

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

3- درجة التأين:

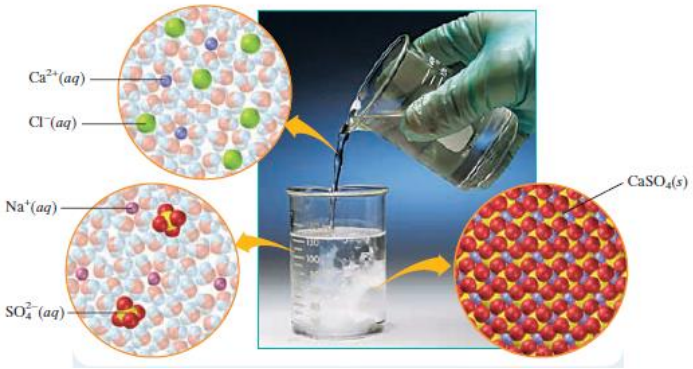
$$\alpha = \frac{\left[H_3O^+\right]}{Ca} = \frac{10^{-3}}{0.05} = 2 \times 10^{-2}$$

4- تركيز الحمض بعد التمديد

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$
$$0.05 V_1 = C_2 \times 10 V_1$$
$$C_2 = 5 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$$

$$\left[H_3O^+\right] = \sqrt{C_a.K_a} = \sqrt{5 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-5}} = 10^{-3.5} mol.L^{-1}$$
$$pH = -\log 10^{-3.5} = 3.5$$

**المسألة الثّالثة:**




يُضاف حجم معيّن من محلولِ ملحِ كلوريد الكالسيوم تركيزه $0.02\ mol.L^{-1}$ إلى حجمٍ مساوٍ له من محلولِ كبريتاتِ الصُّوديوم تركيزه $0.04\ mol.L^{-1}$ ، إذا علمتَ أنّ: $K_{sp}(CaSO_4)=9.0\times10^{-6}$ والكتل الذّرّيّة: $Ca:40\ ,\ S:32\ ,\ O:16$

**المطلوب:**

1- اكتب معادلة إماهة كل من ملحي كلوريد الكالسيوم وكبريتات الصُوديوم.

2- اكتب معادلةَ التّوازنِ غيرِ المتجانسِ لملحِ كبريتاتِ الكالسيوم.

3-احسب ذوّبانيّة ملح $CaSO_4$ مقدَّرة بـ $mol.L^{-1}$ و $g.L^{-1}$.

4- بيّن بالحسابِ سبب ترسُّب قسم من ملحِ $CaSO_4$.

الحل:

-1

$$CaCl_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$$
$$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$$

-2

$$CaSO_4 \rightleftharpoons Ca^{2+} + SO_4^{2-}$$

-3

$$\underset{x}{CaSO_4} \rightleftharpoons \underset{x}{Ca^{2+}} + \underset{x}{SO_4^{2-}}$$

$$K_{sp} = \left[Ca^{2+}\right].\left[SO_4^{2-}\right]$$

$$9\times10^{-6} = x^2 \Rightarrow x = 3\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$C_{g.L^{-1}} = C_{mol.L^{-1}} \times M = 3\times10^{-3}\times136 = 408\times10^{-3}\ g.L^{-1}$$

-4

$$C' = \frac{CV}{V'}$$

$$C_{CaCl_2} = \frac{0.02V}{2V} = 0.01 mol.L^{-1}$$

$$C_{Na_2SO_4} = \frac{0.04V}{2V} = 0.02 mol.L^{-1}$$

$$Q=\left[Ca^{2+}\right].\left[SO_4^{2-}\right]$$
$$Q=0.01\times0.02=2\times10^{-4}$$
$$Q\rangle K_{sp}$$

المحلول فوق مشبع يشكل راسب

**المسألة الرابعة:** **تعدل المسألة كما يلي**

تذاب كمية مقدارها $0.1386g$ من حمض الأوكزاليك المائي صيغته $H_2C_2O_4nH_2O$ ، بحجم مناسب من الماء فإذا علمت انه يلزم لإتمام معايرة المحلول السّابق $22mL$ من محلول هدروكسيد الصوديوم ذي التركيز $0.1mol.L^{-1}$.

المطلوب:

1- اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.

2- احسب عدد جزيئات الماء في صيغة الحمض السّابق.

$Na:23\ ,\ C:12\ ,\ O:16\ ,\ H:1$

الحل:

$$H_2C_2O_4.nH_2O+2NaOH\longrightarrow Na_2C_2O_4.nH_2O+2H_2O$$

-1

$$1mol \qquad 2mol$$
$$n_{(H_2C_2O_4.nH_2O)} \qquad n_{(NaOH)}$$

-2

$$2n_{(H_2C_2O_4.nH_2O)}=n_{(NaOH)}$$
$$2\times\frac{m}{M}=C.V$$
$$\frac{2\times0.1386}{M}=0.1\times22\times10^{-3}$$
$$M=\frac{0.2772}{22\times10^{-4}}=126g$$
$$M_{H_2C_2O_4.nH_2O}=(2\times1)+(2\times12)+(4\times16)+18n=126$$
$$18n=126-90=36$$
$$n=\frac{36}{18}=2$$

**المسألة الخامسة:**

يحوي محلول على أيونات الكلوريد وأيونات اليوديد بتركيز $\left[Cl^-\right]=\left[I^-\right]=10^{-2}\ mol.L^{-1}$ نضيف إلى المحلول السّابق تدريجياً محلول لملح نترات الفضّة، فإذا علمت أنّ:

$K_{sp}(AgCl)=10^{-10}$ , $K_{sp}(AgI)=10^{-16}$ في شروط مناسبة والمطلوب:

1- احسب تركيز محلول نترات الفضّة الذي يبدأ عنده كل من الملحين بالترسب.

2- أي من الملحين يترسب اولاً ولماذا؟

الحل:

1- يبدأ الترسيب بعد أن يصبح المحلول مشبعاً.

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$$

$$x \qquad x \qquad 10^{-2}$$

$$K_{sp} = \left[Ag^{+}\right].\left[Cl^{-}\right]$$

$$10^{-10} = x \times 10^{-2} \Rightarrow x = 10^{-8}\ mol.L^{-1}$$

يبدا ترسيب AgCl بعد أن يصبح تركيز نترات الفضة $10^{-8}\ mol.L^{-1}$ في المحلول

$$AgI \rightleftharpoons Ag^{+} + I^{-}$$

$$y \qquad y \qquad 10^{-2}$$

$$K_{sp} = \left[Ag^{+}\right].\left[I^{-}\right]$$

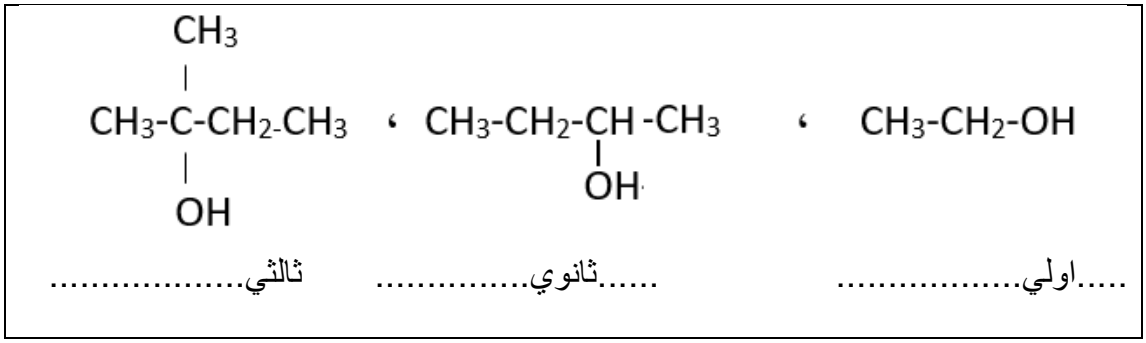
$$10^{-16} = y \times 10^{-2} \Rightarrow y = 10^{-14}\ mol.L^{-1}$$

يبدأ ترسيب AgI بعد أن يصبح تركيزه نترات الفضة $10^{-14}\ mol.L^{-1}$ في المحلول

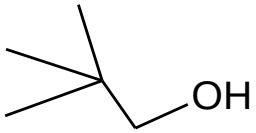
2- $K_{sp}(AgI) < K_{sp}(AgCl)$ لذلك يبدأ AgI بالترسيب أولاً

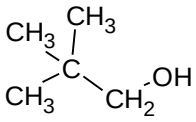
# الوحدة الخامسة الكيمياء العضوية
## الأغوال

نشاط (2):ص136
صنّف الأغوال الآتية إلى: أغوال (أولية ، ثانوية ، ثالثية).




نشاط (4):ص137
اكتب الصّيغة نصف المنشورة ، والصّيغة الهيكليّة للمركّب الآتي :
2,2 - ثنائي متيل بروبان-1-ول




نشاط( 5) ص138
اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعُل ضمّ الماء إلى البوتن -1 بوجود حمض الكبريت كوسيط ،وسمّ المركّب النّاتج .

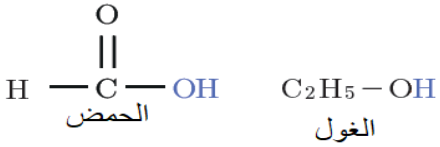
$$CH_3-CH_2-CH=CH_2+H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3$$

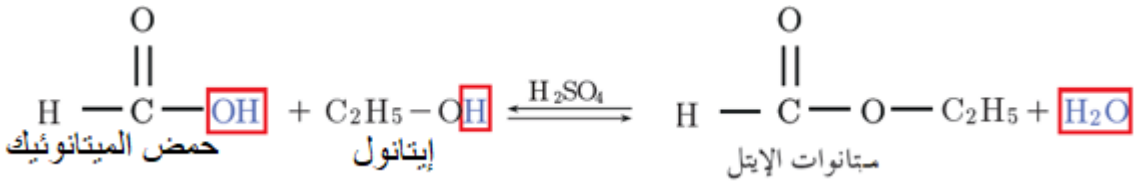
بوتان – 2– ول

نشاط (7):ص140
اكتب معادلة تفاعل الإيتانول مع البوتاسيوم وسمِّ المركَّب العضويّ النَّاتج.

$$CH_3-CH_2-OH+K \longrightarrow \underset{\text{إيتوكسيد البوتاسيوم}}{CH_3-CH_2OK} + \frac{1}{2}H_2$$

نشاط (8):ص141
يتفاعل حمض كربوكسيليّ وحيد الوظيفة مع غول أولي لإعطاء ميتانوات الإتيل .حدّد صيغة كلٍّ من الحمض والغول المتفاعلين، واكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التَّفاعل الحاصل.

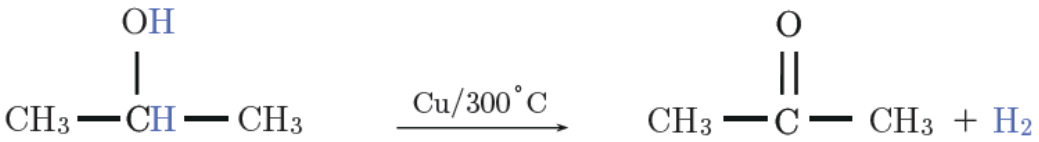


## 2- الأكسدة الوساطيّة (نزع الهدروجين):

نشاط(10) :ص143

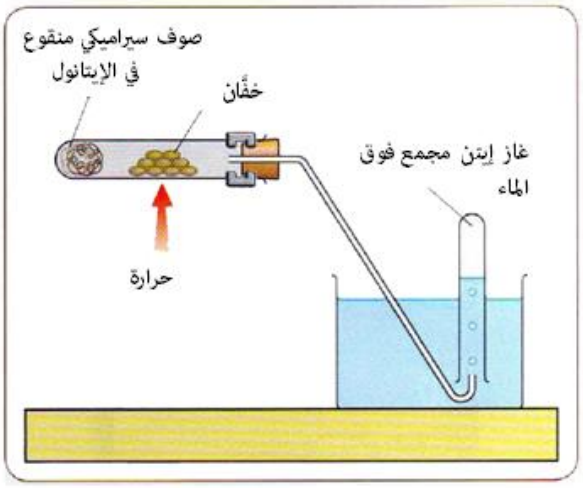
يتأكسد البروبان 2- ول بوجود مسحوق النّحاس والدرجة 300 °C ، اكتب معادلة التّفاعل الحاصل، وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.

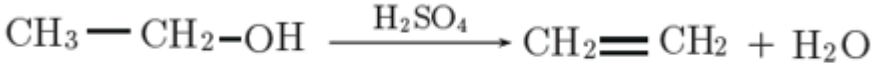



الأسيتون (البروبانون)

نشاط (11):

لاحظ من التجربة الموضحة بالشكل المجاور تجمع غاز الإيتن فوق سطح الماء الناتج عن الإيتانول .
اكتب المعادلة المعبّرة عن التفاعل، وسمّ نوع التفاعل.




تفاعل بلمهة داخل الجزيء

### أختبر نفسي : ص145

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل ممّا يأتي :

1- غول وحيد الوظيفة النّسبة الكتليّة للأكسجين فيه $\frac{8}{37}$ فتكون كتلته المولّية:

a) 32 b) 44 c) 74 d) 60

2- مركّب عضويّ ذو الصّيغة R – CHOH- R` يدلّ على:

a) الدهيد b) غول أولي c) غول ثالثي d) غول ثانوي

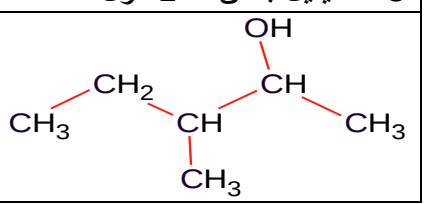
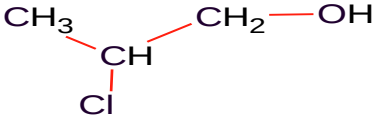
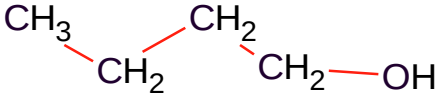
3- غول وحيد الوظيفة النّسبة الكتليّة للأكسجين فيه 50% هو :

a) ميتانول b) ايتانول c) بوتانول d) بروبانول

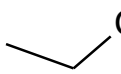
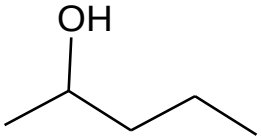
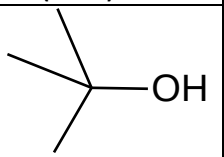
4- أكسدة الأغوال الثّانوية تعطي:

a) الدّهيدات b) حموض كربوكسيلية c) كيتونات d) ايتر

ثانياً: اكتب الصّيغة نصف المنشورة لكلّ من المركّبات الآتية:

| 3 – ميتيل بنتان – 2- ول | 2 – كلورو بروبان-1-ول | بوتان-1-ول. |
|---|---|---|
|  |  |  |

ثالثاً: اكتب الصّيغة الهيكليّة، ثمّ سمّ كلاً من المركّبات الآتية وفق قواعد الاتّحاد الدّوليّ IUPAC:

| $C_2H_5OH$ | $CH_3 - CHOH - CH_2 - CH_2 - CH_3$ | $(CH_3)_3C-OH$ |
|---|---|---|
|  أيتانول |  بنتان- 2 -ول |  2-متيل بروبان-2-ول |

رابعاً: أعط تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

1- تتفاعل الأغوال مع المعادن النّشيطة.

لأن المعادن النشيطة تستطيع إزاحة الهدروجين في الرابطة O-H .

2- الهكسان- 1 - ول أقلّ مزوجية في الماء من الإيتانول.

بسبب نقصان تأثير الجزء القطبيّ OH، وزيادة تأثير الجزء غيرِ القطبيّ R في الهكسان-1-ول.

3-ينحلّ الإيتانول في الماء بكافّة النّسب.

بسبب تشكل روابط هدروجينية بين جزيئات الإيتانول والماء.

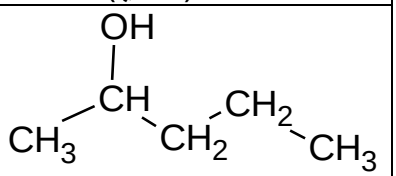
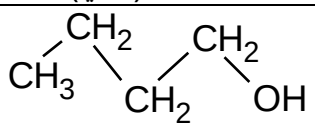
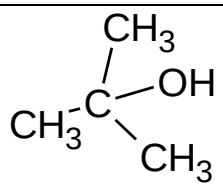
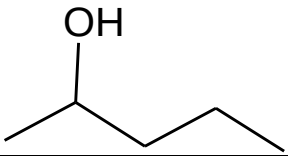
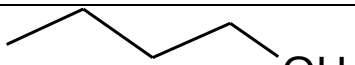
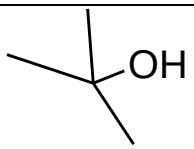
خامساً: لديك الأغوال الآتية:

| بنتان 2 –ول | بوتان-1-ول | 2– ميتيل بروبان 2- ول |
|---|---|---|

1- اكتب الصّيغة نصف منشورة ، والصّيغة الهيكليّة لكلّ غول.

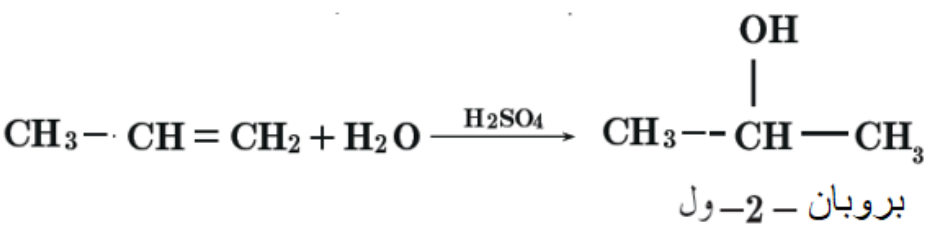
2- صنّف الأغوال السّابقة إلى: أوّليّة – ثانية -ثالثيّة.

3- إثنان من الأغوال السّابقة متصاوغان مع بعضهما حدّدهما، واذكر نوع التّصاوغ.

| بنتان 2 –ول (ثانوي) | بوتان-1-ول (أولي) | 2– ميتيل بروبان 2- ول (ثالثي) |
|---|---|---|
|  |  |  |
|  |  |  |
| المتصاوغان هما بوتان-1-ول و 2– ميتيل بروبان 2- ول نوع التصاوغ سلسلي | | |

سادساً: أجب عن الأسئلةِ الآتية:

1- يحضّر البروبان -2 - ول صناعياً من تفاعل ضمّ الماء إلى البروبِن في الدّرجة 60°C وضغط مناسب وبحضورِ وسائط حمضيّة . اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل .




بروبان – 2– ول

2- يتأكسد البروبان-1-ول أكسدة تامة إلى حمض البروبانوئيك ، اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل.

$$CH_3 - CH_2 - CH_2OH + 2[O] \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} CH_3 - CH_2 - COOH + H_2O$$

حمض البروبانوئيك

3- اكتب معادلة تفاعل البلمهة الدّاخلية للبوتان 2- ول في شروط مناسبة وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.

$$CH_3 - CH_2 - \underset{\underset{OH}{|}}{CH} - CH_3 \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3 - CH = CH - CH_3 + H_2O$$

بوتان – 2–ول

بوتين – 2

4-اكتب معادلة البلمهة ما بين الجزيئيّة للميتانول، وسمّ المركّب النّاتج .

$$2CH_3\text{-}OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3 - O - CH_3 + H_2O$$

ميتوكسي الميتان

سابعاً : حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

غول ثانويّ يحتوي على 26.66% من الأكسجين . المطلوب:

1- أحسب الكتلة الجزيئيّة للغول.

2- اكتب الصّيغة المجملة والصّيغة نصف منشورة للغول .

3- سمّ الغول حسب IUPAC .

(C : 12 , O : 16 , H : 1 )

الحل

كل 100 g من الغول تحوي 26.66 g أكسجين

كل Mg من الغول تحوي 16g أكسجين

$$M = \frac{16 \times 100}{26.66} = 60g$$

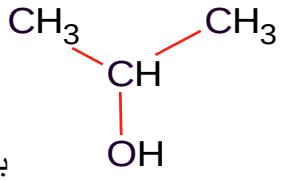
$ROH = 60$

$(C_nH_{2n+1})OH = 60$

$12n + 2n + 18 = 60$

$n = 3$

$C_3H_8O$



بروبان-2-ول

المسألة الثّانية:

مركب غولي كتلته الجزيئيّة الموليّة $74g.mol^{-1}$ يمكن الحصول عليه من ضمّ الماء إلى الكِن نظامي . ما الصّيغة الجزيئيّة ونصف المنشورة لهذا المركّب ؟ ما هو الألكِن المستعمل في التّفاعل.

(C : 12 , O : 16 , H : 1 )

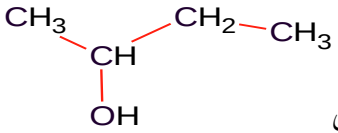
الحل:

$(C_nH_{2n+1})OH = 74$

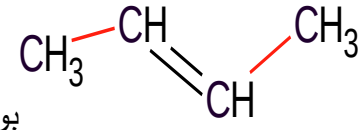
$12n + 2n + 18 = 74$

$n = 4$

$C_4H_{10}O$



بوتان - 2-ول



بوتن-2 أو بوتن -1

المسألة الثّالثة:

يتفاعل غول وحيد الوظيفة مع الصّوديوم فينتج ملح كتلته $\frac{34}{23}$ من كتلة الغول . المطلوب :

1- اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل .

2- احسب الكتلة المولّية للغول .

3- استنتج الصّيغة المجملة للغول ، ثم الصّيغة النّصف منشورة ، وسمّه حسب IUPAC . ( C : 12 , O : 16 , H : 1 , Na : 23 )

الحل:

$$R-OH + Na \longrightarrow R-ONa + \frac{1}{2}H_2 \quad -1$$

$$M \qquad\qquad M+22 \quad -2$$

$$x \qquad\qquad \frac{34}{23}x$$

$$x(M+22) = xM\frac{34}{23}$$

$$(M+22) = M\frac{34}{23}$$

$$M = 46\,g.mol^{-1}$$

$ROH = 46$

$(C_nH_{2n+1})OH = 46$

$12\times n+2n+1+17 = 46$

$14n+18 = 46$

$n = 2$

$C_2H_6O$

$CH_3-CH_2-OH$

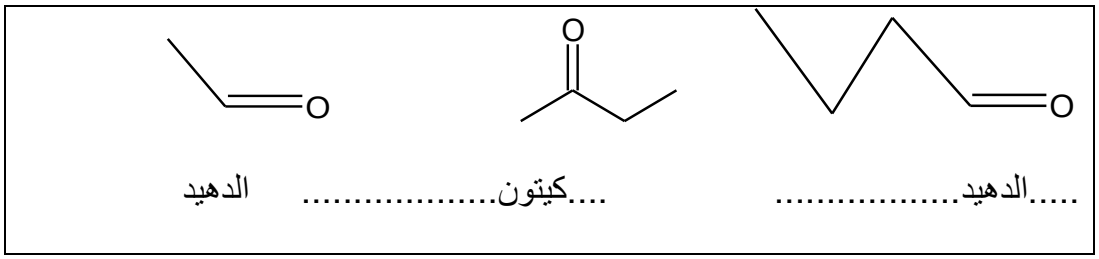
إيتانول

تفكير ناقد:

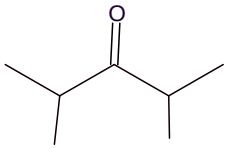
الميتانول أكثر حموضة من الأغوال الثّانويّة والثّالثيّة. فسّر ذلك؟

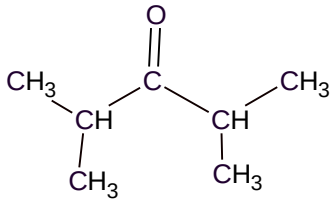
يعد الجذر الألكيلي دافع للإلكترونات وبزيادة كتلتها الجزيئية يزداد تأثيرها وبالتالي تقل قطبية الرابطة OH مما يؤدي إلى صعوبة التخلي عن بروتون وإضعاف الصفة الحمضية.

نشاط(2):ص142
صنِّف المركّبات الآتية إلى (ألدهيدات ، كيتونات).




نشاط (5):ص151
اكتب الصّيغة نصف المنشورة والصّيغة الهيكليّة للمركّب الآتي :
4,2 - ثنائي متيل بنتان -3-ون




نشاط(6): ص151
اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل الذي يحدث عند إمرار بخار الغول الأولي على مسحوق النّحاس المسخّن للدّرجة $300^0C$.

$$R-CH_2-OH \xrightarrow[300^0C]{Cu} R-CHO+H_2$$

نشاط(7): ص151
اكتب المعادلة المعبّرة عن إرجاع الحمض الكربوكسيلي بالهدروجين بوجود البالاديوم كوسيط.

$$R-COOH+2(H) \xrightarrow{H_2/Pd} R-CHO+H_2O$$

نشاط(8): ص151
غول ثانوي يعطي عند إمراره على مسحوق النّحاس المسخّن للدّرجة $300^0C$ البوتان -2-ون اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

$$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3 \xrightarrow{Cu/300^\circ C} CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH_3+H_2$$

نشاط(11): ص154
وازن معادلة الأكسدة والإرجاع الآتية في وسطٍ حمضيّ ثم حدّد تفاعل الأكسدة وتفاعل الإرجاع:

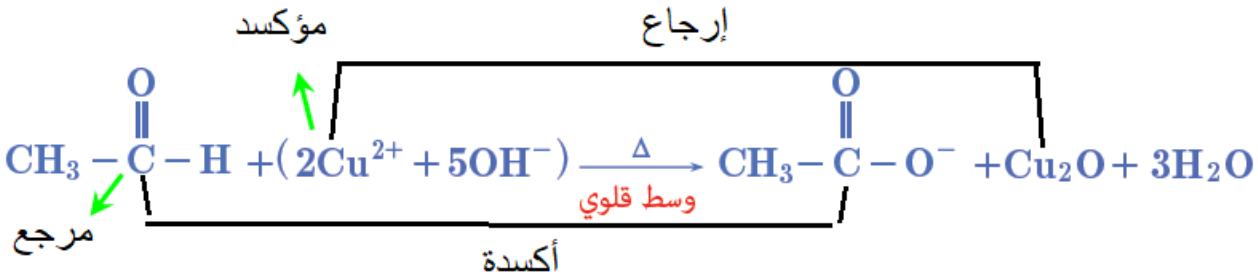
أكسدة

$$8H^+ + 3\,HCHO + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 3\,HCOOH + 2Cr^{3+} + 4H_2O$$

إرجاع

نشاط(12) ص156

.اكتب معادلة تفاعل الميتانال مع كاشف فهلنغ، ثمّ حدّد كلّ من نصفي تفاعل الأكسدة وتفاعل الإرجاع،والعامل المُؤكسِد والعامل المُرجِع



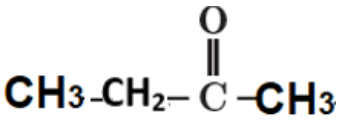

نشاط(13):ص158

يُرجع الكيتون بالهدروجين بوجود البالاديوم كحفاز فينتُج البوتان-2-ول المطلوب:

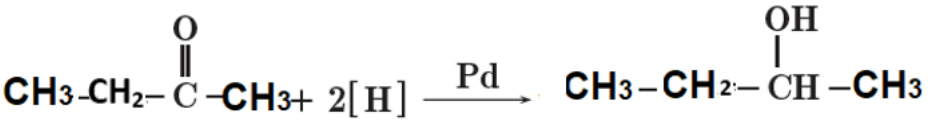
1-اكتب صيغة هذا الكيتون.

2-اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.

-1

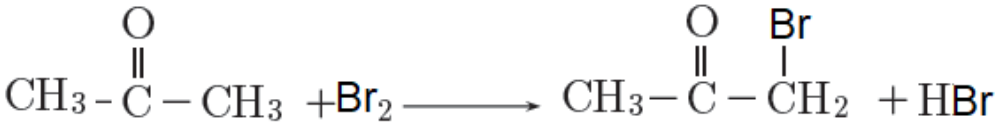



-2




نشاط(14):ص158

أكتب معادلة تفاعل البروم مع الأسيتون وسمِّ المركَّب العضويّ النَّاتج.




1-برومو بروبانون

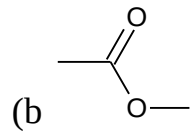
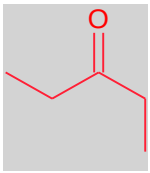
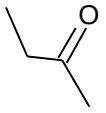
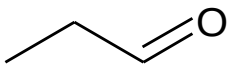
أختبر نفسي ص159

أولاً: اختر الإجابة الصَّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1-تشترك الألدهيدات والكيتونات بوجودِ زمرة:

a)الكربونيل b) الفورميل c) الهدروكسيل d) الكربوكسيل

2- إحدى الصِّيغ الآتية تمثّل كيتون متناظر:

a)  b)  c)  d) 

3-يُرجع البروبانون بالهدروجين، بوجود البالاديوم كوسيط وينتج:

a) بروبانال b) حمض البروبانوئيك c) بروبان-2-ول d) بروبان-1-ول.

4- المركَّب الّذي يتفاعل مع كاشف فهلنغ من بين المركَّبات الآتية هو:

a) بروبان-2-ون b) ميتانوات الإيتيل c) حمض الإيتانوئيك d) إيتانال

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل ممّا يأتي:

1-درجات غليان الألدهيدات أقلّ من درجات غليان الأغوال الموافقة.

درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألدهيدات والكيتونات الموافقة لها، لأنّ قطبيّة الرّابطة $O-H$ في الأغوال أقوى من قطبيّة الرّابطة $C=O$ في الألدهيدات والكيتونات إضافة إلى أنَّ جزيئات الأغوال تشكّل روابط هِدروجينيّة بين جزيئاتِها، بينما لا تشكّل الألدهيدات والكيتونات روابط هدروجينيّة.

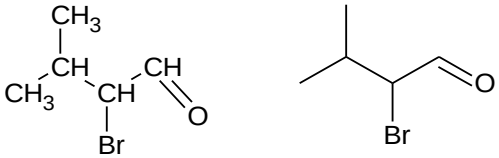
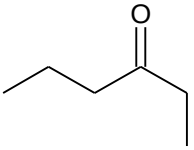
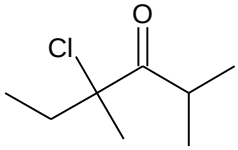
2-تقلّ مُزوجية الكيتونات في الماء بزيادة كتلتها الجزيئيّة.

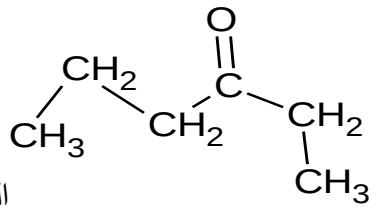
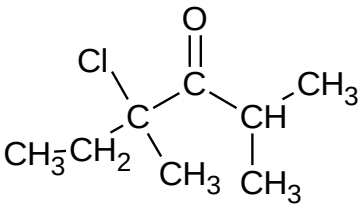
بسبب ضعف تأثير الجزء القطبي عند كبر الجز الغير قطبي R

3-تتأكسد الألدهيدات بسهولة بينما تقاوم الكيتونات الأكسدة في الشروط ذاتها.

بسبب وجود ذرة الهدروجين مرتبطة بذرة الكربون الزمرة الكربونيلية في الألدهيدات وعدم وجودها في الكيتونات

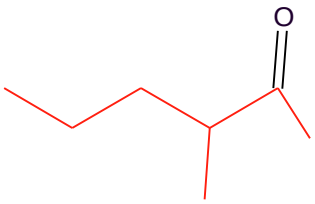
ثالثاً:اكتب الصّيغة النّصف منشورة للمركّبات الآتية ثم سمِّها وفق قواعد IUPAC.

| | |
|---|---|
| (a 2-متيل -البوتانال | ( b  2-برومو-3-متيل -البوتانال |
| (c  | (d  |

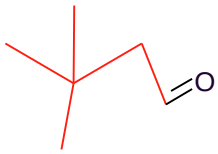
| | |
|---|---|
|  الهكسان -3-ون |  4-كلورو-4,2-ثنائي متيل الهكسان -3-ون |

خامساً: أكتب الصّيغة الهيكليّة للمركّبات الآتية:

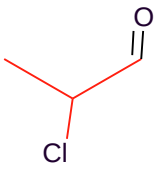
a) 3-متيل هكسان -2-ون



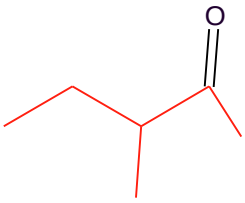
b) 3،3- ثنائي متيل بوتانال



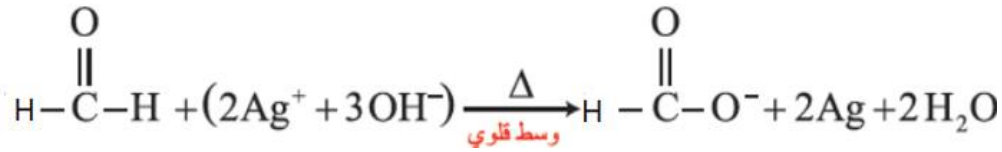
c) 2-كلورو بروبانال

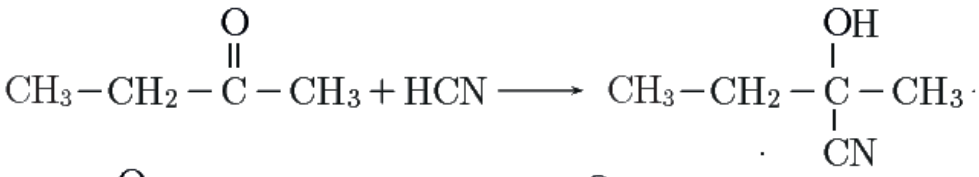


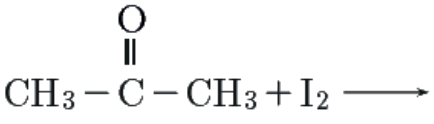
d) 3-متيل بنتان -2-ون



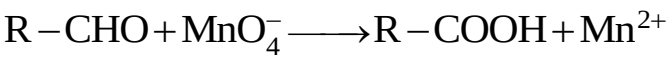
سادساً: أكمل المعادلات الآتية:





سابعاً: وازن معادلة الأكسدة والإرجاع الآتية في وسطٍ حمضيٍّ ، ثمَّ حدّد تفاعل الأكسدة، وتفاعل الإرجاع ، والعاملَ المُؤكسِد ، والعاملَ المُرجِعَ:



$5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ تفاعل إرجاع ، $MnO_4^-$ عامل مؤكسد

$R-CHO + H_2O \longrightarrow R-COOH + 2H^+ + 2e^-$ تفاعل أكسدة ، $R-CHO$ عامل مرجع

$2\times(5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O)$

$5\times(R-CHO + H_2O \longrightarrow R-COOH + 2H^+ + 2e^-)$

نوحد عدد إلكترونات تفاعل الأكسدة والإرجاع:

$10e^- + 16H^+ + 2MnO_4^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$

$5R-CHO + 5H_2O \longrightarrow 5R-COOH + 10H^+ + 10e^-$

بالجمع والاختصار

$6H^+ + 2MnO_4^- + 5R-CHO \longrightarrow 5R-COOH + 2Mn^{2+} + 3H_2O$

حلّ المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:

كيتون متناظر النّسبة المئويّة الكتليّة للأكسجين فيه 18.6% المطلوب:

1-احسبِ الكتلة الموليّة لهذا الكيتون.

2-استنتج صيغته النّصف منشورة ، وسمِّه.

الحل:

كل 100 g من الكيتون تحوي 18.6 g أكسجين

كل Mg من الكيتون تحوي 16g أكسجين

R - CO - R

$$M = \frac{16\times 100}{18.6} = 86 g mol^{-1}$$

$$2R + CO = 86$$

$$2R + 28 = 86$$

$$R = \frac{86 - 28}{2} = 29$$

$$C_nH_{2n+1} = 29$$

$$12n + 2n + 1 = 29$$

$$n = 2$$

$R = CH_3 - CH_2 -$

$CH_3 - CH_2 - CO - CH_2 - CH_3$

بنتان -3- ون

المسألة الثّانية:

يمرّر بخار غول أوّليّ على مسحوقِ النّحاس المسخّن إلى الدرجة $300^0C$، فيتشكّل $2.2\ g$ من ألدهيد، ثمّ يعامل هذا الألدهيد مع كمّيّة كافية من محلول تولن ، فيتشكّل راسب كتلته $10.8\ g$ المطلوب:

1-اكتب المعادلتين المعبّرتين عن التّفاعلين الحاصلين.

2-احسب الكتلة المولّية لكلّ من الألدهيد والغول.

3-استنتج الصّيغة النّصف منشورة لكلٍّ من الألدهيد والغول ، واكتب اسم كلّ منهما.

الحل:

$$R-CH_2-OH \xrightarrow{Cu} R-CHO+H_2$$

$$R-CHO+\left(2Ag^+ + 3OH^-\right) \longrightarrow R-COO^- + 2Ag + 2H_2O$$

$M\ g$ $\qquad$ $216g$

$2.2\ g$ $\qquad$ $10.8\ g$

الكتلة المولية الألدهيد $M=\dfrac{216\times 2.2}{10.8}=44g.mol^{-1}$

$$RCHO=44 \Rightarrow R=15$$

الكتلة المولية للغول $M'=15+14+16+1=46g.mol^{-1}$

$$C_nH_{2n+1}=15$$

$$12n+2n+1=15$$

$$n=1 \Rightarrow R=CH_3$$

الإيتانول $CH_3-CH_2-OH$

ايتانال $CH_3-CHO$

الايتانال $\qquad$ الإيثانول

تفكير ناقد

وضحّ كيف تميّز بين الألدهيد والكيتون بتجربة مناسبة.

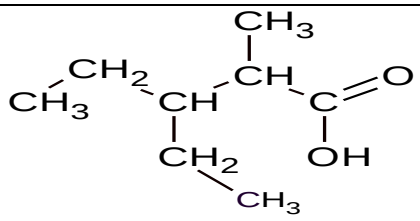
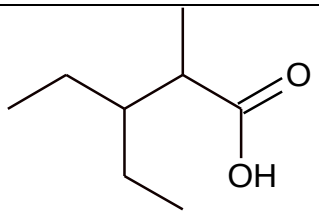
نضيف كاشف فهلنغ لكل من محلولي الألدهيد والكيتون فيتفاعل الألدهيد مع كاشف فهلنغ ويتشكل راسب أحمر آجري

## الحموض الكربوكسيلية

**نشاط (3) :ص 164**

اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركب الآتي :

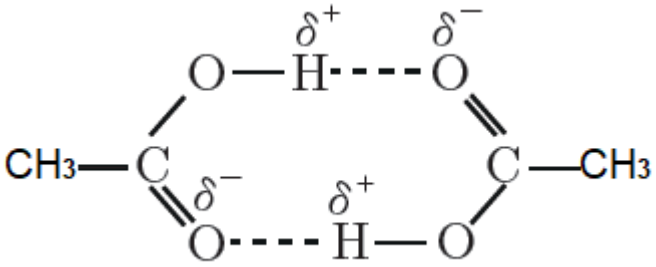
حمض 3- إيتل 2- متيل البنتانوئيك.

| | |
|---|---|
|  |  |

**نشاط (5) ص165**

تتجمّع جزيئات حمض الخلّ على شكل جزيئات ثنائيّة، وضّح ذلك مستعيناً بالرَّسم.

**بسبب الرابطتين الهدروجينية اللتين تتكونان بين كل جزيئين من حمض الخل**



**نشاط(6):ص166**

اكتب معادلة الأكسدة التّامّة للغول الأوّليّ بوجود مؤكسد قويّ في وسطٍ حمضيٍّ وسمّ المركَّب النَّاتج.

$$R-CH_2-OH+2(O)\xrightarrow{H^+}R-COOH+H_2O$$

الناتج حمض كربوكسيلي

**نشاط(7):ص166**

يتأكسد البروبانال في شروط مناسبة، اكتب معادلة التّفاعل الحاصل، وسمِّ المركَّب النَّاتج.

$$CH_3-CH_2-CHO+(O)\xrightarrow{H^+}CH_3-CH_2-COOH$$

حمض البروبانوئيك

**نشاط(8):ص166**

أكتب معادلة تأيّن حمض البروبانوئيك وحدّد الأزواج المترافقة بحسب نظريّة برونشتد - لوري.

$$CH_3-CH_2-COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3-CH_2-COO^- + H_3O^+$$

حمض(1) أساس(2) أساس(1) حمض(2)

**نشاط:(9)ص 167**

اكتب معادلة تفاعل حمض الخلّ مع هِدروكسيد البوتاسيوم وسمِّ النَّواتج

$$CH_3-COOH+KOH \uparrow CH_3-COOK+H_2O$$

**نشاط (10):ص168**

اكتب معادلة تفاعل حمض الميتانوئيك مع الحديد وسمّ النَّواتج.

$$2H-COOH+Fe\longrightarrow(H-COO)_2Fe+H_2$$

غاز الهدروجين - ميتانوات الحديد II

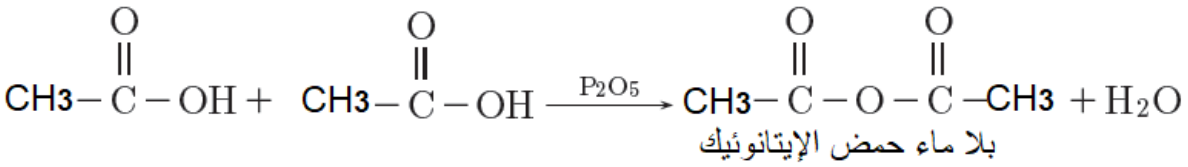
**نشاط (11) :ص168**

اكتب معادلة تفاعل حَمض الميتانوئيك مع كربونات الكالسيوم.

$$2H-COOH+CaCO_3\uparrow(H-COO)_2Ca+H_2O+CO_2$$

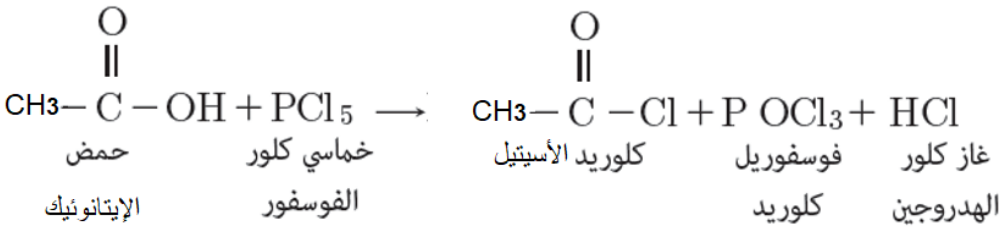
**نشاط(12):ص169**

أكتب معادلة تفاعل البلمهة ما بين جزيئيّة لحمض الإيتانوئيك ثم اكتب صيغة الوسيط المسْتَخْدَمْ، و سمِّ المركَّب العضويّ النَّاتج.




**نشاط(13):ص169**

أكتب معادلة تفاعل حمض الإيتانوئيك مع خماسي كلور الفوسفور.



## أختبر نفسي ص171

أولاً: أختر الإجابة الصَّحيحة لكل ممّا يأتي :

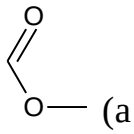
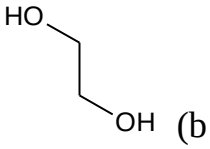
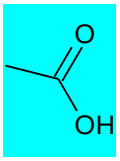
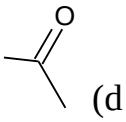
1- يُرّجع حمض الإيتانوئيك إلى الإيتانال بوجود :

a) $P_2O_5$ b) $PCl_5$ c) $LiAlH_4$ d) Pd

2- يتفاعل حمض البروبانوئيك مع النّشادر بالتّسخين فيتشكَّل :

a) البروبانال b) بروبان أميد c) بروبان نتريل d) بروبان أمين

3- المركّب العضويّ الّذي يعدُّ حمضاً كربوكسيليّاً من المركَّبات الآتية:

a) 
b) 
c) 
d) 

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلٍّ ممّا يأتي:

1- تفوق الصِّفة القطبيّة للحموض الكربوكسيليّة مقارنة مع باقي المواد العضويّة الموافقة.

**الزمرة الوظيفية المميزة للحموض الكربوكسيلية تحتوي على زمرتين قطبيتين هما زمرة الهدروكسيد OH-وزمرة الكربونيل C=O**

2- نقصان مزوجية الحموض الكربوكسيليّة في الماء بارتفاع كتلتها الجزيئيّة.

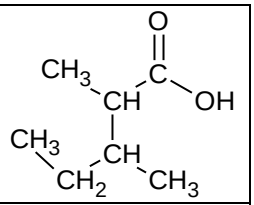
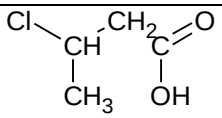
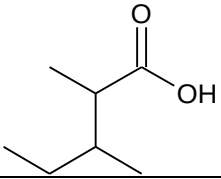
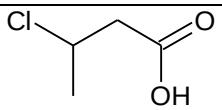
بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي COOH- وزيادة تأثير الجزء غير القطبي R

3-درجة غليان الحموض الكربوكسيليّة أعلى من درجة غليان الألدهيدات الموافقة.

**بسبب الرابطتين الهدروجينية اللتين تتكونان بين كل جزيئين من الحمض الكربوكسيلية. بينما الألدهيدات لا تشكل روابط هدروجينية .**

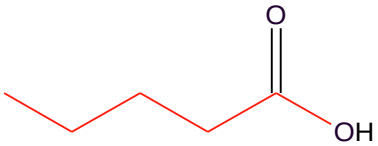
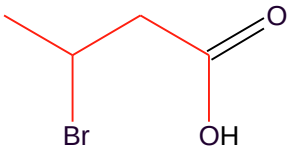
ثالثاً: أكتبُ الصّيغة نصف المنشورة والصّيغة الهيكليّة لكلّ من المركّبين الآتيين :

حمض 3,2 - ثنائي متيل البنتانوئيك ، حمض 3 – كلورو البوتانوئيك

| | |
|---|---|
|  |  |
|  |  |

رابعا: اكتب الصّيغة الهيكليّة لكلّ من المركّبين الآتيين، ثمّ سمّيهما وفق قواعد IUPAC

$CH_3 – (CH_2)_3 – COOH$ $CH_3 – CHBr- CH_2- COOH$

حمض البنتانوئيك حمض -3-برومو البوتانوئيك

خامسا: عبّر عن التّفاعلات الآتية بمعادلات كيميائيّة، وسمِّ النَّواتج .

1- إرجاع حمض الإيتانوئيك بوجود رباعيّ هدريد اللّيثيوم والألمنيوم .

$$CH_3-COOH+4(H)\xrightarrow{LIALH_4}CH_3-CH_2-OH+H_2O$$

الايتانول

2- البلمهة ما بين جزيئيّة لحمض الميتانوئيك بوجود خماسيّ أكسيد الفوسفور .

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH+\quad H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH\xrightarrow{P_2O_5}H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H\quad+H_2O$$

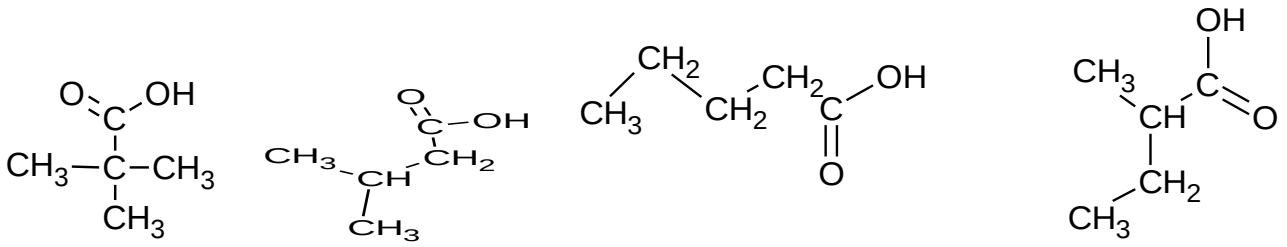
بلا ماء حمض الميتانوئيك

3- تفاعل حمض الميتانوئيك مع كربوناتِ الكالسيوم.

$$2H-COOH+CaCO_3\rightarrow(H-COO)_2Ca+H_2O+CO_2$$

ثنائي أكسيد الكربون الماء—ميتانوات الكالسيوم

سادساً: حمض كربوكسيليّ نظاميّ صيغته المجملة $C_5H_{10}O_2$ .اكتب متصاوغاته وسمّها، ثم اذكر نوع التَّصاوغ



**حمض 2-متيل البوتانوئيك حمض البنتانوئيك حمض3-متيل البوتانوئيك حمض 2,2- ثنائي متيل بروبانوئيك**

**تصاوغ سلسلي (يمكن كتابة متصاوغات وظيفية )**

سابعاً: حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى :

حمض كربوكسيليّ يحوي 69.56% من كتلتِه أكسجين .المطلوب :

1- أحسب الكتلة الجزيئيّة الموليّة للحمض .

2- اكتب الصّيغة النّصف منشورة للحمض ، وسمّه .

**الحل:** ( C : 12 , H : 1 , O :16)

**كل 100g حمض كربوكسيلي تحوي 69.56g اكسجين**

**كل M حمض كربوكسيلي تحوي 32g اكسجين**

$$M=\frac{100\times32}{69.56}$$

$$M=46g.mol^{-1}$$

$R-COOH$

$R+12+16+16+1=46$

$R=1 \Rightarrow R=H$

$H-COOH$

**حمض الميتانوئيك**

المسألة الثَّانية:

يتفاعل حمض كربوكسيليّ نظاميّ وحيد الوظيفة R-COOH مع هِدروكسيد الصُّوديوم ويعطي ملحاً كتلته $\frac{5}{4}$ من كتلة الحمض.المطلوب:

1)اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل .

2)احسب الكتلة الموليّة للحمض .

3)استنتج صيغة الحَمض ، وسمِّه .

(C : 12 , H : 1 , Na : 23 , O :16)

$$RCOOH + NaOH \longrightarrow RCOONa + H_2O$$ (1

| | |
|---|---|
| $M\ g$ | $(M+22)g$ |
| $Xg$ | $\frac{5}{4}X\ g$ |

$$M\frac{5}{4}X = X(M+22)$$ (2

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

$$RCOOH = 88 \Rightarrow R + 45 = 88$$ (3

$$R = 43g.mol^{-1}$$

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

$$\Rightarrow 14n = 42 \quad \Rightarrow n = 3 \quad \Rightarrow R = C_3H_7 -$$

$$CH_3CH_2CH_2COOH$$

**حمض بوتانونيك**

المسألة الثَّالثة:

ينتج عن تفاعل البلمهة ما بين الجزيئيَّة لحمض كربوكسيليّ وحيد الوظيفة R-COOH مركَّب عضويّ كتلته الموليَّة تساوي $102g.mol^{-1}$ ، المطلوب:

1-اكتب المعادلة المعبّرة عن تفاعل البلمهة مابين جزيئيَّة للحمض.

2-احسب الكتلة الموليَّة للحمض الكربوكسيليّ.

3-استنتج صيغة الحمض الكربوكسيليّ وسمّه.

4-استنتج صيغة المركّب العضويّ النَّاتج وسمّه.

(C : 12 , H : 1 , O :16)

الحل:

$$2R-COOH \xrightarrow{P_2O_5} (R-CO)_2O + H_2O$$

$$(R-CO)_2O = 102$$

$$(R+28)\times 2+16=102$$

$$2R+56+16=102$$

$$2R=102-72=30$$

$$R=15g$$

$$M=15+45=60gmol^{-1}$$

$$R-COOH=60$$

$$R+45=60 \Rightarrow R=15$$

$$C_nH_{2n+1}=15$$

$$12n+2n+1=15$$

$$14n=14$$

$$n=1$$

$$R=CH_3-$$

$$CH_3-COOH$$

حمض الإيتانوئيك

بلا ماء حمض الإيتانوئيك $(CH_3-CO)_2O$

المسألة الرّابعة:

غول أوّليّ مشبع وحيد الوظيفة $R-CH_2-OH$ يؤكسد أكسدة تامّة، ثم يعامل ناتج الأكسدة مع هِدروكسيد البوتاسيوم فينتج ملحاً كتلته $\frac{56}{37}$ من كتلة ناتج الأكسدة، المطلوب:

1-اكتب معادلات التَّفاعل الحاصلة.

2-استنتج صيغة ناتج الأكسدة وسمِّه.

3-استنتج صيغة الغول المسْتَعْمَلْ وسمِّه.

(C : 12 , H : 1 , K : 39 , O :16)

$$R - CH_2 - OH + 2(O) \uparrow R - COOH + H_2O$$

$$R - COOH + KOH \uparrow R - COOK + H_2O$$

| | |
|---|---|
| $R + 45$ | $R + 83$ |
| $X$ | $\frac{56}{37}X$ |

$$X(R + 83) = X(R + 45)\frac{56}{37}$$

$$37R + 3071 = 56R + 2520$$

$$19R = 551$$

$$R = 29$$

الحل:

$$C_nH_{2n} + 1 = 29$$

$$12n + 2n + 1 = 29$$

$$n = \frac{28}{14} = 2$$

$$R = (CH_3 - CH_2-)$$

صيغة ناتج الاكسدة $CH_3 - CH_2 - COOH$ حمض البروبانوئيك

صيغة الغول $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$ البروبان-1-ول

تفكير ناقد:

تتآكل طاولات المطابخ المصنوعة من الرخام مع مرور الزمن، ما تفسيرك لذلك؟

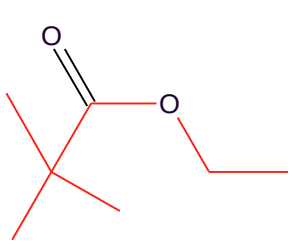
بسبب احتواء الكثير من الأطعمة على حموض كربوكسيلية التي تتفاعل مع كربونات الكالسيوم الموجودة في الرخام.

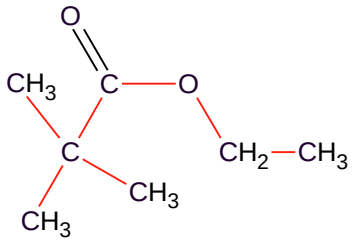
# مشتقات الحموض الكربوكسيلية

نشاط (3): ص175

**اكتب الصّيغة نصف المنشورة والصّيغة الهيكليّة للمركّب الآتي:**

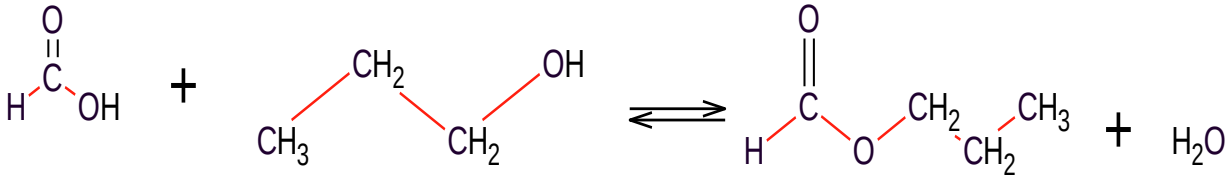
2,2 - ثنائي متيل بروبانوات الإتيل





نشاط(4):ص176

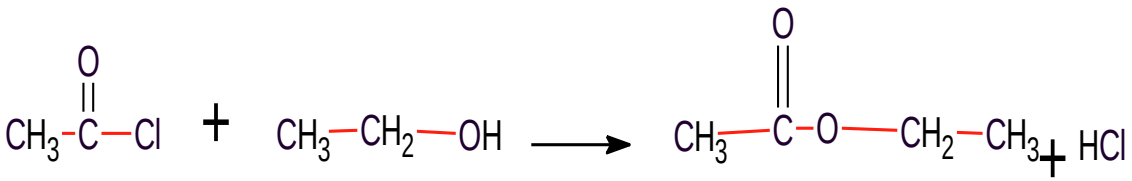
اكتب معادلة تفاعل حمض الميتانوئيك مع البروبان-1-ول ، وسمّ المركب العضويّ النّاتج.



ميتانوات نظامي البروبيل

نشاط(5) ص176

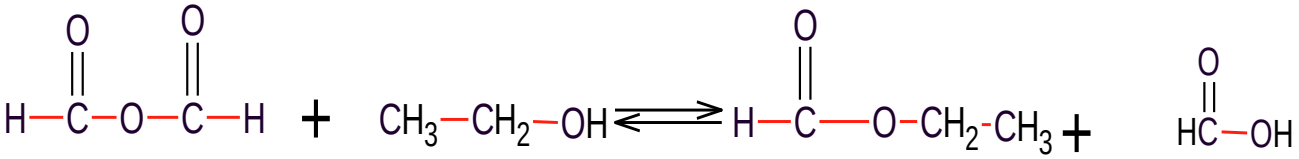
اكتب معادلة تفاعل كلوريد الأستيل مع الإيتانول ، وسمّ المركب العضوي الناتج.



إيتانوات الإيتيل

نشاط(6) ص176

اكتب معادلة تفاعل بلا ماء حمض الميتانوئيك مع الإيتانول وسمّ المركّبات العضويّة النّاتجة.



حمض الميتانوئيك  ميتا نوات الايتيل

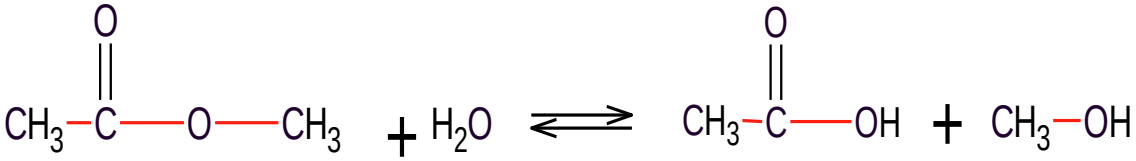
نشاط(7):ص177

فسّر سبب عدم قدرة الإسترات على تشكيل روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها.

لعدم وجود ذرة هدروجين مرتبطة بذرة ذات شديدة الكهرسلبية.

نشاط(8) ص177

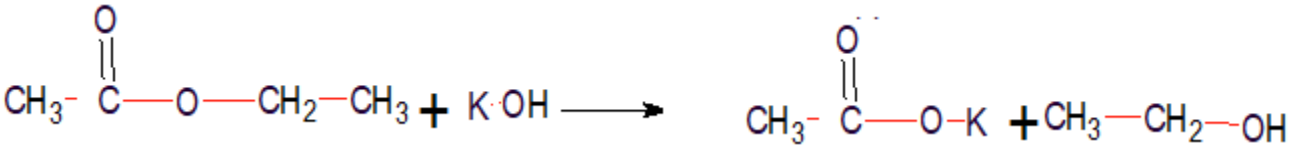
اكتب معادلة تفاعل حلمهة إيتانوات المتيل ، وسمّ المركّبات العضويّة النّاتجة.



ميتانول حمض الإيتانوئيك

نشاط(9): ص178

اكتب معادلة تفاعل إيتانوات الإتيل مع هِدروكسيد البوتاسيوم.



نشاط(10):ص178

اكتب المعادلة المعبّرة عن تفاعل إرجاع ميتانوات الإيتيل بوجود رباعيّ هدريد اللّيثيوم والألمنيوم ، وسمِّ المركَّبات العضويَّة النَّاتجة.

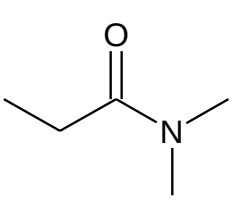
إيتانول ميتانول

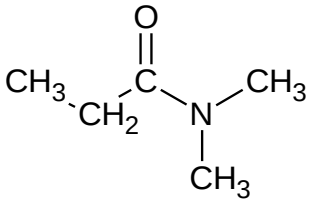
# الأميدات

نشاط (3): ص181

اكتب الصّيغة نصف المنشورة والصّيغة الهيكليّة للمركّب الآتي :

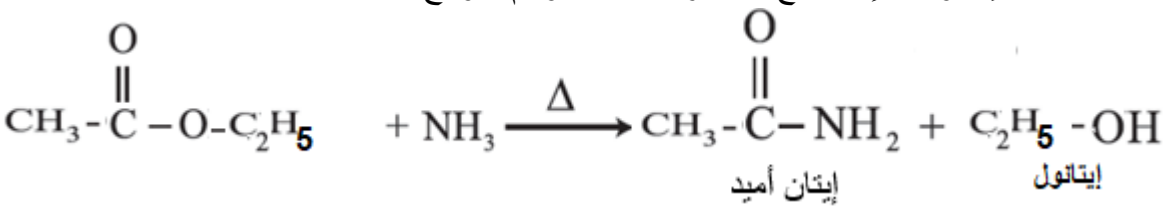
ثنائي متيل بروبان أميد-N,N





نشاط(4):ص182

أكتب معادلة تفاعل إيتانوات الإيتيل مع النّشادر بالتّسخين وسمّ النّواتج.



إيتان أميد — إيتانول

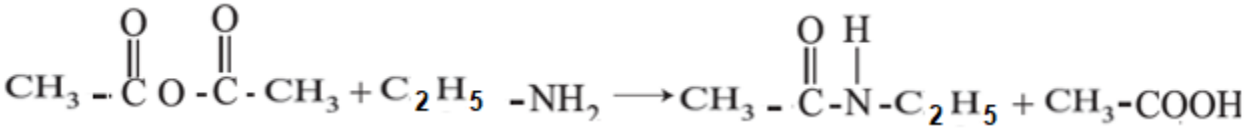
نشاط(5): ص182

اكتب معادلة تفاعل كلوريد الأستيل مع النّشادر وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.

إيتان أميد

نشاط(7):ص182

اكتب معادلة تفاعل بلا ماء حمض الإيتانوئيك مع إيتان أمين وسمّ المركّبات العضويّة النّاتجة.



حمض الإيتانويك — N- إيتيل إيتان أميد

نشاط(8):183

فسّر سبب عدم تشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئات الأميدات الثّالثيّة.

بسبب عدم وجود ذرة هدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية

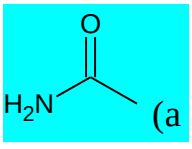
أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

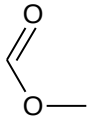
1-ينتج من تفاعل ميتانوات الإيتيل مع النّشادر:

a)ميتانول b) إيتان أمين c) إيتان أميد d)ميتان أميد

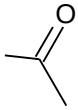
2- المركّب العضويّ الذي يعد أميد من المركّبات الآتية:



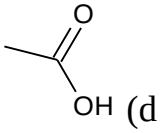
(a



(b



(c



(d

3-تفاعل الإسترة يحدث في الحمض الكربوكسيليّ على الرّابطة:

a) C=O  b) O-H  c) C-C  d) C-O

4- أحد المركَّبات الآتية يشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئاته:

a) بروبان-2-ون  b) 2-متيل بوتانوات الإيتيل  c) N- متيل ميتان أميد  d) ميتانال

5-الرّابطة $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-N\diagup$ تميّز المركَّب العضويّ الآتي:

a) أميد  b) أمين  c) نتريل  d) أستر .

ثانياً: أعط تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

1- درجات غليان الإسترات أقلّ من درجات غليان الحموض الكربوكسيليّة الموافقة.
يعود ذلك إلى تشكل روابط هدروجينية بين جزئيات الحموض الكربوكسيلية وعدم تشكلها بين جزئيات الإستيرات
2- المركّب N,N-ثنائي متيل إيتان أميد غير قادر على تشكيل روابط هدروجينيّة بين جزيئاته.
بسبب عدم وجود ذرة هدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية

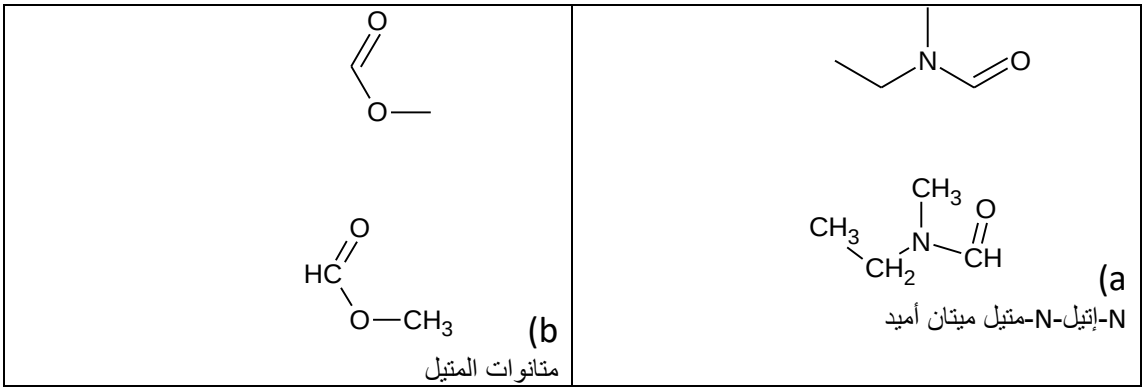
ثالثاً: مركّب عضويّ يتفاعل مع بلا ماء حمض الإيتانوئيك فينتج حمض الإيتانوئيك و
N- إيتيل إيتان أميد والمطلوب:
1- ما صيغة هذا المركّب.
2- اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل.

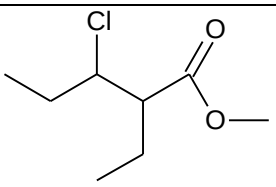
1- $CH_3-CH_2NH_2$

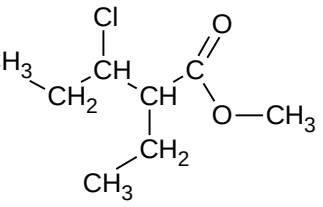
2-

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3+CH_3-CH_2NH_2\longrightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{H}{N}-CH_2CH_3+CH_3-COOH$$

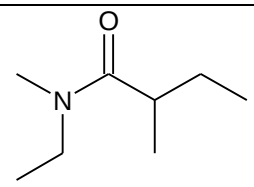
رابعاً: اكتب الصّيغة النّصف منشورة للمركّبات الآتية ثم سمّها وفق قواعد IUPAC.

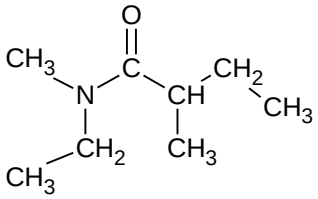






c)
3-كلورو -2-أيتيل بنتانوات المتيل



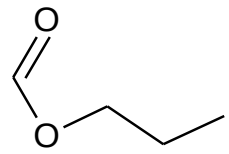


d)
N- إيتيل N,2- ثنائي متيل بوتان أميد

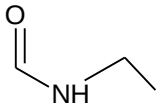
خامساً: أكتب الصّيغة الهيكليّة للمركّبات الآتية:

a) ميتانوات نظامي البروبيل

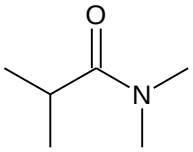
b) N- إيتيل ميتان أميد

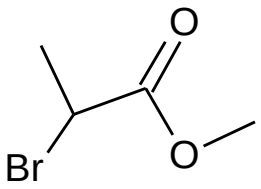


c) N، N، 2,N - ثلاثي متيل بروبان أميد

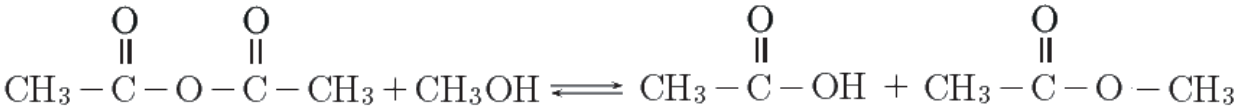


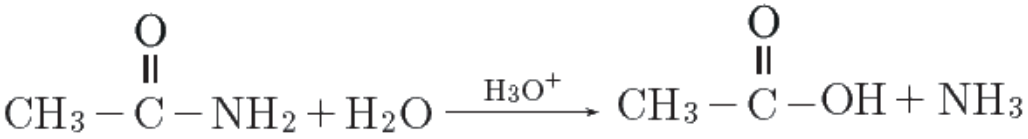
d) 2- برومو بروبانوات الميتيل





سادساً: أكمل المعادلات الآتية:





سابعاً: حلّ المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:

أميد أولي نسبة النّتروجين فيه 19.17 %، المطلوب:

1-أحسب كتلته الموليّة.

2-استنتج صيغته نصف المنشورة ، وسمّه.

(H:1 C:12 N:14 O:16)

كل 100g اميد اولي تحوي 19.17g نتروجين

كل M اميد اولي تحوي 14g نتروجين

$$R-CO-NH_2$$

$$M=\frac{100\times14}{19.17}=73gmol^{-1}$$

$$R+12+16+14+3=73$$

$$R=73-45=29$$

$$R=29$$

$$C_nH_{2n}+1=29$$

$$12n+2n+1=29$$

$$n=\frac{28}{14}=2$$

$$R=(C_2H_5-)$$

$$C_2H_5-CO-NH_2$$

بروبان أميد

المسألة الثَّانية:

يتفاعل الإيتانول مع حمض كربوكسيليّ نظاميّ وحيد الوظيفة الكربوكسيليّة فيتشكّل مركّب عضويّ كتلته الموليّة 88 $g.mol^{-1}$، المطلوب:

1-اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.

2-أستنتج صيغة الحمض الكربوكسيليّ ، وسمّه.

3-استنتج صيغة المركّب العضويّ النّاتج ، وسمّه. (H:1 C:12 O:16)

$$C_2H_5-OH+R-COOH\rightleftharpoons R-COO-C_2H_5+H_2O$$

$$R+44+29=88$$

$$R=88-73=15$$

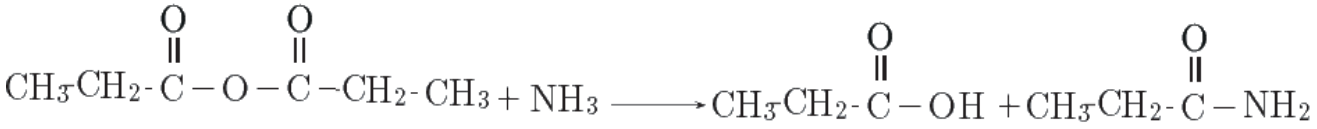
$$\Rightarrow R=CH_3-$$

حمض الإيتانوئيك $CH_3-COOH$

ايتانوات الايتيل $CH_3-COO-C_2H_5$

تفكير ناقد:

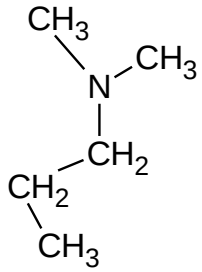
لتحضير مركّب بروبان أميد يتفاعل بلا ماء حمض كربوكسيلي مع النشادر بالتسخين، اكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة عن التفاعل الحاصل.

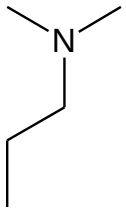


نشاط (3) :ص189

اكتب الصّيغة نصف المنشورة والصّيغة الهيكليّة للمركّب الآتي :

N,N-ثنائي متيل بروبان-1- أمين





نشاط(4): ص189

أكتب معادلة تفاعل يودو الإيتان مع النّشادر.

$$CH_3-CH_2-I+NH_3 \longrightarrow CH_3-CH_2-NH_2+HI$$

نشاط(5) ص190

أكتب معادلة تفاعل ميتان أمين مع الميتانول بشروط مناسبة وبوجود أكسيد الألمنيوم كوسيط ثم صنّف الأمين النّاتج (أولي – ثانوي - ثالثي)

$$CH_3-OH+CH_3-NH_2 \xrightarrow{Al_2O_3} CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{N}}H + H_2O$$

أمين ثانوي

نشاط(6):ص190

اكتب معادلة تفاعل إرجاع نتريل البروبان بوجود الهدروجين على سطح حفاز من النّيكل وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.

$$CH_3-CH_2-CH_2-CN+4[H] \longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$$

نشاط(7):ص 190

درجة غليان الأمينات الأولية والثّانوية أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة، فسّر ذلك؟

الأمينات الأوّليّة والثّانويّة تشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها بينما لا تشكّل الألكانات روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها.

نشاط(8):ص191

اكتب معادلة تأين ميتان أمين ثمّ حدّد الأزواج المترافقة بحسب نظريّة برونشتد لوري.

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

أساس(2) حمض(1) حمض(2) أساس(1)

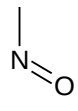
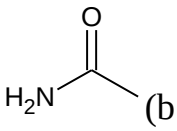
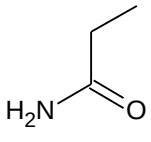
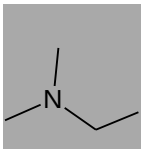
أختبر نفسي ص192

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1-ينتج من تفاعل إرجاع بروبان نتريل:

a)بروبان أميد b) بروبان أمين c) إيتان أمين d)إيتان أميد

2- المركَّب العضويّ الذي يعد من الأمينات في المركَّبات الآتية:

a)  b)  c)  d) 

ثانياً: إذا علمتَ أنّ قيمة ثابت تأيّن النّشادر $K_b = 2\times10^{-5}$ وقيمة ثابت تأيّن ميتان أمين $K_b = 2\times10^{-4}$ المطلوب:

1-اكتب معادلة تأيّن كل منهما.

2-حدّد أيّهما أساس أقوى مفسّراً إجابتك.

-1

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

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

$$K_b(CH_3NH_2) > K_b(NH_3)$$

ميتان أمين يعد أساس أقوى من النشادر

ثالثاً: أعط تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

1- درجات غليان الأمينات الأوليّة والثّانويّة أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة.

درجة غليان الأمينات الأولية والثّانوية أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة، فسّر ذلك؟

الأمينات الأوّليّة والثّانويّة تشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها بينما لا تشكّل الألكانات روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها.

2- مزوجية ميتان أمين شديدة في الماء.

بسبب قطبية روابطه بالإضافة إلى تشكيل روابط هدروجينية بين جزيئاته وبين جزيئات الماء.

رابعاً: مركّب عضويّ يتفاعل مع الإيتانول وينتج N,N ثنائيّ إيتيل إيتان أمين والماء، المطلوب:

1- ما صيغة هذا المركّب.

2- اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل.

-1

$$C_2H_5-\underset{\displaystyle C_2H_5}{\overset{\displaystyle |}{N}}H$$

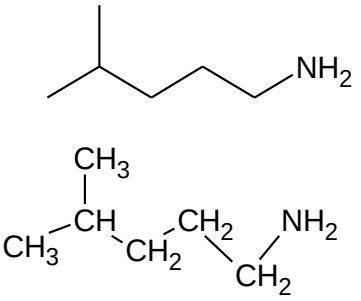
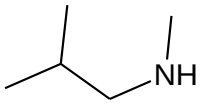
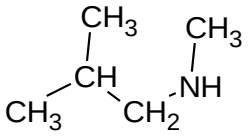
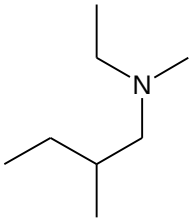
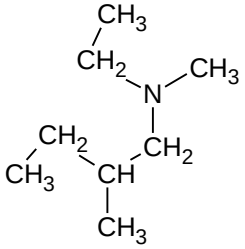
-2

$$C_2H_5-\underset{\displaystyle C_2H_5}{\overset{\displaystyle |}{N}}H + C_2H_5-OH \xrightarrow{Al_2O_3} C_2H_5-\underset{\displaystyle C_2H_5}{\overset{\displaystyle |}{N}}-C_2H_5 + H_2O$$

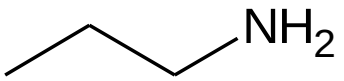
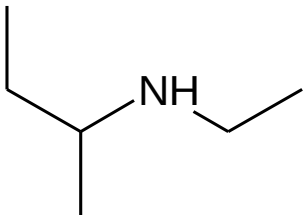
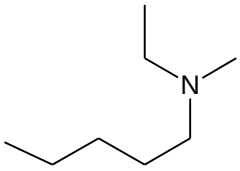
خامساً: لديك الصّيغ الهيكليّة للأمينات الآتية المطلوب :

1-اكتب الصّيغة النّصف منشورة للمركّبات الآتية ثمّ سمها وفق قواعد IUPAC.

2- صنّفها إلى أمينات ( أوّليّة – ثانويّة - ثالثيّة)

| (a | (b | (c |
|---|---|---|
|   4 - متيل بنتان -1- أمين<br>أمين أولي |   2,N- ثنائي متيل بروبان -1- أمين<br>أمين ثانوي |   N-إيتيل- 2,N-ثنائي متيل بوتان -1-أمين<br>أمين ثالثي |

سادساً: أكتب الصّيغة الهيكليّة للمركّبات الآتية:

| (a | (b | (c |
|---|---|---|
| بروبان-1- أمين  | N- إيتيل بوتان-2- أمين  | N- إيتيل N- متيل بنتان -1-أمين  |

سابعاً: أكمل المعادلات الآتية:

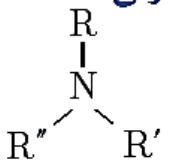
$$C_2H_5-CN + 4[H] \longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2NH_2$$

$$C_2H_5-Br + NH_3 \longrightarrow C_2H_5-NH_2 + HBr$$

$$CH_3-CH_2-OH + CH_3-CH_2NH_2 \longrightarrow CH_3-CH_2\underset{\displaystyle CH_3-CH_2}{\overset{\displaystyle |}{N}}H + H_2O$$

ثامناً: حلّ المسألتين الآتيتين:

## المسألة الأولى:

أمين ثالثي  نسبة النّتروجين فيه 13.86% المطلوب:

1. احسب كتلته الموليّة.
2. استنتج صيغته نصف المنشورة وسمّه علماً أنّ $R = R' = R''$.

(H:1, C:12, N:14)

1- كل 100 تحتوي 13.86

كل M تحتوي 14

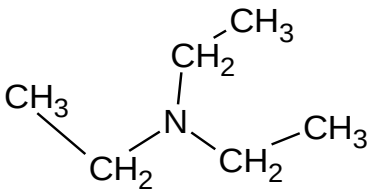
$$M = \frac{14 \times 100}{13.86} = 101 g.mol^{-1}$$

$$3R = 87 \Rightarrow R = 29$$

$$C_nH_{2n+1} = 29$$

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

$$\Rightarrow R = CH_3 - CH_2 -$$



اسم المركب N,N-ثنائي إيتيل إيتان أمين

المسألة الثّانية:

محلول مائي للميتان أمين تركيزه $0.5\ mol.L^{-1}$ وقيمة pH=12 المطلوب:

1- أكتب معادلة تأيّنه ثمّ حدّد الأزواج المترافقة بحسبِ برونشتد لوري.

2-أحسب قيمة درجة تأيّنه.

3-أحسب قيمة ثابت تأيّنه.

4- للحصول على 10 L من محلول ميتان الأمين السَّابق نرجع الميتان أميد بوجود رباعي هدريد اللّيثيوم والألمنيوم ، المطلوب:

a) اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.

b) احسب كتلة الأميد اللّازمة لذلك.

(H:1 C:12 N:14 O:16)

$$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^- \quad -1$$

أساس(1) حمض(2) حمض(1) أساس(2)

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pOH = 2$$

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-2}\ mol.L^{-1} \quad -2$$

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} = \frac{10^{-2}}{0.5} = 2\times10^{-2}$$

-3

$$[OH^-] = \sqrt{C_b.K_b} \Rightarrow 10^{-2} = \sqrt{0.5\times K_b}$$

$$K_b = 2\times10^{-4}$$

-4

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2 + 4[H] \xrightarrow{LiAlH_4} CH_3-NH_2 + H_2O$$

45g 1mol

mg 5mol

$$n_{(CH_3NH_2)} = CV = 0.5\times10 = 5mol$$

$$m = \frac{5\times45}{1} = 225g$$

تفكير ناقد:

يعدّ إيتيل أمين أساساً أقوى من متيل أمين ما تفسيرك لذلك؟

تعد الجذور الألكيلية دافعة للإلكترونات وعند كبر الجذر الألكيلي يزداد تأثير مما يؤدي إلى زيادة توضع الكثافة الإلكترونية على ذرة النتروجين مما يزيد من إمكانية استقبال بروتون وبالتالي تزداد الصفة الأساسية وهذا ما يجعل إيتيل أمين إساس أقوى من متيل أمين.

أسئلة الوحدة

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل ممّا يأتي :

1-الرّابطة C-N تميّز المركّب العضويّ الآتي:

a) أميد b) نتريل c) أمين d) أستر

2- ينتج حمض البروبانوئيك من تفاعل:

a) أكسدة البروبانون b) إرجاع البروبان-2-ول
c) أكسدة البروبانال d) امرار البروبان -1-ول على مسحوق النحاس المسخّن

3- أحد المركَّبات الآتية لا يشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئاته:

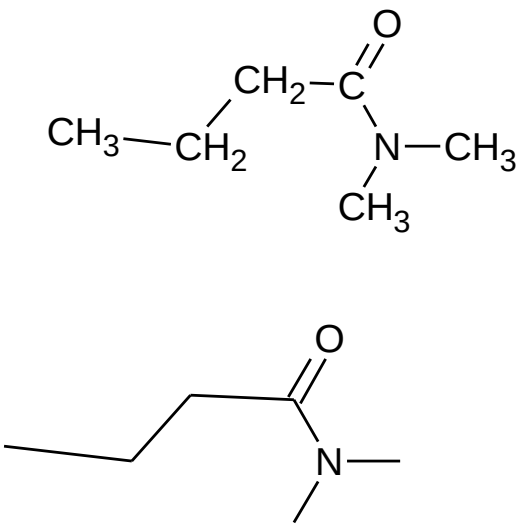
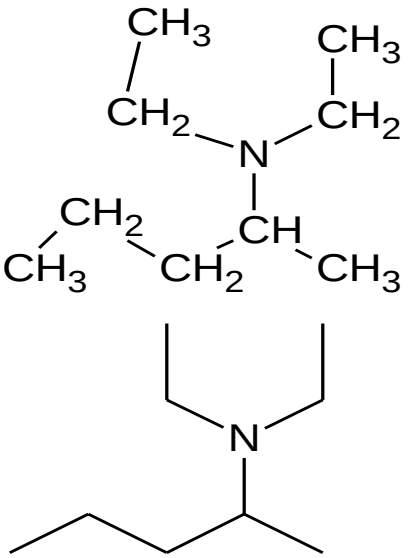
a) بروبان-2-ول b) حمض الميتانوئيك c) N- متيل إيتان أمن d) إيتانال

ثانياً- اكتب الصِّيغة نصف المنشورة ثمّ الصيغة الهيكلية لكلّ من المركّبات الآتية:

3,2 – ثنائي ميتيل بنتان – 2- ول ، حمض 2 – كلورو البوتانوئيك

N، N- ثنائي متيل بوتان أميد ، N، N- ثنائي إيتيل بنتان -2-أمين

| | |
|---|---|
| 3,2 – ثنائي ميتيل بنتان – 2- ول | حمض 2 – كلورو البوتانوئيك |

| | |
|---|---|
| N، N- ثنائي متيل بوتان أميد  | N، N- ثنائي إيتيل بنتان-2- أمين  |

ثالثاً- حلّ المسائل الآتية:

**المسألة الأولى:**

نأخذ 50mL من محلول الإيتانول ونضيف إليه كمّيّة مناسبة من البوتاسيوم، فينطلق غاز حجمه في الشَّرطين النِّظاميين 224mL . المطلوب:

1- اكتب معادلة التَّفاعل الحاصلة.

2- احسب تركيز محلول الإيتانول مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$ , $g.L^{-1}$ .

3- يراد الحصول على 5L من الإيتانول السابق من ضمّ الماء إلى الإيتِن .احسب حجم غاز الايتِن اللازم لذلك في الشَّرطين النَّظاميين . ( k: 39 , C : 12 , O : 16 , H : 1)

$$C_2H_5-OH + K \longrightarrow C_2H_5OK + \frac{1}{2}H_2$$

1mol 11.2L

nmol 0.224L

$$n = \frac{0.224}{11.2} = 0.02 \text{ mol}$$

$$C = \frac{n}{v} = \frac{0.02}{0.05} = 0.4 mol.l^{-1}$$

$$C = 0.4 \times 46 = 18.4 g.l^{-1}$$

-2

$$CH_2 = CH_2 + H_2O \longrightarrow C_2H_5-OH$$

22.4L 1mol

vL 2mol

$$n = c \times v = 0.4 \times 5 = 2 mol$$

$$v = 22.4 \times 2 = 44.8 L$$

**المسألة الثانية:**

نعامل *ml* (10 ) من محلول الإيتانال تركيزه $0.5mol.L^{-1}$ بكمية كافية من محلول فهلنغ فيتكوّن راسب أحمر آجري من أكسيد النحاس I المطلوب:

1. اكتب معادلة التفاعل واحسب كتلة الراسب.

2.للحصول على 5L من محلول الإيتانال السابق نؤكسد الإيتانول، أكتب معادلة التفاعل ثم احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك ( H:1 O:16 C=12 Cu=63.5)

$$CH_3-CHO+\left(2Cu^{2+}+5OH^-\right)\longrightarrow CH_3-COO^-+Cu_2O+3H_2O$$

1mol 143g

0.005mol mg

$$n=c\times v=0.5\times 0.01=0.005mol$$

$$m=\frac{143\times 0.005}{1}=0.715g$$

$$C_2H_5OH\xrightarrow[200\text{-}300^0C]{Cu}CH_3-CHO+H_2O$$

46g 1mol

xg 2.5mol

$$n=0.5\times 5=2.5mol$$

$$x=46\times 2.5=115g$$

**المسألة الثالثة:**

نعامل $0.5\ell$ من محلول الإيتانال بكمية كافية من كاشف تولن فيتشكل راسب كتلته 5.4g ، المطلوب: 1-أكتب معادلة التفاعل

2- احسب التركيز المولي للإيتانال

3-أحسب كتلة الإيتانول اللازمة للحصول على 10L من محلول الإيتانال السابق.

( Ag : 108 C:12 O:16 H:1 )

-1

$$CH_3-CHO+\left(2Ag^++3OH^-\right)\longrightarrow CH_3-COO^-+2Ag+2H_2O$$

1mol 216g

nmol 5.4g

$$n=\frac{5.4}{216}=0.025mol$$

$$C=\frac{n}{v}=\frac{0.025}{0.5}=0.05mol.l^{-1}$$

$$C_2H_5OH + (O) \longrightarrow CH_3 - CHO + H_2O$$
$$46g \qquad 1mol$$
$$xg \qquad 0.5mol$$
$$n = 0.05 \times 10 = 0.5mol$$
$$x = 46 \times 0.5 = 23g$$

**المسألة الرابعة:**

يُؤكسد 23g من الإيتانول أكسدة تامّة و يكمل الحجم بالماء المقطر إلى 250ml ثم يعاير المحلول الناتج باستعمال هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $1mol.l^{-1}$ ، المطلوب :

1- اكتب جميع معادلات التفاعلات الحاصلة

2-احسب حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازم للمعايرة

3-احسب التركيز المولي للملح الناتج في المحلول بعد المعايرة.

4-تؤخذ عينة مماثلة لهيدروكسيد الصوديوم ويضاف إليها تسع أضعافها ماء احسب تركيزها الجديد واحسب الـpH في هذه الحالة لهذا المحلول.

(Na:23 C:12 O:16 H:1)

1- $$C_2H_5OH + 2(O) \longrightarrow CH_3 - COOH + H_2O$$

$$CH_3 - COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

2- $$C_2H_5OH + 2(O) \longrightarrow CH_3 - COOH + H_2O$$
$$46g \qquad 1mol$$
$$23g \qquad nmol$$
$$n_{(CH_3-COOH)} = \frac{23}{46} = 0.5mol$$

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$
$$1mol \qquad 1mol \qquad 1mol$$
$$n\,mol \qquad n\,mol \qquad n\,mol$$
$$n_{CH_3COOH} = n_{NaOH}$$
$$0.5 = c_2 \times v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{0.5}{1} = 0.5L$$
$$n_{CH_3COOH} = n_{CH_3COONa} \Rightarrow n_{CH_3COONa} = 0.5mol$$
$$C = \frac{n}{v_1 + v_2}$$
$$C = \frac{0.5}{0.25 + 0.5} = \frac{0.5}{0.75}$$
$$C = \frac{2}{3} mol.L^{-1}$$

$$n_1 = n_2$$
$$c_1 \times v_1 = c_2 \times 10v_1$$
$$1 \times v_1 = c_2 \times 10v$$
$$c_2 = 0.1 mol.l^{-1}$$

$$\left[OH^-\right] = C_b = 0.1 mol.L^{-1}$$
$$\left[H_3O^+\right] = \frac{10^{-14}}{\left[OH^-\right]}$$
$$\left[H_3O^+\right] = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} mol.L^{-1}$$
$$pH = -\log\left[H_3O^+\right] = 13$$

**المسألة الخامسة :**

محلول حمض الخل تركيزه $0.05 mol.L^{-1}$ ثابت تأينه $2X10^{-5}$ ، المطلوب :

1-أحسب pH المحلول.

2-لاستحصال 5L من المحلول السابق نؤكسد الإيتانول أكسدة تامة:

a)اكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة عن التفاعل الحاصل.

b)احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك.

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$
$$\left[H_3O^+\right] = \sqrt{K_a C_a} = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0.05} = 10^{-3} mol.L^{-1}$$
$$pH = -Log\left[H_3O^+\right] = -\log 10^{-3} = 3$$

$$C_2H_5OH + 2(O) \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$$

46g 1mol

mg 0.25.mol

$$n = c \times v = 0.05 \times 5 = 0.25 mol$$
$$m = 46 \times 0.25 = 11.5 g$$

**المسألة السادسة:**

مزيج من الإيتانال وحمض الإيتانوئيك نقسمه إلى قسمين متساويين . نعامل القسم الأوّل بكاشف تولن فيتشكّل راسب كتلته 10.8g أما القسم الثّاني ، فيؤكسد ويعامل ناتج الأكسدة بمحلول هِدروكسيد الصُّوديوم تركيزه $1mol.L^{-1}$ فلزم لذلك 150ml منه . المطلوب :

1- اكتب المعادلات المعبرة عن التّفاعلات الحادثة .

2- احسب كتلة المزيج المتفاعل .( C : 12 , H : 1 , Ag : 108 , Na : 23 , O :16)

$$CH_3CHO + \left(2Ag^+ + 3OH^-\right) \uparrow CH_3COO^- + 2Ag + 2H_2O$$

$$CH_3CHO + (O) \uparrow CH_3COOH$$

$$CH_3 - COOH + NaOH \uparrow CH_3 - COONa + H_2O$$

$$CH_3 - CHO + \left(2Ag^+ + 3OH^-\right) \longrightarrow CH_3 - COO^- + 2Ag + 2H_2O$$

44g 216g

mg 10.8g

كتلة الابتانال في القسم الأول $m = \frac{10.8 \times 44}{216} = 2.2g$

$$CH_3 - CHO + (O) \longrightarrow CH_3COOH$$

44g 1mol

2.2g $n_1$mol

عدد مولات الحمض الناتجة من اكسدة الايتانال $n_1 = \frac{2.2}{44} = 0.05mol$

$$CH_3 - COOH + NaOH \uparrow CH_3 - COONa + H_2O$$

$$n_{CH_3\text{-}COOH} = n_{NaOH}$$

$$= c \times v$$

$$= 1 \times 0.15 = 0.15mol$$

عدد مولات الحمض في كل قسم=0.15-0.05=0.1mol

كتلة الحمض في كل قسم =n×M=0.1×60=6g

كتلة المزيج=2(6+2.2)=16.4g

**المسألة السابعة :**

نعامل 6g من حمض كربوكسيليّ وحيد الوظيفة مع ملح كربونات الصُّوديوم فينطلق غاز حجمه 1.12L في الشّرطيين النّظاميين . المطلوب:

1- اكتب معادلة التّفاعل الحادثة واحسب الكتلة المولّية للحمض .

2- أوجد الصّيغة نصف المنشورة للحمض وسمّه .

3- نحلّ 3gمن الحمض السّابق في ليتر من الماء ، فإذا علمتَ أنَّ درجة تأيّنه 2% أحسب pH المحلول : C : 12 , H : 1 , Na : 23 , O :16)

$2R-COOH+Na_2CO_3 \uparrow 2R-COONa+H_2O+CO_2$ -1

2M 22.4L -2

6g 1.12L

$$M=\frac{22.4\times 6}{1.12\times 2}=60gmol^{-1}$$

$$RCOOH=60$$

$$R+45=60\Rightarrow R=15$$

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

$$n=1\Rightarrow R=CH_3-$$

$$CH_3-COOH$$

حمض الإيتانوئيك

$$n=\frac{m}{M}=\frac{3}{60}=0.05mol$$ -3

$$c=\frac{n}{v}=\frac{0.05}{1}=0.05mol.L^{-1}$$

$$\frac{2}{100}=\frac{\left[H_3O^+\right]}{Ca}$$

$$\left[H_3O^+\right]=\frac{2\times 0.05}{100}=10^{-3}mol.l^{-1}$$

$$pH=-Log\left[H_3O^+\right]=-Log10^{-3}=3$$

**المسألة الثامنة:**

للحصول على 5L من محلول حمض الخلّ تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ نؤكسد الإيتانول أكسدة تامّة والمطلوب :

1- اكتب معادلة التّفاعل الحاصل .

2-احسب كتلة الإيتانول اللّازمة لذلك.

3-نفاعل 1L من الحمض السّابق مع هِدروكسيد الصُّوديوم احسب كتلة الملح النَّاتج .

(C : 12 , H : 1 , Na : 23 , O :16)

الحل:

$$CH_3-CH_2-OH+2(O)\longrightarrow CH_3-COOH+H_2O$$

46g 1mol

m 0.25mol

$n=c\ v$

$n=0.05\times 5=0.25mol$

$m=46\times 0.25=11.5g$

$$CH_3-COOH+NaOH\longrightarrow CH_3-COONa+H_2O$$

1mol 82g

0.05mol $\tilde{m}$

$\tilde{m}=82\times 0.05=4.1g$