

الكيمياء النووية

تركيب النواة:

الجزء	رمزه
نيوترون	1_0n
بروتون	1_1H أو 1_1P
جسيم بيتا	${}^0_{-1}e$ أو ${}^0_{-1}\beta$
جسيم ألفا	4_2He أو ${}^4_2\alpha$
بوزيترون	${}^0_{+1}e$ أو ${}^0_{+1}\beta$

النشاط الإشعاعي الطبيعي:

يحدث داخل النواة غير المستقرة تحولات نووية متحوّلة إلى نواة أخرى أكثر استقراراً، يرافقها انطلاق جسيمات خارج النواة، وانطلاق طاقة على شكل أمواج كهرومغناطيسية ويتحقق دوماً أثناء التحولات النووية مصونية العدد الذري والعدد الكتلي.

1) تحول من النوع بيتا: يحدث في النوى التي تقع فوق حزام الاستقرار نتيجة تحول نيوترون إلى بروتون وفق المعادلة الآتية:



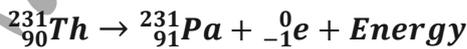
يُعبّر عن هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:



تطبيق (1): تتحول نواة الثوريوم ${}^{231}_{90}Th$ إلى نواة البروتكتينيوم

${}^{231}_{91}Pa$ تلقائياً، أكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التحول

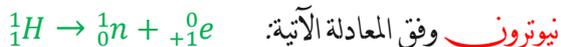
محدداً نوعه.



التحول من النوع بيتا

2) تحول من النوع بوزيترون: يحدث في النوى

التي تقع تحت حزام الاستقرار نتيجة تحول بروتون إلى



نيوترون وفق المعادلة الآتية:

• تحتوي النواة على بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات

معدلة الشحنة، موجودة في حيز صغير جداً

• العدد الذري Z : هو عدد البروتونات في النواة ويساوي

عدد الإلكترونات في الذرة لأن الذرة متعادلة كهربائياً.

• العدد الكتلي A : هو مجموع عددي البروتونات والنيوترونات

يرمز لنواة العنصر A_ZX

الاستقرار النووي:

• العامل الذي يحدد فيما إذا كانت النواة مستقرة أم لا هو النسبة $\frac{N}{Z}$.

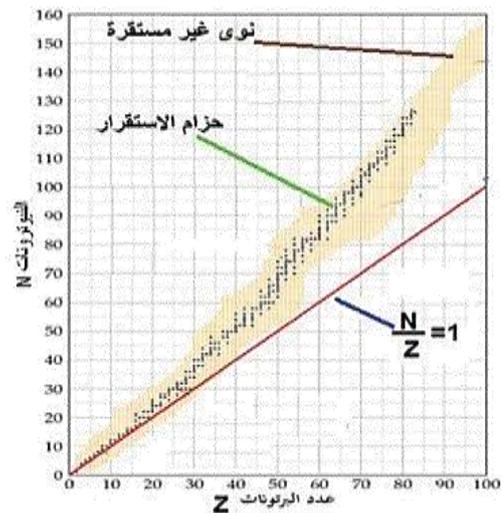
• النسبة $\frac{N}{Z} \approx 1$ للعناصر المستقرة ذات الأعداد الذرية الصغيرة.

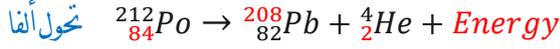
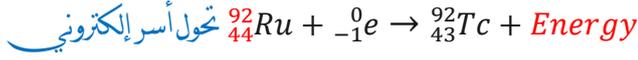
• النسبة $\frac{N}{Z} > 1$ للعناصر المستقرة ذات الأعداد الذرية الكبيرة.

• النسبة $\frac{N}{Z}$ لنظير غير مستقر لا تساوي النسبة $\frac{N}{Z}$ لنظير مستقر.

• تتحول النوى غير المستقرة تلقائياً إلى نوى أكثر استقراراً

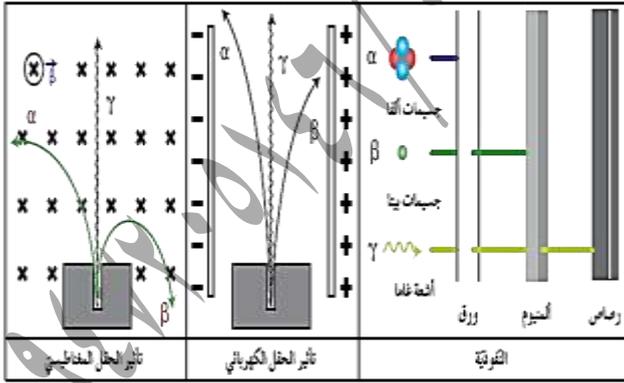
من خلال عملية تدعى النشاط الإشعاعي.





خاصيات جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة غاما:

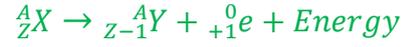
أشعة غاما	جسيمات بيتا	جسيمات ألفا	
أمواج كهربية طاقتها عالية جداً	إلكترونات عالية السرعة	تطابق نواة الهيليوم ${}^4_2\text{He}$	الطبيعية
لا تحمل شحنة كهربائية.	تحمل شحنة سالبة.	تحمل شحنتين موجبتين.	الشحنة
ليس لها كتلة سكونية	كتلتها تساوي كتلة الإلكترون	كتلتها تساوي أربع أضعاف كتلة الهيدروجين العادي	الكتلة
أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات بيتا.	أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات ألفا.	تأين الغازات التي تمر من خلالها.	تأين الغازات
نفوذيتها أكبر من نفوذيتها جسيمات بيتا	نفوذيتها أكبر من نفوذيتها جسيمات ألفا.	نفوذيتها ضعيفة.	النفوذية
تساوي سرعة الضوء c	$0.9 c$	$0.05 c$	السرعة بالنسبة لسرعة الضوء
لا تتأثر.	تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة.	تنحرف نحو اللبوس السالب لمكثفة مشحونة.	التأثر بالحقل الكهربائي
لا تتأثر.	تنحرف بتأثير القوة المغناطيسية بجهة معاكسة لجهة انحراف جسيمات ألفا.	تنحرف بتأثير القوة المغناطيسية.	التأثر بالحقل المغناطيسي



نشاط: قارن بين جسيم بيتا والبوزيترون من

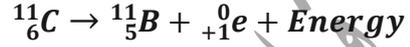
حيث موقع النواة التي تطلق كل منهما بالنسبة لحزام الاستقرار،
التأثر بالحقل الكهربائي.

يعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:



تطبيق (2): تتحول نواة الكربون المشع ${}^{11}_6\text{C}$ إلى نواة البور

المستقر بإطلاقها بوزيترون، أكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التحول.

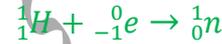


(3) الأسر الإلكتروني: يحدث في النوى التي تقع تحت

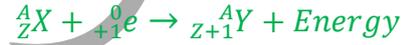
حزام الاستقرار، ولا تملك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون، حيث

تلتقط النواة إلكترونًا من السحابة الإلكترونية المحيطة بها ليرتبط

بروتون فيشكل نيوترون وفق المعادلة الآتية:



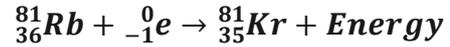
يعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:



تطبيق (3): تتحول نواة الروبيديوم Rb إلى نواة الكريبتون

${}^{81}_{36}\text{Kr}$ عندما تأسر أحد إلكترونات السحابة الإلكترونية المحيطة بها،

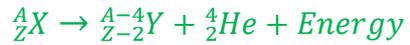
أكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول.



(4) التحول من النوع ألفا: يحدث في النوى التي يزيد

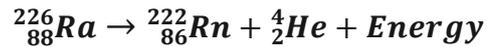
عددها الذري عن 83، حيث تطلق النواة جسيم ألفا

${}^4_2\text{He}$ ، ويعبر هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:

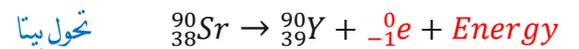
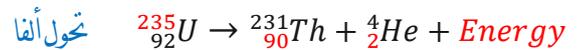


تطبيق (4): تتحول نواة الراديوم ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ إلى نواة الرادون Rn

بإطلاقها جسيم ألفا، أكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التحول.



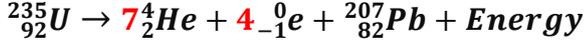
نشاط: أكمل التحولات النووية الآتية، ثم حدّد نوع كل منها:



3 أكتب المعادلة النووية الكلية.

$$235 = 4X + Y(0) + 207 \Rightarrow X = 7 \quad \text{(الحل: 1)}$$

$$92 = 2X - Y + 82 \Rightarrow Y = 2(7) + 82 - 92 = 4 \quad \text{(2)}$$



طاقة الارتباط: عند مقارنة كتلة نواة الهليوم ومجموع كتل مكوناتها

وهي حرة نلاحظ:

كتلة مكونات نواة الهليوم وهي حرة:

$$\text{كتلة البروتونات} = 2 \times 1.6726 \times 10^{-27} \text{Kg}$$

$$\text{كتلة النيوترونات} = 2 \times 1.6749 \times 10^{-27} \text{Kg}$$

$$m_1 = 6.695 \times 10^{-27} \text{Kg} \quad \text{الكتلة الكلية للنكليونات}$$

كتلة نواة الهليوم ومكوناتها متحدة:

$$m_2 = 6.4024 \times 10^{-27} \text{Kg}$$

كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة بسبب

تحول التماسك في الكتلة إلى طاقة منتشرة تعطى بعلاقة

$$\Delta E = \Delta m c^2 \quad \text{اينشتاين:}$$

تطبيق (6):

1) احسب الطاقة المنتشرة في أثناء تشكل نواة الهليوم ${}^4_2\text{He}$.

2) أستنتج قيمة طاقة الارتباط لنواة الهليوم.

الحل: مجموع كتل مكونات النواة هي:

$$m_1 = (2 \times 1.6726 \times 10^{-27}) + (2 \times 1.6794 \times 10^{-27}) \\ = 6.695 \times 10^{-27} \text{Kg}$$

وبالتالي قيمة نقصان الكتلة Δm :

$$\Delta m = m_2 - m_1$$

$$\Delta m = 6.4024 \times 10^{-27} - 6.695 \times 10^{-27}$$

$$= -0.2926 \times 10^{-27} \text{Kg}$$

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

$$\Delta E = -0.2926 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$= -2.6334 \times 10^{-11} \text{J}$$

• 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.

سلاسل النشاط الإشعاعي: تتحول النواة المشعة وفق عدة

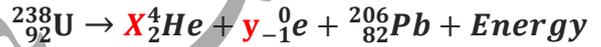
تحولات نووية متسلسلة لتصل إلى نواة مستقرة وفق سلسلة

تدعى سلسلة نشاط إشعاعي.

تطبيق (5): تتحول نواة اليورانيوم المشع ${}^{238}_{92}\text{U}$ إلى نواة الرصاص

المستقر ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ وفق سلسلة نشاط إشعاعي الممثل بالمعادلة

الآتية:



والمطلوب حساب:

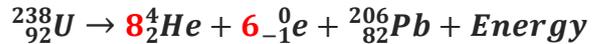
1) عدد التحولات من النوع ألفا X .

2) عدد التحولات من النوع بيتا y .

3) أكتب المعادلة النووية الكلية.

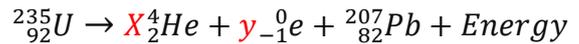
$$238 = 4X + Y(0) + 206 \Rightarrow X = 8 \quad \text{(الحل: 1)}$$

$$92 = 2X - Y + 82 \Rightarrow Y = 2(8) + 82 - 92 = 6 \quad \text{(2)}$$



نشاط: يتحول اليورانيوم المشع ${}^{235}_{92}\text{U}$ إلى الرصاص المستقر

${}^{207}_{82}\text{Pb}$ وفق سلسلة نشاط إشعاعي الممثل بالمعادلة الآتية:



والمطلوب حساب:

1) عدد التحولات من النوع ألفا X .

2) عدد التحولات من النوع بيتا y .

2) طاقة ارتباط النواة تساوي بالقيمة وتعاكس بإشارة الطاقة

$$\Delta E = +2.6334 \times 10^{-11} J \text{ المنتشرة}$$

نتيجة: عند فصل النواة إلى مكوناتها الأساسية من بروتونات

و نيوترونات يجب تقديم طاقة مساوية للطاقة المنتشرة في أثناء

تشكلها تسمى طاقة ارتباط النواة وهي مقدار موجب.

يتحول النقص في الكتلة إلى طاقة منتشرة تُعطى بعلاقة

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

اينشتاين:

حيث ΔE الطاقة وواحدتها J

Δm النقص في الكتلة وواحدتها Kg

C سرعة انتشار الضوء في الخلاء وتقدر ms^{-1}

نشاط: تشع الشمس طاقة مقدارها $38 \times 10^{27} J$ في كل

ثانية، احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال ثلاث دقائق

علماً أن $C = 3 \times 10^8 ms^{-1}$

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

الحل:

$$-38 \times 10^{27} \times 3 \times 60 = \Delta m (3 \times 10^8)^2$$

$$\Delta m = \frac{-38 \times 10^{27} \times 3 \times 60}{9 \times 10^{16}}$$

$$= -76 \times 10^{12} Kg$$

عمر النصف المادة المشعة: تحول نصف عدد نوى

التظير المشع وفق نشاط إشعاعي محدد إلى نوى عنصر

آخر خلال أزمئة متساوية تدعى عمر النصف للمادة المشعة.

$$N \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{4} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{8} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{16}$$

حيث (N) يمثل العدد الكلي للنوى

يُحسب عمر النصف للمادة المشعة من العلاقة: $t_{1/2} = \frac{t}{n}$

حيث t الزمن الكلي، n عدد مرات التكرار.

• يتعلّق عمر النصف بنوع المادة المشعة.

• لا يتعلّق عمر النصف بالحالة الفيزيائية أو الكيميائية أو الضغط أو

الحرارة.

تطبيق (7): إذا علمت أن عمر النصف لعنصر مشع 3 years

أحسب الزمن اللازم كي يصبح النشاط الإشعاعي

$\frac{1}{8}$ ما كان عليه.

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

الحل:

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

$$n = 3 \Rightarrow t = 3 \times 3 = 9 \text{ years}$$

تطبيق (8): يبلغ عدد النوى في عنصر مشع 16×10^5

وبعد زمن 150 s يصبح العدد 200000 نواة. المطلوب:

احسب $t_{1/2}$.

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

الحل:

$$16 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 8 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 4 \times 10^5 \xrightarrow{t_{1/2}} 2 \times 10^5$$

$$n = 3 \Rightarrow t_{1/2} = \frac{150}{3} = 50 \text{ s}$$

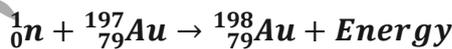
التفاعلات النووية: 1) تفاعلات الالتقاط: تحدث عندما تلتقط

النواة الفذيقة التي قذفت بها دون أن تنقسم.

تطبيق (9): عند قذف نواة الذهب بالتظير غير المشع $^{197}_{79}Au$

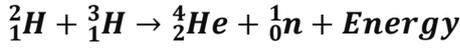
بنيوترون تحول إلى نواة الذهب بالتظير المشع أكتب المعادلة

النووية:



2) تفاعلات التناثر: تحدث عندما تحول النواة المقذوفة بجسيم

إلى عنصر جديد مُطلقة جسيم آخر.



• تعتمد هذه التفاعلات على اندماج النوى الخفيفة

فتشكل نواة أثقل تكون كتلتها أصغر من مجموع كتل

النوى المندمجة، وهذا التقص في الكتلة يتحول إلى طاقة.

• تحدث تفاعلات الاندماج نووي في النجوم، وتنتج مقدار

هائل من الطاقة، وينتشر ضوءها إلى مليارات

الكيلومترات.

اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) يتوقف عمر النصف للعنصر المشع على:

(a) كتلة العنصر المشع.

(b) الروابط الكيميائية للعنصر المشع.

(c) درجة حرارة العنصر المشع.

(d) نوع العنصر المشع.

2) تحدث في الشمس تفاعلات نووية من نوع:

(a) انشطار.

(b) اندماج.

(c) التقاط.

(d) تظافر.

3) من خاصيات أشعة غاما:

(a) تتأثر بالمجال الكهربائي.

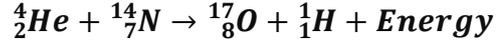
(b) تتأثر بالمجال المغناطيسي.

(c) تنتشر بسرعة الضوء.

(d) نفوذتها أقل من جسيمات بيتا.

تطبيق (10): عند قذف نواة التروجين بجسيم ألفا تتحول

إلى نواة الأكسجين مطلقة بروتون، أكتب المعادلة النووية المعبرة.



تطبيق (11): عند قذف نواة الزئبق ${}^{200}_{80}\text{Hg}$ بروتون تتحول

إلى نواة الذهب مطلقة جسيم ألفا، أكتب المعادلة النووية المعبرة

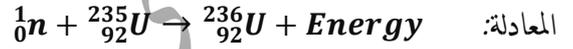
عن التفاعل النووي الحاصل، ثم حدّد نوعه.



تفاعل تظافر

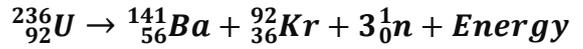
3) تفاعلات الانشطار النووي: عند قذف نواة اليورانيوم النظير

${}^{235}_{92}\text{U}$ بنيوترون بطيء تلتقط النواة النيوترون وفق



المعادلة: تنشط نواة اليورانيوم ${}^{236}_{92}\text{U}$ إلى نواتين متوسّطي الكتلة

وينطلق نيوترونات سريعة وفق المعادلة النووية:



نشاط: أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدّد نوعه:



تفاعل انشطار

ملاحظة: يرافق تفاعل الانشطار انطلاق نيوترونات سريعة وإذا

أمكن إبطاؤها يمكن لكل نيوترون أن يشطر نواة

جديدة من ${}^{235}_{92}\text{U}$ بعد التقاطه مما يؤدي إلى حدوث

تفاعل نووي متسلسل.

4) تفاعلات الاندماج النووية: تندمج نواتان خفيفتان أو

أكثر لتشكل نواة أثقل.

تطبيق (12): تندمج نواتا نظيري الهيدروجين الديتريوم ${}^2_1\text{H}$

والترتيوم ${}^3_1\text{H}$ لينتج نواة الهليوم ونيوترون، أكتب المعادلة النووية

المعبرة عن هذا التفاعل:

20 s (a) 30 s (b)

40 s (c) 60 s (d)

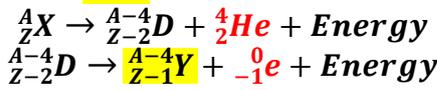
$$8 \times 10^{20} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} 4 \times 10^{20} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} 2 \times 10^{20} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} 1 \times 10^{20}$$

$$t = t_1 \times n \Rightarrow t_1 = \frac{t}{n} = \frac{120}{3} = 40 \text{ S}$$

9) تطلق نواة عنصر مشع ${}^A_Z X$ جسيم ألفا ثم تطلق النواة الناتجة جسيم بيتا، فنتج نواة.

${}^{A-4}_{Z-2} Y$ (b) ${}^{A-4}_{Z-3} Y$ (a)

${}^{A-4}_{Z-1} Y$ (d) ${}^{A-4}_{Z+3} Y$ (c)



10) نواة عنصر غير مستقرة تقع فوق حزام الاستقرار، للعودة إلى حزام الاستقرار، فإنها تطلق جسيم:

${}^0_{-1} e$ (a) ${}^0_1 e$ (b)

${}^1_0 n$ (c) ${}^1_1 H$ (d)

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1) يُعدّ النيوترون أفضل قذيفة نووية.

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

2) كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة.

الجواب: بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة منتشرة.

3) إطلاق النواة للبيوترون.

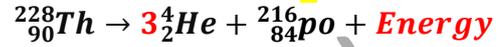
الجواب: بسبب تحول بروتون إلى نيوترون يستقر داخل

النواة فينتقل بوزيترون خارج النواة.

4) تتفكك نواة الثوريوم ${}^{228}_{90} Th$ بإطلاقها لجسيمات ألفا متحوّلةً

إلى نواة البولونيوم ${}^{216}_{84} Po$ فإن عدد جسيمات ألفا المنطلقة خلال هذا التحوّل يساوي:

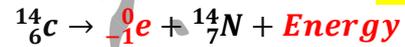
2 (a) 3 (b) 4 (c) 5 (d)



5) تحوّل نواة الكربون ${}^{14}_6 C$ إلى نواة النتروجين ${}^{14}_7 N$ وتطلق عندئذ:

(a) نيوترون. (b) بوزيترون.

(c) جسيم بيتا. (d) جسيم ألفا.



6) عند تحوّل نواة النتروجين ${}^{14}_7 N$ إلى نواة الكربون ${}^{14}_6 C$ فإن نواة النتروجين:

(a) تلتقط نيوترون وتطلق ألفا.

(b) تلتقط بروتون وتطلق نيوترون.

(c) تلتقط بوزيترون وتطلق نيوترون.

(d) تلتقط نيوترون وتطلق بروتون.



7) يبلغ عمر النصف لمادة مشعة 24 days وكتلتها 1 Kg

تكون نسبة ما تبقى منها بعد 72 days مساوية:

$\frac{1}{8}$ (a) $\frac{1}{4}$ (b) $\frac{1}{18}$ (c) $\frac{7}{8}$ (d)

$$t = t_1 \times n \Rightarrow n = \frac{t}{t_1} = \frac{72}{24} = 3$$

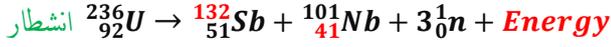
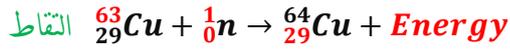
$$N \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{N}{2} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{N}{4} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{N}{8}$$

8) يبلغ عدد النوى في عينة مشعة 8×10^{20} وبعد

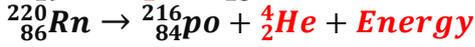
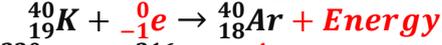
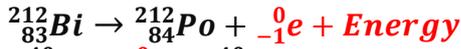
زمن قدره 120 S يصبح عدد النوى 10^{20} فيكون

عمر النصف لهذه المادة مساوياً:

3) أكمل كل من التفاعلات النووية الآتية، ثم حدّد نوع كل منها.

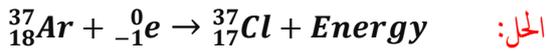


4) أكمل التحولات النووية الآتية:



5) تلتقط نواة عنصر الأروغون ${}_{18}^{37}\text{Ar}$ إلكترونًا من مدار

داخلي لها متحوّلة إلى نواة عنصر الكلور Cl اكتب المعادلة المعبرة عن هذا التحوّل النوويّ.



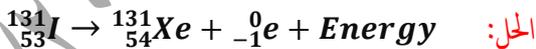
رابعاً: حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى: تتحوّل نواة اليود المشع ${}_{53}^{131}\text{I}$ إلى نواة

الكريبتون Xe مطلقةً جسيم بيتا، عند معالجة مرضى سرطان الغدّة الدرقيّة بجرعة منه، فإذا كان عمر النصف لليود المشع 8 days .

1) اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحوّل.

2) احسب النسبة المتبقية من اليود المشع بعد 24 days .



$$t = \frac{t_1}{2} \times n \Rightarrow n = \frac{24}{8} = 3$$

$$N \rightarrow \frac{t_1}{2} \frac{N}{2} \rightarrow \frac{t_1}{4} \frac{N}{4} \rightarrow \frac{t_1}{8} \frac{N}{8}$$

4) يرافق تفاعل الاندماج النوويّ انطلاق طاقة هائلة.

الجواب: بسبب النقص في الكتلة والذي يتحوّل إلى طاقة.

5) إطلاق النواة للإلكترونات المولفة لجسيمات بيتا.

الجواب: بسبب تحوّل نيوترون إلى بروتون يستقر داخل

النواة فينطلق جسيم بيتا خارج النواة.

6) عدم تأثر أشعة غاما بالحقل الكهربائيّ.

الجواب: لأنها أمواج كهرومغناطيسية عديمة الشحنة.

7) تأثر كل من جسيمات ألفا وجسيمات بيتا بالحقل

الكهربائيّ.

الجواب: لأن جسيمة ألفا تحمل شحنتين موجبتين

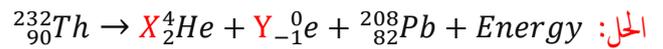
وجسيمة بيتا تحمل شحنة سالبة.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1) احسب عدد التحوّلات من النمط ألفا، وعدد التحوّلات

من النمط بيتا عند تحوّل نظير الثوريوم ${}_{90}^{232}\text{Th}$ المشع إلى

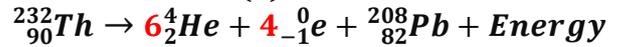
نظير الرصاص غير المشع ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ ثم اكتب المعادلة النووية الكلية.



$$232 = 4X + Y(0) + 208 \Rightarrow X = 6$$

$$90 = 2X - Y + 82$$

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



2) قارن بين جسيمات ألفا وبيتا من حيث النفوذية،

الشحنة، السرعة.

بيتا	ألفا	
تحمل شحنتين موجبتين	تحمل شحنة سالبة	الشحنة
نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات ألفا	نفوذيتها ضعيفة	النفوذية
0.9 C	0.05 C	السرعة بالنسبة لسرعة الضوء

تفكير ناقد: تستخدم بعض النظائر المشعة في علاج الأورام

السرطانية ما تفسرك لذلك؟

الحل: النظائر المشعة تطلق جسيمات مشحونة تدمر الحمض

النووي للخلايا السرطانية فتقتضي على الورم السرطاني.

----- انتهى البحث -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

المسألة الثانية: تنقص كتلة نواة الأكسجين ^{16}O عن

مكوناتها وهي حرّة بمقدار $-0.23 \times 10^{-27} \text{ Kg}$

احسب طاقة الارتباط لهذه النواة.

الحل: $\Delta E = \Delta m C^2$

$$\Delta E = -0.23 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$\Delta E = -2.07 \times 10^{-11} \text{ J}$$

طاقة ارتباط النواة تساوي بالقيمة وتعاكس بإشارة الطاقة

المنتشرة: $\Delta E = +2.07 \times 10^{-11} \text{ J}$

المسألة الثالثة: احسب عمر النصف لعنصر مشع في عينة منه،

إذا علمت أن الزمن اللازم ليصبح عدد النوى المشعة

في تلك العينة $\frac{1}{16}$ مما كان عليه يساوي 480 سنة.

الحل: $t = t_1 \times n$

$$N \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{N}{2} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{N}{4} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{N}{8} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{N}{16} \Rightarrow$$

$$n = 4 \Rightarrow 480 = t_1 \times 4$$

$$t_1 = 120 \text{ years}$$

المسألة الرابعة: احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال

72 min إذا كانت تشع طاقة مقدارها $38 \times 10^{27} \text{ J}$ في

كل ثانية .

الحل: $\Delta E = \Delta m C^2$

$$-38 \times 10^{27} \times 72 \times 60 = \Delta m (3 \times 10^8)^2$$

$$-38 \times 10^{27} \times 72 \times 60$$

$$\Delta m = \frac{9 \times 10^{16}}$$

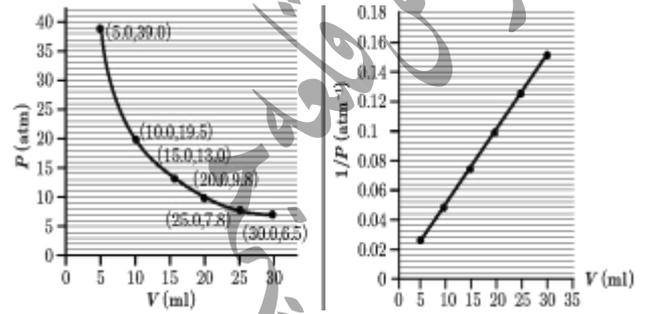
$$= -1824 \times 10^{12} \text{ Kg}$$

الغازات

قوانين الغاز:

(1) العلاقة بين حجم الغاز وضغطه (قانون بويل) :

- عندما يزداد الضغط المطبق على الغاز ينقص حجمه ويكون الضغط المطبق مساوياً لضغط الغاز.
- عدد مولات الغاز يبقى ثابتاً عند ضغطه.



- جداء حجم عينة من غاز في ضغطه مقدار ثابت

عند درجة حرارة ثابتة $PV = const$

- يتناسب حجم عينة من غاز عند درجة حرارة ثابتة عكساً مع ضغط ذلك الغاز.

$$PV = P_1V_1 = P_2V_2 = \dots = const$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \text{ قانون بويل}$$

تطبيق (1): ينطلق غاز NO_2 من عوادم السيارات ومصانع

الأسمدة، ويساهم في تشكيل الأمطار الحامضية، لدينا عينة

من غاز NO_2 حجمها $1.5 L$ عند الضغط $5.6 \times 10^3 Pa$

أحسب حجم الغاز عندما يصبح ضغطه $1.5 \times 10^4 Pa$ بثبات

درجة الحرارة.

الحل: من قانون بويل: $P_1V_1 = P_2V_2$

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{5.6 \times 10^3 \times 1.5}{1.5 \times 10^4} = 0.56L$$

نشاط: يحوي مكبس غاز حجمه $1L$ عند الضغط

النظامي احسب قيمة الضغط المطبق عليه ليصبح حجمه

$300ml$ مع بقاء درجة الحرارة ثابتة $175^\circ C$.

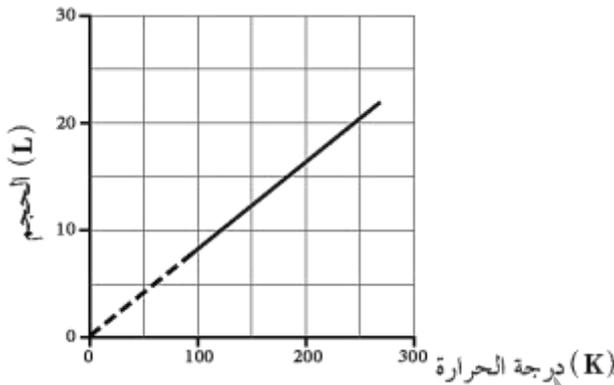
$$P_1V_1 = P_2V_2 \text{ الحل:}$$

$$1 \times 1 = P_2 \times 300 \times 10^{-3}$$

$$P_2 = \frac{1}{0.3} \approx 3.33 atm$$

(2) العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة:

(قانون شارل):



- نسبة حجم عينة من غاز إلى درجة حرارته مقدرة

$$\frac{V}{T} = const \text{ بالكيف ثابتة عند ضغط ثابت}$$

- يتناسب حجم عينة من غاز طرداً مع درجة حرارته

المطلقة عند ثبات ضغط الغاز.

$$\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots = const$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ قانون شارل}$$

تطبيق (2): يبلغ حجم عينة غاز $2.9L$ عند درجة الحرارة $17^\circ C$

وضغط ثابت احسب حجم الذي تشغله هذه العينة عند

تسخينها إلى الدرجة $38^\circ C$ وبقاء الضغط ثابت.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ قانون شارل الحل:}$$

$$V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1 = \frac{311}{290} \times 2.9 = 3.11 L$$

الجديد للغاز في العلبه إذا تركت في سيارة وارتفعت درجة حرارتها إلى 50°C في يوم حار (بإهمال تمدد العلبه).

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{360}{273+27} = \frac{P_2}{323}$$

$$\Rightarrow \frac{360}{300} = \frac{P_2}{323} \Rightarrow P_2 = \frac{360 \times 323}{300} = 387.6 \text{ KPa}$$

الحل:
(4) العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه:
قانون أفوغادرو):

- حجم مول واحد من أي غاز في الشراطين النظاميين (الضغط 1 atm ودرجة الحرارة 0°C) يساوي 22.4 L .

- يشغل مول واحد من أي غاز الحجم ذاته في الشرايط المتماثلة من الضغط والحرارة، ويدعى الحجم المولي V_{mol} .

$$V = V_{mol} \times n$$

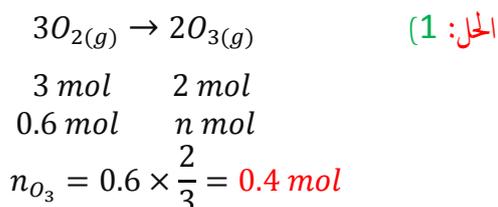
$$V_{mol} = \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \dots = \text{const}$$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \text{ قانون أفوغادرو}$$

تطبيق (4): عينة من غاز الأوكسجين (O_2) حجمها 12 L وعدد مولاتها 0.6 mol عند الضغط 1 atm ودرجة الحرارة 25°C فإذا تحول غاز الأوكسجين O_2 إلى غاز الأوزون O_3 عند الضغط ودرجة الحرارة ذاتها، المطلوب حساب:

(1) عدد مولات غاز الأوزون الناتج.

(2) حجم غاز الأوزون الناتج.



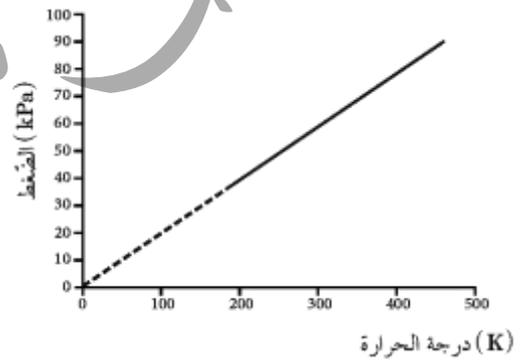
نشاط : يبلغ حجم عينة من غاز النيون 0.3 L عند الدرجة 330 K وضغط ثابت، تسخن هذه العينة إلى الدرجة 550 K مع بقاء الضغط ذاته. احسب حجم هذه العينة عندئذ.

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

$$\frac{0.3}{330} = \frac{V_2}{550} \Rightarrow V_2 = \frac{0.3 \times 550}{330} = 0.5 \text{ L}$$

الحل:
(3) العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة الحرارة:
(قانون غاي - لوساك):

- يزداد ضغط عينة من الغاز بزيادة درجة حرارتها عند حجم ثابت.



- نسبة ضغط عينة من غاز إلى درجة حرارته مقدرة بالكلفن ثابتة عند حجم ثابت. $\frac{P}{T} = \text{const}$
- يتناسب ضغط عينة من غاز طرداً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات حجم الغاز.

$$\frac{P}{T} = \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \dots = \text{const}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \text{ قانون غاي لوساك}$$

تطبيق (3): علبه معدنية تحوي غاز البوتان ، ضغطه 360 KPa عند درجة حرارة 27°C ، احسب قيمة الضغط

وفي جملة الواحدات الدولية:

$$R = \frac{10^5 \times 22.4 \times 10^{-3}}{1 \times 273}$$

$$R = 8.314 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

تطبيق (6): احسب ضغط عينة من غاز النروجين عدد

جزيئاتها 3.011×10^{23} في حوجة حجمها $3L$ عند الدرجة 27°C .

الحل: حساب عدد مولات غاز النروجين:

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد أفوكادرو}} = \frac{3.011 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}} = 0.5 \text{ mol}$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.5 \times 0.082 \times 300}{3}$$

$$P = 4.1 \text{ Pa}$$

$$d = \frac{m}{V} = \frac{m}{nRT} = \frac{P \cdot m}{nRT} = \frac{P \cdot M}{RT} \text{ كثافة الغاز:}$$

$$d = \frac{PM}{RT} \text{ كثافة الغاز وتقدر بالـ } g \cdot l^{-1}$$

ملاحظات: (1) عند تسخين الهواء داخل المنطاد تنقص كثافة الهواء تصبح أقل من كثافة الهواء المحيط به مما يؤدي إلى ارتفاعه.

(2) تتناسب كثافة الغاز طردياً مع ضغطه وكتلته المولية، وعكساً مع درجة حرارته.

تطبيق (7): غاز كثافته 0.0847 g/L عند درجة الحرارة 17°C

والضغط 1 atm أحسب الكتلة المولية لهذا الغاز.

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

الحل:

$$0.0847 = \frac{1 \times M}{0.082 \times 290} \Rightarrow M \approx 2.01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

نشاط: غاز هيدروكربوني كثافته $1.97 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ في

الشرطين النظاميين احسب كتلته المولية.

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

الحل:

$$M = \frac{d \cdot R \cdot T}{P} = \frac{1.97 \times 0.082 \times 273}{1} \approx 44.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

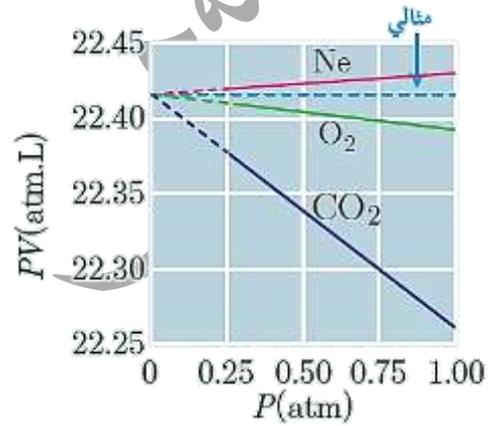
$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

(2)

$$V_2 = \frac{n_2}{n_1} V_1 = \frac{0.4}{0.6} \times 12 = 8 \text{ L}$$

الغاز المثالي: هو غاز تتوافر فيه الشروط الآتية:

- انعدام قوى التجاذب بين جزيئاته.
- حجم جزيئات الغاز مهملة بالنسبة لحجم الوعاء الذي يحويه.
- التصادمات بين جزيئات الغاز تصادمات مرنة.
- تتحرك جزيئات الغاز حركة عشوائية.



يلاحظ من الشكل أن غاز النيون يسلك سلوك غاز مثالي في حين يُعتبر غاز CO_2 يسلك سلوك غاز حقيقي.

(5) قانون الغازات العام: (معادلة الغاز المثالي)

$$PV = nRT$$

حيث R ثابت الغازات العام وفي عينة غازية يكون:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \dots = \frac{PV}{T} = nR$$

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

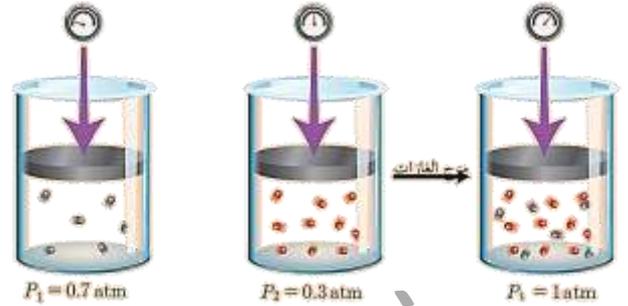
تطبيق (5): احسب قيمة R لمول واحد من غاز في

الشرطين النظاميين.

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1 \times 22.4}{1 \times 273}$$

الحل:

$$R = 0.082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$



قانون دالتون: الضغط الكلي لمزيج غازي

يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

نشاط: استنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج مكون من

ثلاثة غازات مختلفة بثبات درجة الحرارة والحجم.

الحل: أطبق قانون دالتون:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3$$

يعطى ضغط كل غاز وفق قانون الغازات العام:

$$P_1 = n_1 \frac{RT}{V}$$

$$P_2 = n_2 \frac{RT}{V}$$

$$P_3 = n_3 \frac{RT}{V}$$

$$P_t = n_1 \frac{RT}{V} + n_2 \frac{RT}{V} + n_3 \frac{RT}{V} + \dots$$

$$P_t = (n_1 + n_2 + n_3) \frac{RT}{V} \Rightarrow P_t = n_t \frac{RT}{V}$$

علاقة الضغوط الجزئية بالكسور المولية:

استنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج غازي بدلالة الكسر المولي.

$$P_1 = n_1 \frac{RT}{V} \text{ غاز: } P_1 = n_1 \frac{RT}{V}$$

$$P_t = n_t \frac{RT}{V} \text{ لمزيج: } P_t = n_t \frac{RT}{V}$$

انسب الضغط الجزئي إلى الضغط الكلي:

$$\frac{P_1}{P_t} = \frac{n_1 \frac{RT}{V}}{n_t \frac{RT}{V}} \Rightarrow \frac{P_1}{P_t} = \frac{n_1}{n_t}$$

تدعى النسبة $X_i = \frac{n_i}{n_t}$ بالكسر المولي لغاز.

$$P_i = X_i \cdot P_t$$

تطبيق (8): احسب الضغط الجزئي لغاز النروجين مقدراً

ب atm عند مستوى سطح البحر، إذا علمت أن نسبته

78% مجمل الغازات المكونة للهواء.

$$\text{الحل: } P_1 = X_1 P_t \Rightarrow P_t = \frac{78}{100} \times 1 = 0.78 \text{ atm}$$

قانون غراهام في الانتشار والتسرب:

عند رش كمية صغيرة من العطر في غرفة، ألاحظ انتشار

الرائحة في كامل أرجاء الغرفة، كيف أفسر ذلك؟

تنتشر الغازات في كل الاتجاهات بسبب الحركة العشوائية

لجزيئاتها تملأ الحيز الذي توجد فيه بشكل متجانس تقريباً.

قانون غراهام: نسبة سرعتي انتشار غازين في

وسط ضمن الشروط نفسها من ضغط ودرجة الحرارة

تناسب عكساً مع الجذر التربيعي لنسبة كتليهما المولية، ويعبر

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \text{ عنه بالعلاقة:}$$

v_1 سرعة انتشار الغاز الأول و v_2 سرعة انتشار الغاز الثاني.

M_1 الكتلة المولية للغاز الأول و M_2 الكتلة المولية للغاز الثاني.

نشاط: إذا وضعت عبوات من محلول حمض كلور الماء

المركز، ومحلول النشادر المركز بجانب بعضهما ثم نزع غطاء كل منهما

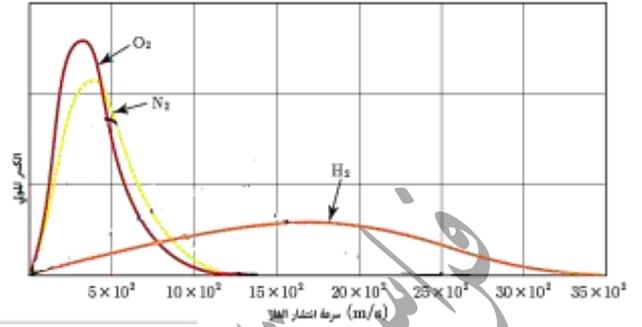
يلاحظ تشكل أبخرة بيضاء بالقرب من عبوة حمض كلور الماء

وهذا يعني انتشار جزيئات غازي كلور الهيدروجين

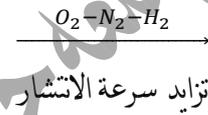
والنشادر خارج عبوتيهما، وتكوين ملح كلوريد الأمونيوم الأبيض

وفق التفاعل الآتي: $\text{HCl}_{(g)} + \text{NH}_3_{(g)} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(g)}$

تطبيق (9): الشكل المرسوم أدناه يمثّل سرعة انتشار بعض الغازات بدلالة الكسر المولي لكل منها.



لترتب هذه الغازات وفق تزايد سرعة انتشارها:



حيث تزايد سرعة انتشار الغاز كلما نقصت كتلته المولية وفق قانون غراهام.

نشاط: يستخدم غاز سداسي فلوريد اليورانيوم UF_6 في عمليات تخصيب الوقود النووي في المفاعلات النووية.

احسب نسبة سرعة انتشار غاز الهيدروجين H_2 إلى سرعة انتشار غاز سداسي فلوريد اليورانيوم UF_6 ، حيث:

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

الحل:

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

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

النظرية الحركية للغازات:

(1) تتحرك جزيئات الغاز بحركة عشوائية مستمرة وفق مسارات

مستقيمة ضمن الحجم الذي يشغله الغاز.

(2) يهمل حجم جزيئات الغاز مقابل حجم الغاز نتيجة تباعد

الجزيئات.

(3) تهمل قوى التأثير المتبادل بين جزيئات الغاز.

(4) ينتج ضغط الغاز نتيجة تصادم جزيئاته مع جدران الإناء الذي يحويه.

(5) لا يتغير متوسط الطاقة الحركية للجزيئات بمرور الزمن وتنقل الطاقة بين الجزيئات من خلال التصادمات بشرط بقاء درجة الحرارة ثابتة.

(6) تزداد الطاقة الحركية لجزيئات الغاز بازدياد درجة الحرارة.

تطبيق (10): يُحضّر مزيج غازي مؤلف من 5% بوتان و 95% أرجون، بملء وعاء ممتلئ من الهواء حجمه 16.4 L بغاز البوتان ثم نضيف غاز الأرجون بحيث يحقق النسبة السابقة حتى يصبح الضغط $1atm$ ودرجة الحرارة $127^\circ C$ والمطلوب:

(1) كتلة غاز الأرجون في المزيج السابق عند درجة الحرارة $127^\circ C$.

(2) الضغط الكلي للمزيج النهائي.

الحل: (1)

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT}$$

$$n_{\text{بوتان}} = \frac{1 \times 16.4}{0.082 \times 400} = 0.5 \text{ mol}$$

كل 100 molL يحوي 5 molL بوتان و 95 molL أرجون

وكل 0.5 molL بوتان n molL أرجون

وبالتالي: $n = \frac{95 \times 0.5}{5} = 9.5 \text{ mol}$ أرجون وبالتالي:

$$m_{\text{أرجون}} = n \times M = 9.5 \times 40 = 380 \text{ g}$$

(2) الضغط الكلي يساوي مجموع الضغوط الجزئية في

المزيج:

$$P_t = (n_{\text{بوتان}} + n_{\text{أرجون}}) \frac{RT}{V}$$

$$P_t = (0.5 + 9.5) \frac{0.082 \times 400}{16.4} = 20 \text{ atm}$$

اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) يحوي وعاء مغلق حجمه $18L$ يحوي غاز الأرغون عند الدرجة $360K$ والضغط $2atm$ ، فيكون عدد مولات الغاز مساوياً:

(a) $0.012mol$ (b) $1.21mol$

(c) $0.82mol$ (d) $83.12mol$

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{2 \times 18}{0.082 \times 360} = 1.21mol$$

2) يزداد ضغط غاز موجود في وعاء مغلق عند:

(a) زيادة حجم الوعاء .

(b) زيادة عدد الجزيئات .

(c) نقصان درجة الحرارة .

(d) تغيير نوع الغاز .

3) أكبر قيمة لضغط الغاز بثبات درجة الحرارة في وعاء إذا كان:

(a) حجمه $22.4L$ يحوي مول واحد من الغاز .

(b) حجمه $22.4l$ يحوي مولين من الغاز .

(c) حجمه $11.2l$ يحوي مولين من الغاز .

(d) حجمه $11.2l$ يحوي مول واحد من الغاز .

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{n}{V} RT$$

وبالتالي الضغط أكبر ما يمكن عندما تكون النسبة $\frac{n}{V}$ أكبر ما يمكن .

4) تشغل عينة غازية حجماً قدره $30ml$ عند الدرجة $27^\circ C$

وضغط ثابت إذا سخنت العينة إلى الدرجة $50^\circ C$ يصبح

حجمها مساوياً :

(a) $60 ml$ (b) $27.5 ml$

(c) $15 ml$ (d) $32.3 ml$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{30 \times 323}{300} = 32.3 ml$$

5) مزيج غازي يحتوي على $2mol$ من

النروجين و $4mol$ من الأكسجين عند ضغط

$0.98 atm$ إذا استبدل المزيج بـ $6mol$ من الأكسجين

تكون قيمة الضغط الناتج.

(a) $0.32 atm$ (b) $0.394 atm$

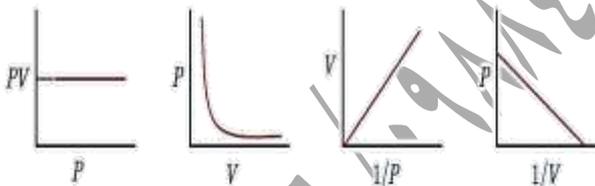
(c) $0.65 atm$ (d) $0.98 atm$

بما أن عدد المولات الكلية لم يتغير لذا لا يتغير الضغط .

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1) أي من الخطوط البيانية الآتية لا يمثل قانون بويل

بفرض ثبات درجة الحرارة وعدد المولات؟ فسر إجابتك.



الحل: الخط البياني a لا يمثل قانون بويل لأن ميل المستقيم

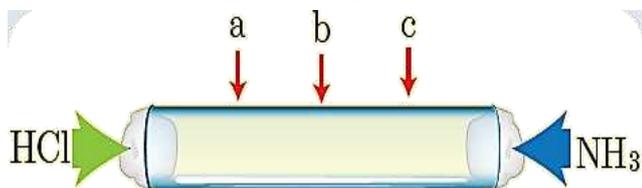
سالِب و يجب أن يكون الخط البياني مستقيم مع ميل

موجب بدءاً من الصفر حيث $PV = const$ والخطوط

الثلاث البقية صحيحة .

2) ميلاً أنبوب زجاجي طوله $1m$ بغاز الأرغون عند الضغط

$1atm$ ويغلق طرفيه بالقطن كما في الشكل:



المدد مع برادة الحديد، فإذا كان حجم المنطاد في

الشرطين النظاميين $4800 m^3$ ونسبة غاز

الهيدروجين المتسرب خلال عملية الملاء 20% المطلوب:

(1) اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

(2) احسب كتلة الحديد المستخدم.

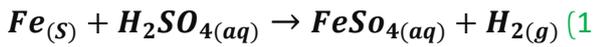
(3) احسب كتلة حمض الكبريت.

الحل: يتسرب 20% ويبقى 80% وبالتالي:

لملاء 80% يجب ضخ $100m^3$

لملاء $4800 m^3$ يجب ضخ Vm^3

$$V = \frac{4800 \times 100}{80} = 6 \times 10^3 m^3 = 6 \times 10^6 L$$



$$\begin{array}{ccc} 56g & 98g & 22.4 L \\ m_1 g & m_2 g & 6 \times 10^6 L \end{array}$$

$$m_1 = \frac{56 \times 6 \times 10^6}{22.4} = 15 \times 10^6 g \quad (2)$$

$$m_2 = \frac{98 \times 6 \times 10^6}{22.4} = 26.25 \times 10^6 g \quad (3)$$

المسألة الثانية: يمثل الشكل المجاور حوجلتين متماثلتين

متصلتان ببعضهما بصمام تحوي الحوجلة الأولى غاز

النشادر NH_3 كتلته $8.5g$ بينما تحوي الحوجلة الثانية غاز كلور

الهيدروجين HCl وكتلته $7.3g$ فإذا علمت أن حجم كل

حوجلة $2L$ ودرجة حرارتهما $27^\circ C$.



7.3g

2L

$27^\circ C$

8.5 g

2L

$27^\circ C$

عند فتح الصمام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلور الهيدروجين

وينتج ملح كلوريد الامونيوم الصلب والمطلوب:

يضخ غاز HCl من أحد طرفيه وغاز NH_3 من الطرف

الأخر في الوقت ذاته فيتفاعل الغازان ضمن الأنبوب

الزجاجي ليتكون ملح NH_4Cl الصلب في أي نقطة

a أو b أو c توقع أن يتكون هذا الملح ولماذا؟

علماً أن: (N=14 , H=1 , Cl=35.5)

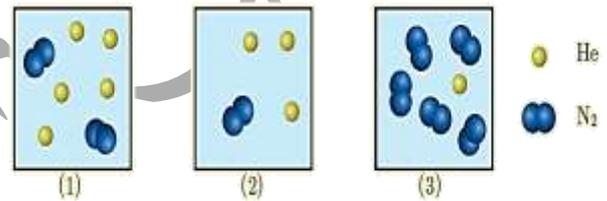
الحل: يتكون ملح كلوريد الامونيوم في النقطة a أي من

الجهة الأقرب HCl لأن سرعة انتشار غاز النشادر أكبر من

سرعة انتشار غاز كلور الهيدروجين وذلك لأن الكتلة المولية

للنشادر أصغر من الكتلة المولية لغاز كلور الهيدروجين.

(3) يحتوي الشكل الآتي عينات غازية:



إذا علمت أن هذه العينات موجودة عند نفس درجة الحرارة،

رتب هذه العينات حسب:

(1) تزايد الضغط الكلي. (2) تزايد الضغط الجزئي 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 3 ثم الشكل 2 فالشكل 1.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: منطاد مليء بغاز الهيدروجين يستخدمه

مستكشف ليصل به إلى القطب الشمالي وقد حصل

على غاز الهيدروجين من خلال تفاعل حمض الكبريت

$$= \frac{3.2 \times 10^3 \times 0.082 \times 300}{16 \times 24.6 \times 10^3} = 0.2 \text{ atm}$$

$$P_{C_2H_6} = \frac{m_{C_2H_6} RT}{M_{C_2H_6} V}$$

$$= \frac{18 \times 10^3 \times 0.082 \times 300}{30 \times 24.6 \times 10^3} = 0.6 \text{ atm}$$

$$P_{C_3H_8} = \frac{m_{C_3H_8} RT}{M_{C_3H_8} V}$$

$$= \frac{8.8 \times 10^3 \times 0.082 \times 300}{44 \times 24.6 \times 10^3} = 0.2 \text{ atm}$$

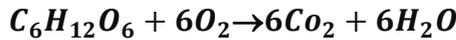
$$P_t = P_{CH_4} + P_{C_2H_6} + P_{C_3H_8} + P_x$$

$$P_x = 1.1 - (0.2 + 0.6 + 0.2) = 0.1 \text{ atm}$$

$$n_x = \frac{P_x V}{RT} = \frac{0.1 \times 24.6 \times 10^3}{0.082 \times 300} = 100 \text{ mol}$$

المسألة الرابعة: يستمد جسم الإنسان الطاقة اللازمة للقيام بوظائفه

الحيوية من تأكسد سكر العنب $C_6H_{12}O_6$ وفق المعادلة الآتية:



تتقل كريات الدم الحمراء نواتج التفاعل إلى الرئتين ، ثم يخرج

CO_2 على شكل غاز بعملية الزفير، والمطلوب حساب:

(1) حجم غاز CO_2 المنطلق نتيجة أكسدة 0.9 Kg من سكر

العنب في جسم الإنسان، عند درجة الحرارة $37^\circ C$

والضغط 0.93 atm .

(2) احسب ضغط غاز الأوكسجين الذي حجمه 0.6 L

اللازم لأكسدة 3 g من سكر العنب عند درجة الحرارة 300 K .



$$\begin{array}{cc} 180 \text{ g} & 6 \text{ mol} \\ 900 \text{ g} & n \text{ mol} \end{array}$$

$$n_{CO_2} = \frac{6 \times 900}{180} = 30 \text{ mol}$$

$$V_{CO_2} = \frac{n_{CO_2} RT}{P} = \frac{30 \times 0.082 \times 310}{0.93} = 820 \text{ L}$$



$$\begin{array}{cc} 180 \text{ g} & 6 \text{ mol} \\ 3 \text{ g} & n \text{ mol} \end{array}$$

$$n_{O_2} = \frac{6 \times 3}{180} = 0.1 \text{ mol}$$

$$P = \frac{n_{O_2} RT}{V_{O_2}} = \frac{0.1 \times 0.082 \times 300}{0.6} = 4.1 \text{ atm}$$

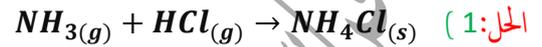
(1) أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل.

(2) بين حسابيًا ما هو الغاز المتبقي بعد نهاية التفاعل؟

(3) احسب الضغط بعد نهاية التفاعل (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم

الصلب المتشكل)؟

(4) احسب كتلة ملح كلوريد الأمونيوم الناتج؟ ($N=14, H=1, Cl=35.5$)



(2) عدد مولات غاز النشادر: $n_{NH_3} = \frac{8.5}{17} = 0.5 \text{ mol}$

عدد مولات غاز كلور الهيدروجين: $n_{HCl} = \frac{7.3}{36.5} = 0.2 \text{ mol}$

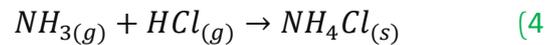
بما أن عدد مولات غاز النشادر أكبر من عدد مولات غاز

كلور الهيدروجين فالنشادر هو الغاز المتبقي بعد انتهاء التفاعل.

(3) بما أن نسبة التفاعل مول من كل غاز فإن عدد المولات

المتبقي هو: $n_{NH_3} = 0.5 - 0.2 = 0.3 \text{ mol}$

$$P_{NH_3} = \frac{n_{NH_3} RT}{V} = \frac{0.3}{4} \times 0.082 \times 300 = 1.845 \text{ atm}$$



$$\begin{array}{cc} 1 \text{ mol} & 53.5 \text{ g} \\ 0.2 \text{ mol} & y \text{ g} \end{array}$$

$$y = \frac{0.2 \times 53.5}{1} = 10.7 \text{ g}$$

المسألة الثالثة: مزيج غازي في وعاء حجمه 24.6 m^3

يحتوي على 3.2 Kg من غاز الميثان CH_4 و

18 Kg من غاز الإيثان C_2H_6 ، و 8.8 Kg من غاز

البروبان C_3H_8 وكمية من غاز مجهول، فإذا علمت أن

الضغط الكلي للوعاء 1.1 atm عند الدرجة $27^\circ C$ والمطلوب:

احسب عدد مولات الغاز المجهول.

$$PV = nRT$$

الحل:

$$P_{CH_4} = \frac{m_{CH_4} RT}{M_{CH_4} V}$$

التفكير الناقد: يصل مدى الصوت في الأماكن الباردة إلى مسافات بعيدة جداً في حين تناقص المسافة التي يصلها إذا ارتفعت درجة الحرارة فسر ذلك.

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

----- انتهى البحث -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التليغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

سرعة التفاعل الكيميائي

تصنيف التفاعلات الكيميائية:

تصنف التفاعلات الكيميائية من حيث السرعة إلى:

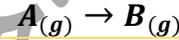
تفاعلات سريعة: احتراق غاز البوتان

تفاعلات بطيئة: صدأ الحديد

تفاعلات بطيئة جداً: تشكل النفط والغاز.

سرعة التفاعلات الكيميائية:

يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية في وعاء حجمه 1L



الزمن (s)	A (mol)	B (mol)
0	1.00	0
20	0.54	0.46
40	0.30	0.70
80	0.00	1.00

والمطلوب اعتماداً على النتائج المدونة في الجدول:

(1) احسب تركيز كل من المادتين A و B عند الأزمنة

(0_20_40).

(2) احسب تغير تراكيز كل من المادتين A و B خلال تغير

الزمن من (0 ← 20) و (20 ← 40) ماذا أستنتج؟

(3) أمثل بيانياً تغير تراكيز كل من المادتين A و B خلال

سير التفاعل.

(الحل: 1)

الزمن (S) 40 20 0

0.30	0.54	1.00	تركيز المادة A (molL ⁻¹)
0.70	0.46	0	تركيز المادة B (molL ⁻¹)

(2) تغير تركيز المادة A خلال الزمن من (0 ← 20):

$$\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{[A]_2 - [A]_1}{t_2 - t_1} = \frac{0.54 - 1}{20 - 0} = -0.023 \text{ mol.L}^{-1}\text{S}^{-1}$$

تغير تركيز المادة A خلال الزمن من (20 ← 40):

$$\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{[A]_3 - [A]_2}{t_3 - t_2} = \frac{0.3 - 0.54}{40 - 20} = -0.012 \text{ mol.L}^{-1}\text{S}^{-1}$$

نلاحظ أن قيمة تغير تراكيز المواد المتفاعلة بالنسبة لتغير

الزمن سالبة لأن التراكيز في تناقص مستمر.

تغير تركيز المادة B خلال الزمن من (0 ← 20):

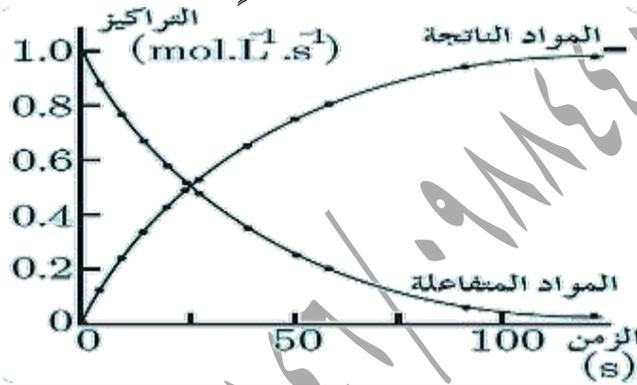
$$\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{[B]_2 - [B]_1}{t_2 - t_1} = \frac{0.46 - 0}{20 - 0} = 0.023 \text{ mol.L}^{-1}\text{S}^{-1}$$

تغير تركيز المادة B خلال الزمن من (20 ← 40):

$$\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{[B]_3 - [B]_2}{t_3 - t_2} = \frac{0.7 - 0.46}{40 - 20} = 0.012 \text{ mol.L}^{-1}\text{S}^{-1}$$

نلاحظ أن قيمة تغير تراكيز المواد الناتجة بالنسبة لتغير الزمن

موجبة لأن التراكيز في تزايد مستمر.



(ملاحظات: 1) يعبر تغير تركيز المادة A بتغير الزمن عن

السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A، ويرمز لها $v_{(avg)A}$.

يعبر تغير تركيز المادة B بتغير الزمن عن السرعة الوسطية

لتشكل المادة B، ويرمز لها $v_{(avg)B}$.

(2) السرعة الوسطية لاستهلاك المادة (A) المتفاعلة:

$$v_{(avg)A} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$$

والسرعة الوسطية لتشكل المادة (B) الناتجة:

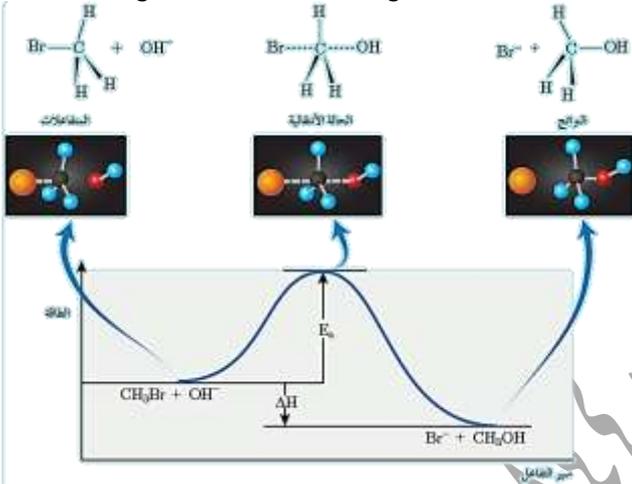
$$v_{(avg)B} = +\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

حتى يكون التصادم فعالاً لا بد من توافر شرطين:

- (1) أن تأخذ دقائق المواد المتفاعلة وضعا فراغياً مناسباً.
- (2) أن تمتلك دقائق المواد المتفاعلة الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل (طاقة التنشيط).

نشاط: ألاحظ المخطط المعبر عن تغير الطاقة خلال سير

التفاعل ، وأحدد المراحل التي يمر بها التفاعل الآتي:



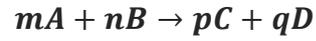
تمر التفاعلات الكيميائية التي تحتاج إلى طاقة تنشيط بالمرحلة الآتية:

- (1) إضعاف روابط جزيئات المواد المتفاعلة.
 - (2) تشكل الحالة الانتقالية أو ما يسمى المعقد النشط.
 - (3) تفكك المعقد النشط، وتشكل النواتج.
- والمعقد النشط: مركب مرحلي غير ثابت يتشكل أثناء، ولا يمكن فصله من المزيج التفاعلي.
- وطاقة التنشيط: هي الحد الأدنى من الطاقة الواجب توافرها لوصول طاقة المواد المتفاعلة إلى الحالة الانتقالية.
- وتتعلق طاقة التنشيط بطبيعة المواد المتفاعلة.

(3) بسبب تساوي عدد المولات لكل منهما يُعبر عن سرعة

$$v_{(avg)} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

تعميم: في وسط متجانس لدينا التفاعل الكيميائي العام:



حيث: (n. m. q. p) عدد المولات في المعادلة الموزونة

فتكون علاقة السرعة الوسطية لتفاعل كيميائي:

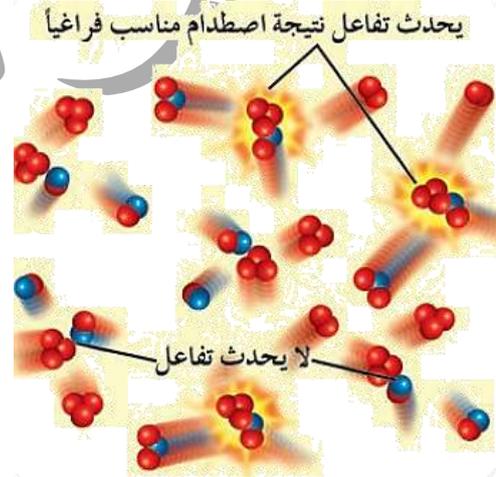
$$v_{(avg)} = -\frac{1}{m} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{n} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{p} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{q} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

$$v_{(avg)} = \frac{1}{m} v_{(avg)A} = \frac{1}{n} v_{(avg)B} = \frac{1}{p} v_{(avg)C} = \frac{1}{q} v_{(avg)D}$$

حيث وحدة قياس سرعة التفاعل الكيميائي $\text{mol.L}^{-1}.\text{S}^{-1}$

مراحل حدوث التفاعل الكيميائي:

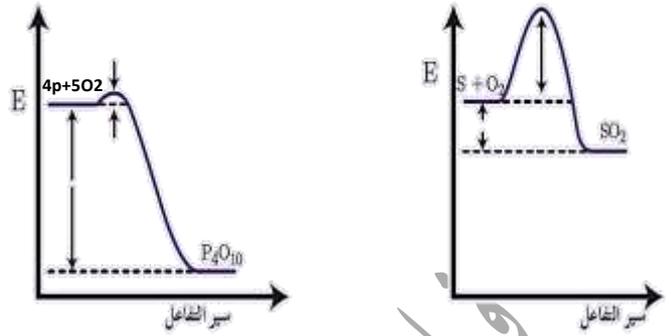
نظرية التصادمات:



تقوم نظرية التصادم على فرضيتين:

- (1) لحدوث تفاعل كيميائي يجب أن تصادم دقائق المواد المتفاعلة (جزيئات أو ذرات أو أيونات) مع بعضها.
- (2) التصادم شرط لازم وغير كافٍ لحدوث التفاعل، حيث يوجد تصادمات فعالة وأخرى غير فعالة.

نشاط: ألاحظ المخططين البيانيين الآتيين :



يحتاج تفاعل الكبريت مع الأوكسجين طاقة تنشيط أكبر بينما تفاعل الفوسفور مع الأوكسجين يحتاج طاقة تنشيط أقل وهذا فهو التفاعل الأسرع ولذلك لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تساوي أو تزيد عن طاقة التنشيط يكون أكبر.

• التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة

تكون سريعة، لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون كبيراً.

• التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط كبيرة تكون

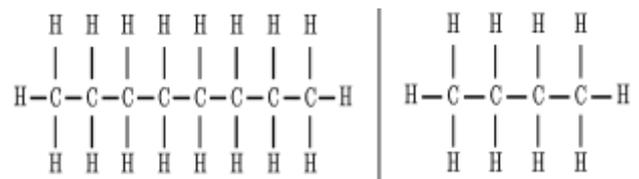
بطيئة، لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون صغيراً.

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي:

تؤثر في سرعة التفاعل مجموعة من العوامل:

(1) طبيعة المواد المتفاعلة: سرعة احتراق البنزات أكبر من

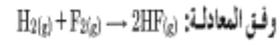
سرعة احتراق الأوكتان لأن عدد الروابط C-C و C-H أقل



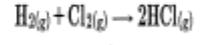
الأوكتان (المكون الأساسي للوقود المستخدم في السيارات)

غاز البنزات (المكون الأساسي للوقود المستخدم في أسطوانات الغاز المنزلية)

يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الفلور بسرعة كبيرة تصل إلى حد الانفجار في الدرجة العادية من الحرارة وفق المعادلة:



يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الكلور ببطء في الدرجة العادية من الحرارة وفق المعادلة:



ما سبب اختلاف سرعتي التفاعلين السابقين؟ علماً أن:

$$\Delta H_b(\text{H}-\text{H}) = 435 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}, \Delta H_b(\text{Cl}-\text{Cl}) = 243 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}, \Delta H_b(\text{F}-\text{F}) = 156.9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

تتعلق سرعة التفاعل بطبيعة المواد المتفاعلة و تزداد سرعة التفاعل

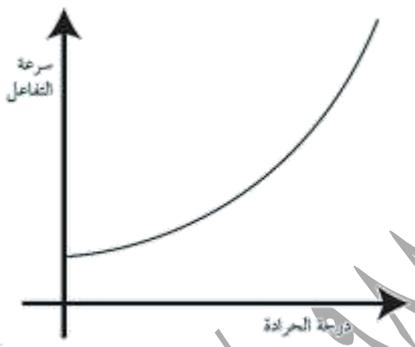
الكيميائي كلما قلت قيمة طاقة روابط المواد المتفاعلة.

(2) درجة الحرارة: تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة عدد

الجزيئات التي تمتلك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط

فيزداد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل.

نتيجة: تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة.

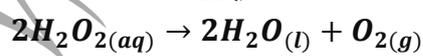


(3) تأثير الوسيط: تحفظ الأغذية المعلبة لفترة زمنية طويلة دون

أن تفسد بسبب إضافة مواد حافظة إليها تبطئ سرعة

تفاعل تحللها.

نشاط: يتفكك الماء الأوكسجيني وفق المعادلة:



تزداد سرعة تفكك الماء الأوكسجيني عند إضافة حفاز

(أيونات البروم Br^- في وسط حمضي).

بحث سرعة التفاعل الكيميائي

ملاحظات: (1) الوسيط: مادة تُغيّر من سرعة التفاعل

الكيميائي القابل للحدوث دون أن يتغيّر تركيبها الكيميائي في نهاية التفاعل.

(2) يُقسّم الوسيط إلى مسرّع للتفاعل يُدعى حفّاز ومُبطئ للتفاعل يُدعى مُبطئ.

(3) يعمل الحفّاز على تغيير آلية حدوث التفاعل حيث يخفض طاقة تنشيطها إلى طاقة أقل من طاقة تنشيط التفاعل الأصلي.

(4) تأثير التركيز: تميّز نوعين من التفاعلات:

تفاعلات متجانسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والمواد الناتجة



في هذه الحالة تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز الهيدروجين أو الكلور أو كليهما.

تفاعلات غير متجانسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في أطوار مختلفة.

يتفاعل حمض كلور الماء مع قطعة من كربونات الكالسيوم وفق المعادلة الآتية:



كيف يمكن زيادة سرعة هذا التفاعل؟

تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز حمض كلور الماء أو تحويل قطعة

كربونات الكالسيوم إلى مسحوق فيزداد سطح كربونات الكالسيوم المعرض للتفاعل.

ملاحظة: المواد الصلبة والسائلة الصرفة ذات تركيز ثابت لأنّ

تغيّر عدد المولات يؤدي لتغيّر الحجم والعكس صحيح

فتبقى نسبة عدد المولات إلى الحجم (التركيز) ثابتة.

إعداد المدرس : فراس قلعه جي

نشاط: تزداد سرعة احتراق الصوف المعدني بزيادة تركيز الأوكسجين النقي.



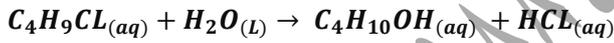
نشاط: يتفاعل حمض الكبريت الممدّد مع قطعة حديد اقترح طريقتين لزيادة سرعة هذا التفاعل.

الحل: زيادة تركيز الحمض أو استخدام برادة الحديد بدلاً من قطعة الحديد (زيادة سطح التماس).

قانون سرعة التفاعل اللحظية:

(1) حساب السرعة اللحظية بيانياً:

يتفاعل 1- كلورو البوتان مع الماء وفق المعادلة الآتية:



يبين الجدول تركيز 1- كلورو البوتان خلال لحظات محدّدة من زمن سير التفاعل:

الزمن (s)	[C ₄ H ₉ Cl] mol l ⁻¹
0.00	0.10
100	0.08
200	0.06
300	0.05
400	0.04
500	0.03
800	0.02
1000	0

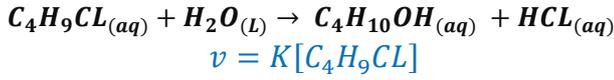
ارسم المنحني البياني لتغيّر تركيز كلورو البوتان بدلالة

تغيّر الزمن وأحسب ميل المماس عند كل من اللحظتين

$$t = 600 S . t = 0 S$$

تطبيق: أكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية لكل من

التفاعلات الأوتية الآتية:



لم ندخل تركيز الماء في عبارة سرعة التفاعل لأنه (مُحلّ)

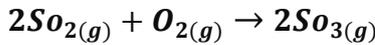
وتركيته ثابت .



$$v = K[HCl]^2$$

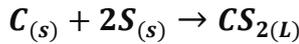
تم استبعاد تركيز كربونات الكالسيوم لأنه صلب تركيزه ثابت وتم رفع

قيمة التركيز للأس 2 لأن الأمثال المولية تساوي 2.



$$v = [SO_2]^2[O_2]$$

كلًا من ثنائي أكسيد الكبريت والأكسجين غاز وتعلّق السرعة بتغير تركيزهما .



$$v = k$$

تفاعل من الرتبة صفر، لا تتعلّق بتركيز كل من الكربون والكبريت (مواد صلبة).

رتبة التفاعل: يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:



قيست السرعة الابتدائية لهذا التفاعل بدلالة تراكيز المواد المتفاعلة وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

رقم التجربة	[A]	[B]	سرعة التفاعل
1	0.1	0.1	4×10^{-5}
2	0.1	0.2	4×10^{-5}
3	0.2	0.1	16×10^{-5}

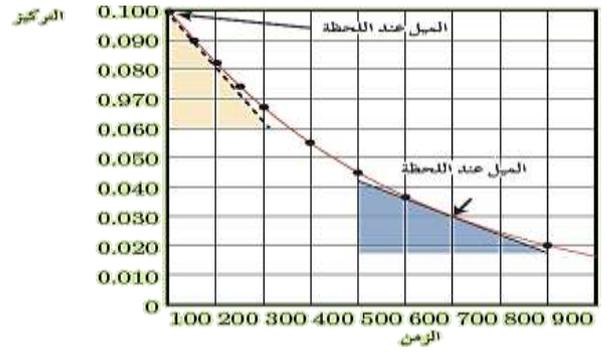
اعتمادًا على الجدول السابق وبفرض عبارة سرعة التفاعل:

$$v = K[A]^X \cdot [B]^Y$$

(1) استنتج قيمة كل من (X, Y).

(2) أكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية، وأستنتج رتبته.

(3) احسب ثابت سرعة التفاعل.



عند بداية التفاعل $t = 0s$

$$\text{ميل المماس} = \frac{0.06 - 0.1}{200 - 0} = -2 \times 10^{-4} \text{mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

في اللحظة $t = 600s$

$$\text{ميل المماس} = \frac{0.017 - 0.042}{800 - 400} = -6.25 \times 10^{-5} \text{mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

ملاحظات: (1) تمثّل قيمة ميل المماس عند لحظة محدّدة قيمة

السرعة اللحظية للتفاعل.

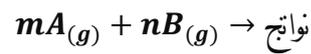
(2) لحساب السرعة اللحظية يقاس تغير التركيز خلال أزمنة صغيرة

جدًا ليصبح قانون السرعة للمواد المتفاعلة $v = -\frac{dc}{dt}$ وللمواد

$$\text{الناجئة} \quad v = +\frac{dc}{dt}$$

(2) حساب السرعة اللحظية رياضياً: يحدث عند درجة حرارة

ثابتة التفاعل الكيميائي الممثل بالمعادلة الكيميائية الآتية:



في التفاعل الأولي تتناسب سرعة التفاعل اللحظية طردًا مع

جداً تراكيز المواد المتفاعلة مرفوع كل منها لأس يساوي عدد

الأمثال التفاعلية (عدد المولات).

$$v \sim [A]^m \times [B]^n \Rightarrow$$

$$v = K[A]^m \times [B]^n$$

[A], [B] تراكيز تراكيز المواد المتفاعلة واحدها mol.L^{-1} .

v سرعة التفاعل اللحظية واحدها $\text{mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$.

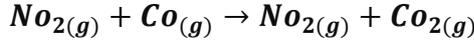
K ثابت سرعة التفاعل وتعلّق قيمته بطبيعة المواد المتفاعلة ودرجة

الحرارة.

(5) سرعة التفاعل في التفاعلات ذات الرتبة صفر تتحدّد

بمجموعة من العوامل: مساحة سطح التماس أو الحفاز.

نشاط: يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:



وكانت النتائج لقياس سرعة التفاعل الابتدائية في عدة تجارب

بتركيز مختلفة على الشكل:

تجربة	$[No_2]$ $mol.L^{-1}s^{-1}$	$[Co]$ $mol.L^{-1}$	v ($mol.L^{-1}s$)
1	0.1	0.1	0.0021
2	0.2	0.1	0.0084
3	0.2	0.2	0.0084

(المطلوب: 1) اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية واستنتج رتبته.

(2) احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل.

$$v = K[No_2]^X \cdot [Co]^y \quad \text{(الحل: 1)}$$

لاستنتاج رتبة التفاعل نعوض في نتائج التجربة الأولى:

$$0.0021 = K(0.1)^X \cdot (0.1)^y$$

نعوض في نتائج التجربة الثانية:

$$0.0084 = K(0.2)^X \cdot (0.1)^y$$

نقسم عبارة السرعة 2 على عبارة السرعة 1

$$\frac{0.0084}{0.0021} = \frac{K(0.2)^X \cdot (0.1)^y}{K(0.1)^X \cdot (0.1)^y}$$

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

نعوض في نتائج التجربة الثالثة:

$$0.0084 = K(0.2)^X \cdot (0.2)^y$$

نقسم عبارة السرعة 3 على عبارة السرعة 2

$$\frac{0.0084}{0.0021} = \frac{K(0.2)^X \times (0.2)^y}{K(0.2)^X \times (0.1)^y}$$

$$4 = (2)^y \Rightarrow y = 0$$

تكون رتبة التفاعل: $v = K[No_2]^2 \times [Co]^0$

$$v = K[No_2]^2$$

$$0.0021 = K(0.1)^2 \Rightarrow \quad (2)$$

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

(الحل: 1) أعوض قيم التجربة الأولى:

$$v_1 = 4 \times 10^{-5} = K[0.1]^x [0.1]^y$$

أعوض قيم التجربة الثانية:

$$v_2 = 4 \times 10^{-5} = K[0.1]^x [0.2]^y$$

أعوض قيم التجربة الثالثة:

$$v_3 = 4 \times 10^{-5} = K[0.2]^x [0.1]^y$$

أقسم (1) على (2) وأختصر:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{4 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-5}} = \frac{K[0.1]^x [0.1]^y}{K[0.1]^x [0.2]^y}$$

$$\Rightarrow 1 = [0.5]^y \Rightarrow Y = 0$$

أقسم (3) على (2) وأختصر:

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{16 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-5}} = \frac{K[0.2]^x [0.1]^y}{K[0.1]^x [0.2]^y}$$

$$\Rightarrow 4 = [2]^x [0.5]^y \Rightarrow 4 = 2^x \Rightarrow X = 2$$

(ملاحظات: 1) التفاعلات الأولية: تفاعلات توافق فيها عبارة

السرعة اللحظية مع معادلة التفاعل المعطاة .

(2) التفاعلات غير الأولية: تفاعلات تتم على عدة مراحل لا

توافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلة التفاعل وتُعطى

عبارة السرعة للمرحلة الأبطأ .

(3) رتبة التفاعل: مجموع أسس تراكيز المواد المتفاعلة في عبارة

سرعة التفاعل.

(4) يوجد تفاعلات من الرتبة (صفر، الأولى، الثانية...)

الرتبة صفر: $v = K$

الرتبة الأولى: $v = K[A]$

الرتبة الثانية: $v = K[A]^2$ أو $v = K[A][B]$

الرتبة الثالثة: $v = K[A]^3$ أو $v = K[A]^2[B]$

$v = K[A][B][C]$ أو $v = K[A][B]^2$

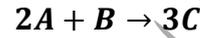
اختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(1) قيمة السرعة الوسطية لتكوّن المادة C تساوي

$0.15 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$ فتكون السرعة الوسطية لاستهلاك

المادة A بوحدة $\text{mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$ في التفاعل الآتي:



(b) 0.225

(a) 0.1

(d) 0.3

(c) 0.15

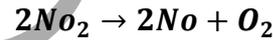
$$-\frac{1}{2} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = +\frac{1}{3} \frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$

الحل:

$$\frac{1}{2} v_{(avg)A} = +\frac{1}{3} v_{(avg)C} \Rightarrow v_{(avg)A} = +\frac{2}{3} v_{(avg)C} = \frac{2}{3} \times 0.15$$

$$v_{(avg)A} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

(2) يتفكك المركب NO_2 في الدرجة 300°C وفق التفاعل:



فإذا علمت أن تركيز $[\text{NO}_2]$ يتغير من 0.01 mol.L^{-1}

إلى $0.0064 \text{ mol.L}^{-1}$ خلال 100 S ، فتكون سرعة

تشكّل الأوكسجين الوسطية مقدرة $\text{mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$ تساوي:

(b) 6.8×10^{-5}

(a) 3.4×10^{-5}

(d) 1.8×10^{-5}

(c) 3.4×10^{-3}

$$\frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = -\frac{[\text{NO}_2]_2 - [\text{NO}_2]_1}{\Delta t} = -\frac{0.0064 - 0.01}{100}$$

الحل:

$$\frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = +3.6 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}\text{S}^{-1}$$

$$v_{(avg)\text{O}_2} = \frac{1}{2} v_{(avg)\text{NO}_2} \Rightarrow v_{(avg)\text{O}_2} = \frac{1}{2} \times 3.6 \times 10^{-5}$$

$$v_{(avg)\text{O}_2} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}\text{S}^{-1}$$

(3) تمّ زيادة تراكيز المواد المتفاعلة إلى مثلي ما كان عليه

في التفاعل: نواتج $A + B \rightarrow$ ولم تتغير سرعة التفاعل

فتكون عبارة سرعة التفاعل:

(b) $v = K[A][B]$

(a) $v = K[A]$

(d) $v = K[B]$

(c) $v = K[C]$

الحل: بما أن زيادة التراكيز لم تؤثر على سرعة التفاعل فالتفاعل من المرتبة صفر.

(4) من أجل التفاعل الأتي:

نواتج $3A(g) + B(g) \rightarrow$ إذا ازداد تركيز المادة A مثلي ما كان عليه فإن سرعة التفاعل:

(a) تزداد أربع مرّات. (b) تزداد ثمان مرّات.

(c) تزداد مرتين مرّات. (d) لا تتأثر سرعة التفاعل.

$$v = K[A]^3.[B] \quad \text{الحل:}$$

$$v' = K(2[A])^3.[B] = 8K[A]^3.[B] = 8v$$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً:

(1) احتراق مسحوق الفحم أسرع من احتراق قطعة فحم مماثلة له بالكتلة.

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

(2) تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة سرعة التفاعل.

الجواب: 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.

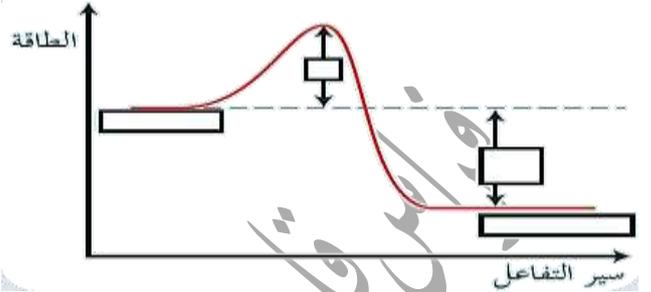
(3) تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز المواد المتفاعلة.

الجواب: بسبب زيادة عدد التصادمات الفعالة.

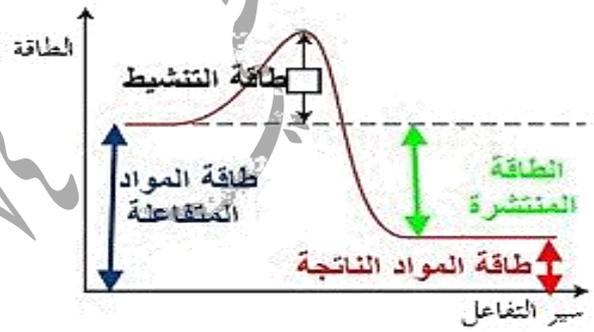
(4) التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تميل إلى أن تكون سريعة.

الجواب: لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط يكون كبير.

1) بين المخطط الآتي تغير الطاقة خلال مراحل حدوث التفاعل: بين اسم كل مرحلة، والطاقة المشار إليها.



الحل:

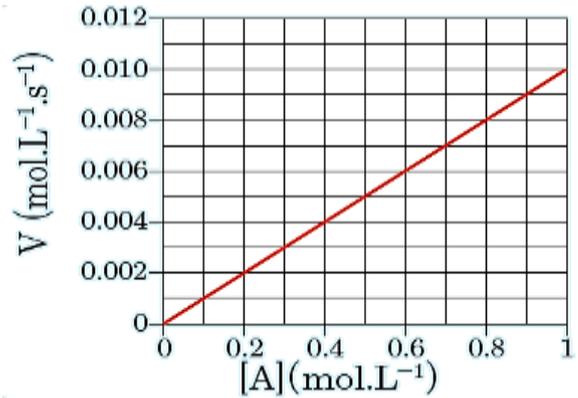


2) بين الخط البياني المجاور تغير سرعة التفاعل بتغير

تركيز المادة A للتفاعل نواتج $A \rightarrow$.

(a) حدّد رتبة التفاعل، ثمّ أكتب قانون سرعة التفاعل.

(b) احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل.



الحل: 1) نلاحظ من الخط البياني ما يلي:

0.001	0.002	0.004	0.006	السرعة
0.1	0.2	0.4	0.6	تركيز A

$v = K[A]^X$ 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

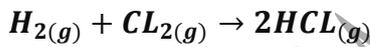
$$\frac{0.004}{0.002} = \frac{K(0.4)^X}{K(0.2)^X}$$

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

بالتالي تفاعل السرعة: $v = K[A]$

ثابت السرعة: $K = \frac{v}{[A]} \Rightarrow K = \frac{0.001}{0.1} = 0.01$

3) يتفاعل غاز الهيدروجين وغاز الكلور وفق المعادلة:



(a) أكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك غاز الكلور.

(b) أكتب العلاقة بين السرعة الوسطية لاستهلاك غاز

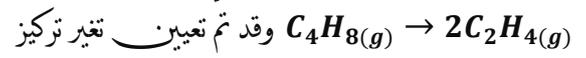
الهيدروجين والسرعة الوسطية لتشكيل غاز كلور

الهيدروجين.

$$v_{avg}(Cl_2) = -\frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t} \quad (\text{الحل: a})$$

$$v_{avg}(H_2) = \frac{1}{2} v_{avg}(HCl) \quad (\text{b})$$

المسألة الأولى: يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة



المركب C_4H_8 خلال الزمن وفق الجدول الآتي:

$C_4H_8(g)$ ($mol \cdot L^{-1}$)	1	0.91	0.83	0.76	0.69	0.63
$t(s)$	0	10	20	30	40	50

والمطلوب: (1) أكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة المتفاعلة

وعبارة السرعة الوسطية لتشكيل المادة الناتجة.

(2) أكتب عبارة السرعة الوسطية للتفاعل.

(3) احسب السرعة الوسطية لاستهلاك $C_4H_8(g)$ بين

اللحظتين $(10 \leftarrow 0)S$ و $(50 \leftarrow 40)S$.

(4) احسب السرعة الوسطية لتشكيل C_2H_4 بين اللحظتين

$(30 \leftarrow 20)S$.

$$v_{avg}(C_4H_8) = -\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t} \quad \text{(الحل: 1)}$$

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

$$v_{avg} = v_{avg}(C_4H_8) = \frac{1}{2} v_{avg}(C_2H_4) \quad \text{(2)}$$

$$v_{avg}(C_4H_8) = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{0.91 - 1}{10 - 0} \quad \text{(3)}$$

$$v_{avg}(C_4H_8) = 0.009 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$$

$$v_{avg}(C_4H_8) = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{0.63 - 0.69}{50 - 40}$$

$$v_{avg}(C_4H_8) = 0.006 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$$

$$v_{avg}(C_4H_8) = \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{0.76 - 0.83}{30 - 20} \quad \text{(4)}$$

$$v_{avg}(C_4H_8) = 0.07 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$$

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

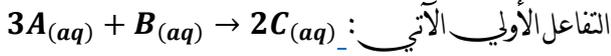
$$\Rightarrow v_{avg}(C_2H_4) = 2v_{avg}(C_4H_8) = 2 \times 0.007$$

$$v_{avg}(C_2H_4) = 0.014 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$$

المسألة الثانية: مزج 600 ml من المادة A ذات التركيز

$0.8 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ مع 200 ml من المادة B ذات التركيز

$0.8 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ لتشكيل المادة C في شروط مناسبة، وفق



(1) أكتب عبارة سرعة التفاعل.

(2) احسب سرعة التفاعل الابتدائي بفرض $k = 0.1$

(3) احسب تركيز المادة C وسرعة التفاعل عندما يتفكك 20%

من المادة A.

(4) احسب سرعة التفاعل عندما يصبح تركيز المادة C

$$0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

(5) ما هو تركيز المادة A, B, C عند توقف التفاعل.

$$v = k[A]^3[B] \quad \text{(الحل: 1) التفاعل أولي}$$

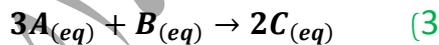
(2) نحسب تراكيز كل من A, B الابتدائية بعد المزج:

$$n_{\text{قبل المزج}} = n_{\text{بعد المزج}} \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2$$

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

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

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



تراكيز ابتدائية	0.6	0.2	0
-----------------	-----	-----	---

تراكيز بعد زمن	$0.6 - 3x$	$0.2 - x$	$+ 2x$
----------------	------------	-----------	--------

يتفكك	20	كل	100
-------	----	----	-----

يتفكك	$3x$	كل	0.6
-------	------	----	-----

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

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

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

$$[C] = 2x = 0.08 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

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

2.46×10^{-3}	0.1	0.2	2
4.92×10^{-3}	0.2	0.1	3

(1) أوجد علاقة سرعة التفاعل اللحظية وحدد رتبة التفاعل.

(2) احسب قيمة ثابت السرعة.

(3) احسب سرعة التفاعل عندما يكون:

$$[H_2] = 0.15 \text{ mol.l}^{-1} \quad [No] = 0.05 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v = k[No]^x [H_2]^y \quad (\text{الحل:1})$$

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:

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

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

نعوض في نتائج التجربة الثالثة:

$$4.92 \times 10^{-3} = K(0.2)^x (0.2)^y$$

نقسم عبارة السرعة 3 على عبارة السرعة 1:

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

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

تكون عبارة سرعة التفاعل: $v = K[No_2]^2 \cdot [H_2]$

والتفاعل من المرتبة الثالثة.

$$1.23 \times 10^{-3} = K(0.1)^2 (0.1) \quad (2)$$

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

$$v = K[No_2]^2 \cdot [H_2] \quad (3)$$

$$v = 1.23 \cdot (0.05)^2 \cdot (0.15) = 4.6 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$2x = 0.2 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \quad (4)$$

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

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

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

$$[A] = 0 \Rightarrow 0.6 - 3x = 0 \text{ mol.l}^{-1} \quad (5)$$

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

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

$$[C] = 2x = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

المسألة الثالثة: يبين الجدول الآتي تغير سرعة التفاعل

الابتدائية للتفاعل نواتج $x A(g) \rightarrow$ عند تراكيز مختلفة.

0.4	0.2	0.1	$[A] \text{ mol.l}^{-1}$
0.32	0.016	0.008	$v_0 \text{ mol.l}^{-1}\text{s}^{-1}$

(1) أثبت أن التفاعل من الرتبة الأولى، واكتب عبارة

سرعة التفاعل.

(2) احسب ثابت سرعة التفاعل.

$$v = k[A]^x \quad (\text{الحل:1})$$

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:

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

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

تكون عبارة سرعة التفاعل: $v = k[A]$

$$0.008 = K(0.1) \Rightarrow K = \frac{0.008}{0.1} = 0.08 \quad (2)$$

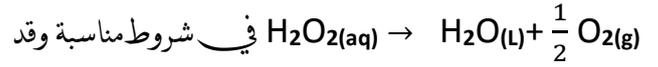
المسألة الرابعة: يتفاعل أكسيد التروجين مع الهيدروجين

وفق المعادلة: $xNo(g) + yH_2(g) \rightarrow$ نواتج

وقد حصلنا على البيانات الآتية عند إجراء التجربة لعدة مرات:

التجربة	$[H_2]$	$[No]$	سرعة التفاعل
1	0.1	0.1	1.23×10^{-3}

التفكير الناقد: يحدث التفاعل الآتي:



قيست سرعة التفاعل الابتدائية عند التراكيز الآتية كما يلي:

$v_{\text{O}}(\text{mol.L}^{-1}.\text{S}^{-1})$	$[\text{H}_2\text{O}_2]$ mol.L^{-1}	التجربة
2×10^{-2}	0.1	1
4×10^{-2}	0.2	2

أثبت أن التفاعل أولي ثم احسب ثابت سرعة التفاعل .

الجواب: عبارة سرعة التفاعل اللحظية $v = K[\text{H}_2\text{O}_2]^x$

يمكن استنتاج رتبة التفاعل:

$$2 \times 10^{-2} = K(0.1)^x \text{ من التجربة الأولى:}$$

$$4 \times 10^{-2} = K(0.2)^x \text{ من التجربة الثانية:}$$

ثم نقسم عبارة السرعة 2 على عبارة السرعة 1

$$2 = \left(\frac{0.2}{0.1}\right)^x \text{ فنجد أن: } \frac{4 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} = \frac{K(0.2)^x}{K(0.1)^x}$$

$$\text{أي أن: } 2 = 2^x \text{ وبالتالي: } x = 1$$

فتكون عبارة السرعة: $v = K[\text{H}_2\text{O}_2]$.

$$\text{حساب ثابت السرعة: } 2 \times 10^{-2} = K(0.1)$$

$$\text{بالتالي: } K = 0.2$$

----- انتهى البحث -----

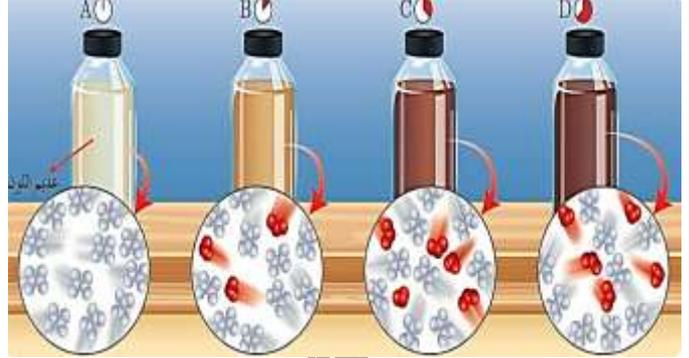
ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

التوازن الكيميائي

نشاط: يتكك غاز $N_2O_4(g)$ عديم اللون بالتسخين

إلى غاز $NO_2(g)$ ذي اللون البني.

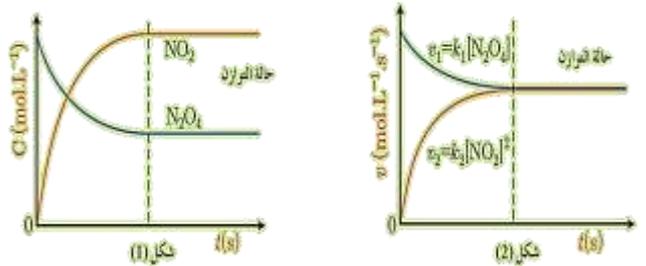


يحدث التفاعل كما يلي: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

• وجود نوعين من الجزيئات في الصورة D يدل على أن التفاعل غير تام.

• ثبات اللون في الصورتين C, D يدل على ثبات تراكيز المادة المتفاعلة والمادة الناتجة بمرور الزمن.

• يمثل الشكل 1 تغير تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة بدلالة الزمن والشكل 2 يمثل تغير سرعتي التفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزمن.



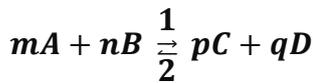
• تنقص تراكيز المواد المتفاعلة ويزداد تركيز المادة الناتجة بمرور الزمن، وتثبت عند بلوغ حالة التوازن.

• يحدث التوازن الكيميائي عندما تثبت تراكيز المواد المتفاعلة وتراكيز المواد الناتجة وتساوي سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي.

فسر: يسمى التوازن في حالة التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي. لأن التوازن يحدث عندما تساوي سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معدومة فالجملة في حالة توازن حركي.

ثابت التوازن الكيميائي:

تطبيق (1): استنتج عبارة ثابت التوازن للتفاعل الآتي باعتبار التفاعل المباشر والعكسي أولي:



الحل: لنكتب عبارة سرعة التفاعل المباشر والعكسي:

$$v_2 = k_2[C]^p[D]^q \quad v_1 = k_1[A]^m[B]^n$$

عند التوازن $v_1 = v_2$

$$k_1[A]^m[B]^n = k_2[C]^p[D]^q$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^p[D]^q}{[A]^m[B]^n} \quad \text{بالتالي:}$$

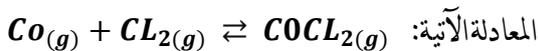
حيث أن النسبة $\frac{k_1}{k_2}$ مقدار ثابت نرمز له بالرمز k_c .

k_c ثابت التوازن الكيميائي بدلالة التراكيز:

$$k_c = \frac{[C]^p[D]^q}{[A]^m[B]^n}$$

نشاط: يتفاعل غاز أحادي أكسيد الكربون مع غاز

الكحول لتكوين غاز الفوسجين عند درجة حرارة ثابتة، وفق



يمثل الجدول الآتي تراكيز التوازن لأربع تجارب مختلفة للتفاعل السابق مقدرة بـ $mol.L^{-1}$.

مفسراً بقاء اللون البنفسجي ثم اكتب عبارة كل من K_C, K_P .



$$K_P = \frac{P_{(HI)}^2}{P_{(H_2)} P_{(I_2)}} \quad K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

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

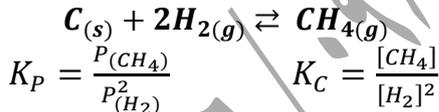
العلاقة بين K_C و K_P :

تعطى العلاقة بين قيمة ثابتي التوازن بدلالة

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

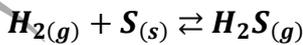
التراكيز والضغوط الجزئية: $\Delta n = n_2 - n_1$ الفرق بين عدد المولات الغازية الناتجة n_2 وعدد المولات الغازية المتفاعلة n_1 .

تطبيق (2): اكتب علاقة ثابت التوازن K_C و K_P ، ثم اكتب العلاقة بينهما للتفاعل المتوازن الآتي:



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

نشاط: اكتب علاقة ثابت التوازن K_C و K_P ، ثم اكتب العلاقة بينهما للتفاعل المتوازن الآتي:



الحل: $K_P = K_C (RT)^{\Delta n}$ لكن $\Delta n = 0$
 $\Rightarrow K_P = K_C$

رقم التجربة	$[CO_{(g)}]_{eq}$	$[Cl_{2(g)}]_{eq}$	$[COCl_{2(g)}]$	K_c
1	1.21	0.21	0.79	3.11
2	1.00	1.00	3.11	3.11
3	0.43	0.43	0.575	3.11

احسب قيمة K_C لكل من التجارب السابقة ماذا تنتج؟

$$k_c = \frac{[COCl_2]}{[CO][Cl_2]} = \frac{0.79}{1.21 \times 0.21} = 3.11$$

$$k_c = \frac{[COCl_2]}{[CO][Cl_2]} = \frac{3.11}{1 \times 1} = 3.11$$

$$k_c = \frac{[COCl_2]}{[CO][Cl_2]} = \frac{0.575}{0.43 \times 0.43} = 3.11$$

نتيجة: (1) ثابت التوازن الكيميائي عند درجة حرارة

معينة يساوي نسبة جداء تراكيز المواد الناتجة إلى جداء

تراكيز المواد المتفاعلة عند التوازن وكل منها مرفوع إلى الأس

الذي يساوي عدد الأمثال التفاعلية (عدد المولات) المشاركة

بها في المعادلة الموزونة.

(2) في التفاعلات الغازية يمكن التعبير عن تراكيز الغازات

بدلالة الضغوط الجزئية مقدرة ب atm وبالتالي تعطى عبارة

ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية بالعلاقة:

$$K_P = \frac{P_{(C)}^p P_{(D)}^q}{P_{(A)}^m P_{(B)}^n}$$

(3) إن K_C, K_P مقداران ثابتين ليس لهما واحدة.

(4) المواد الصلبة (s) والسائلة (L) كاذب فقط لا تظهر في عبارة

ثابت التوازن لأن تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميتها.

(5) قيمة K_C, K_P لتفاعل محدد لا تتغير إلا بتغير درجة الحرارة.

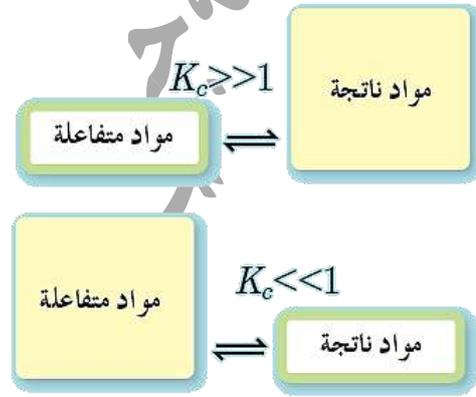
نشاط: عند مزج حجمين متساويين من غازي

الهيدروجين و بخار اليود ذي اللون البنفسجي

في شروط مناسبة يلاحظ تضائل اللون البنفسجي ثم

ثباته، اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل

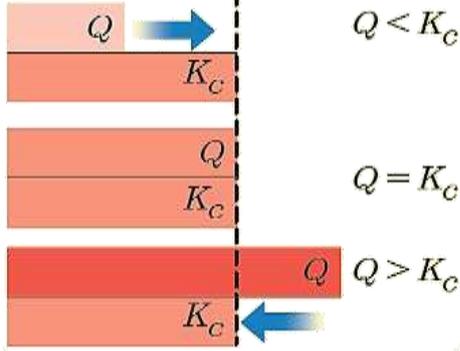
- تبيّن قيمة ثابت التوازن لتفاعل ما، مدى تحول المواد المتفاعلة إلى نواتج عند حدوث التوازن.
- إذا كانت قيمته كبيرة $1 \gg K_C$ فالتفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر.
- إذا كانت قيمته صغيرة $1 \ll K_C$ فالتفاعل لا يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر.



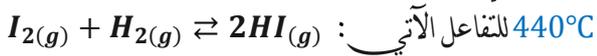
حاصل التفاعل Q:

تمثل عبارة حاصل التفاعل Q التراكيز في لحظة ما دون شرط الوصول لحالة التوازن وتميز ثلاث حالات:

- (1) $Q < K_C$ تراكيز المواد الناتجة أقل من تراكيزها في حالة التوازن ويرجح التفاعل المباشر على التفاعل العكسي للوصول إلى حالة التوازن.
- (2) $Q = K_C$ التفاعل في حالة توازن.
- (3) $Q > K_C$ تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن ويرجح التفاعل العكسي على التفاعل المباشر للوصول إلى حالة التوازن.



تطبيق (3): تبلغ قيمة ثابت التوازن $K_C = 50.5$ عند الدرجة



فإذا وضع $4 \times 10^{-2} \text{ mol}$ من $\text{HI}(\text{g})$ مع 10^{-2} mol

من $\text{H}_2(\text{g})$ و $2 \times 10^{-2} \text{ mol}$ من $\text{I}_2(\text{g})$ في وعاء

سعة 2L، المطلوب:

(1) أحسب حاصل التفاعل Q .

(2) اخذد التفاعل الراجح (المباشر/العكسي) مع التعليل.

الحل: (1) $C = \frac{n}{v} \Rightarrow$

$[\text{HI}] = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol l}^{-1}$

$[\text{H}_2] = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$

$[\text{I}_2] = \frac{2 \times 10^{-2}}{2} = 10^{-2} \text{ mol l}^{-1}$

$Q = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{[2 \times 10^{-2}]^2}{[5 \times 10^{-3}][10^{-2}]} = 8$

(2) التفاعل لم يصل إلى حالة التوازن لأن $Q \neq K_C$ ،

والتفاعل المباشر هو الراجح لأن $Q < K_C$.

العوامل المؤثرة في حالة التوازن:

درس العالم لوشاتوليه التغيرات التي تؤثر في حالة التوازن

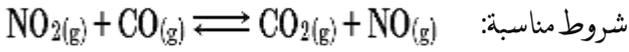
الكيميائي، ووضع قاعدة تنص على ما يلي:

إذا حدث تغيير في أحد العوامل المؤثرة في جملة كيميائية

متوازنة مثل: درجة الحرارة أو التركيز أو الضغط... يحتل التوازن

فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي يعاكس فيه هذا التغيير.

نشاط: يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في



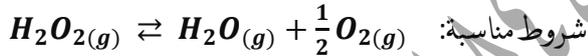
شروط مناسبة: المطلوب أكمل الجدول الآتي:

الحل:

التأثير على التركيز	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
تناقص كمية CO	يرجح التفاعل العكسي	تزداد	تتناقص	لا تتغير

(2) تأثير تغير الضغط:

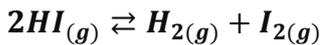
نشاط: يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في



شروط مناسبة: المطلوب أكمل الجدول الآتي

التأثير على التركيز	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: في التفاعل المتوازن الآتي:



بين أثر زيادة الضغط الكلي على حالة التوازن

فسر إجابتك.

الحل: لا تتأثر حالة التوازن لأن عدد المولات الغازية

متساوية في الطرفين.

(1) تأثير تغير التركيز: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$

عد إضافة كمية من الهيدروجين **يحتل التوازن**

فيرجح التفاعل المباشر على التفاعل العكسي

حتى بلوغ حالة توازن جديدة فتزداد كمية التصادر

ونقل كمية النتروجين.

نتيجة:

• عند زيادة تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة **يحتل التوازن**

فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي **ينقص** فيه تركيز هذه المادة.

• عند نقصان تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة **يحتل**

التوازن **فيرجح** التفاعل في الاتجاه الذي **يزداد** فيه

تركيز هذه المادة.

تطبيق (4): يحدث التفاعل المتوازن في شروط مناسبة

والممثل بالمعادلة الآتية:



(1) ما تأثير زيادة تركيز PCL_5 على حالة التوازن؟

(2) ما تأثير زيادة تركيز CL_2 على حالة التوازن؟

(3) ما تأثير إنقاص تركيز PCL_3 على حالة التوازن؟

الحل: (1) عند زيادة تركيز PCL_5 **يحتل التوازن**، **فيرجح**

التفاعل في الاتجاه المباشر مما **ينقص** من تركيز PCL_5 .

(2) عند زيادة تركيز CL_2 **يحتل التوازن**، **فيرجح** التفاعل

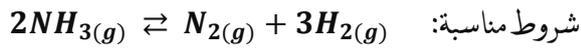
في الاتجاه العكسي لإنقاص تركيز CL_2 .

(3) عند إنقاص تركيز PCL_3 **يحتل التوازن**، **فيرجح** التفاعل

في الاتجاه المباشر لزيادة تركيز PCL_3 .

نتيجة:

تطبيق: يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في



$\Delta H = +91.54 \text{ KJ}$ والمطلوب أكمل الجدول الآتي:

التأثير على التركيز	حالة التوازن	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
زيادة درجة الحرارة	يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر	تتناقص	تزداد	يزداد
نقصان درجة الحرارة	يرجح التفاعل بالاتجاه العكسي	تزداد	تتناقص	يتناقص

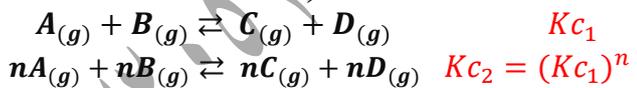
4) تأثير الحفاز في التوازن:

عند إضافة حفاز إلى تفاعل متوازن تزداد سرعة التفاعل المباشر وبالمقدار نفسه تزداد سرعة التفاعل العكسي أي أنه يسرع الوصول إلى حالة التوازن ولا يؤثر على قيمة ثابت التوازن.

حساب ثابت التوازن:

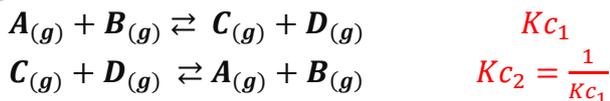
1) إذا ضربت معادلة تفاعل بمعامل ما (رقم ما) فإن ثابت

التوازن الجديد يُرفع إلى أس يساوي ذلك المعامل.



2) إذا عكس التفاعل فإن قيمة ثابت التوازن الجديد

يساوي مقلوب قيمة ثابت التوازن الأول.



• زيادة الضغط يرحح التفاعل باتجاه عدد المولات الغازية الأقل

• نقصان الضغط يرحح التفاعل باتجاه عدد المولات الغازية الأكثر

• إذا كان عدد المولات الغازية متساوياً في طرفي

المعادلة لا يؤثر تغيير الضغط على حالة التوازن.

3) تأثير تغيير درجة الحرارة:

• زيادة درجة الحرارة يحلّل التوازن فيرجح التفاعل الماص للحرارة.

• خفض درجة الحرارة يحلّل التوازن فيرجح التفاعل الناشر للحرارة.

• عندما يرجح التفاعل المباشر بتأثير تغيير درجة الحرارة تزداد قيمة

ثابت التوازن بسبب زيادة كمية المواد الناتجة ونقصان

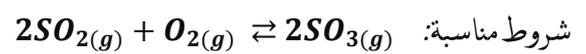
كمية المواد المتفاعلة.

• عندما يرجح التفاعل العكسي بتأثير تغيير درجة الحرارة

تنقص قيمة ثابت التوازن بسبب نقصان كمية المواد

الناتجة وزيادة كمية المواد المتفاعلة.

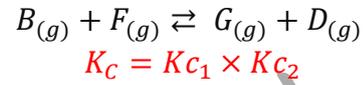
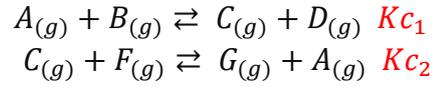
تطبيق: يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في



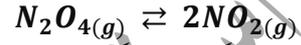
$\Delta H = -198 \text{ KJ}$ و المطلوب أكمل الجدول الآتي:

التأثير على التركيز	حالة التوازن	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
زيادة درجة الحرارة	يرجح التفاعل بالاتجاه العكسي	تزداد	تتناقص	ينقص
نقصان درجة الحرارة	يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر	تتناقص	تزداد	يزداد

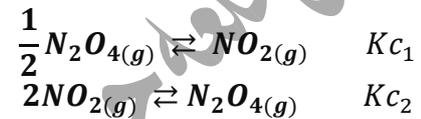
3) ثابت التوازن لتفاعل يتم بعدة مراحل يساوي جداً
ثوابت التوازن للمراحل التي تشكل هذا التفاعل.



تطبيق: إذا علمت أن قيمة $Kc = 0.36$ للتفاعل:



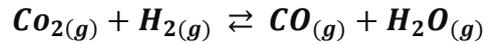
والمطلوب احسب Kc لكل من التفاعلين الآتيين:



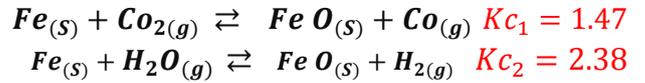
الحل: $Kc_1 = (Kc)^n = (0.36)^{\frac{1}{2}} = 0.6$

$$Kc_2 = \frac{1}{Kc} = \frac{1}{0.36} = 2.8$$

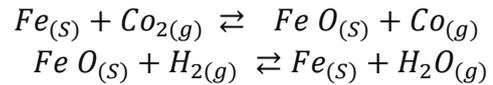
تطبيق: احسب ثابت التوازن بدلالة Kc للتفاعل:



اعتماداً على التفاعلات:



الحل: تبقى المعادلة الأولى كما هي ونعكس الثانية:



$$Co_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons Co_{(g)} + H_2O_{(g)}$$

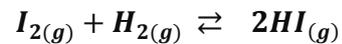
$$Kc = Kc_1 \times Kc_2 = 1.47 \times \frac{1}{2.38} = \frac{147}{238} = 0.62$$

تطبيق: مزج $2mol$ من الهيدروجين مع $3mol$

من اليود I_2 في وعاء مغلق سعته $10L$ وكانت كمية يوديد

الهيدروجين HI عند التوازن $3.6mol$ احسب قيمة

ثابت التوازن Kc للتفاعل المتوازن الآتي:

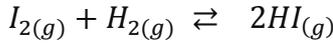


وما قيمة Kp ؟

الحل: $[H_2]_0 = \frac{n}{v} = \frac{2}{10} = 0.2 mol l^{-1}$

$$[I_2]_0 = \frac{n}{v} = \frac{3}{10} = 0.3 mol l^{-1}$$

$$[HI]_{eq} = \frac{n}{v} = \frac{3.6}{10} = 0.36 mol l^{-1}$$



تراكيز ابتدائية 0.3 0.2 0

تراكيز توازن 0.3 - x 0.2 - x 2x

$$2x = 0.36 mol l^{-1} \Rightarrow x = 0.18 mol l^{-1}$$

$$[H_2]_{eq} = 0.2 - 0.18 = 0.02 mol l^{-1}$$

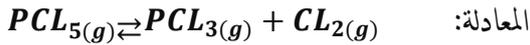
$$[I_2]_{eq} = 0.3 - 0.18 = 0.12 mol l^{-1}$$

$$Kc = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(0.36)^2}{(0.02) \times (0.12)} = 54$$

$$Kp = Kc(RT)^{\Delta n} = Kc(RT)^{2-2} = Kc(RT)^0 = 54$$

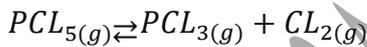
تطبيق: وضع $4mol$ من PCL_5 في وعاء سعته $2L$

وسخن الوعاء إلى الدرجة $500K$ يتفكك منه 10% وفق



المطلوب حساب قيمة Kc وقيمة Kp .

الحل: $c = \frac{n}{v} = \frac{4}{2} = 2 mol. L^{-1}$



تراكيز ابتدائية 2 0 0

تراكيز توازن 2 - x x x

كل 100 يتفكك منها 10

كل 2 يتفكك منها x

$$x = \frac{10 \times 2}{100} = 0.2 mol l^{-1}$$

$$[PCL_3]_{eq} = [CL_2]_{eq} = x = 0.2 mol l^{-1}$$

$$[PCL_5]_{eq} = 2 - x = 2 - 0.2 = 1.8 mol l^{-1}$$

$$Kc = \frac{[PCL_3] \times [CL_2]}{[PCL_5]} = \frac{0.2 \times 0.2}{1.8} = \frac{1}{45} = 0.022$$

$$Kp = Kc(RT)^{\Delta n} = \frac{1}{45} (0.082 \times 500)^1 = 0.91$$

اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1) تتغير قيمة ثابت التوازن K_c في التفاعلات المتوازنة:

(a) بتغير الضغط.

(b) بإضافة حفاز.

(c) بـخفض درجة الحرارة.

(d) بزيادة تركيز المواد الناتجة.

2) عند بلوغ حالة التوازن في التفاعلات المتوازنة:

(a) ينخفض تركيز المواد الناتجة.

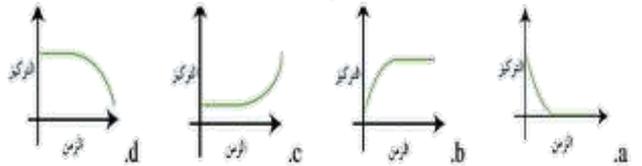
(b) تنخفض سرعة التفاعل المباشر.

(c) تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة.

(d) تزداد سرعة التفاعل المباشر.

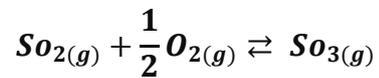
3) أحد الخطوط البيانية يمثل تغير تركيز مادة ناتجة في تفاعل

متوازن:



الإجابة الصحيحة: b

4) بفرض أن K_c ثابت التوازن للتفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:



فكون قيمة ثابت بدلالة التراكيز k_c' للتفاعل الآتي:



(b) $\frac{1}{2K_c}$

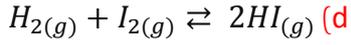
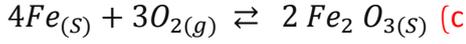
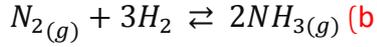
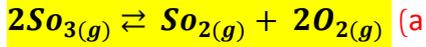
(a) $2K_c$

(d) K_c^2

(c) $(\frac{1}{K_c})^2$

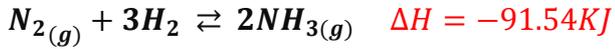
5) أي من التفاعلات المتوازنة الآتية سوف يرجح التفاعل

العكسي عند تقصان حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل:



6) أي من المتغيرات الآتية سوف يؤدي إلى زيادة كمية

النشادر في التفاعل المتوازن الآتي:



(a) زيادة درجة الحرارة.

(b) خفض كمية N_2 .

(c) زيادة الضغط الكلي.

(d) إضافة حفاز.

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1) لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعلات المتوازنة.

الحل: لأن المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتعطي المواد

المتفاعلة في الشروط ذاتها.

2) إضافة حفاز تسرع الوصول إلى حالة التوازن.

الحل: لأن الحفاز يزيد من سرعة التفاعل المباشر وسرعة

التفاعل العكسي بالمقدار نفسه.

3) في التفاعل الآتي: $C(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g)$

يرجح التفاعل المباشر بزيادة الضغط.

الحل: لأن التفاعل يرجح نحو تشكل عدد مولات الغاز الأقل.

بحث ثابت التوازن الكيميائي

إعداد المدرس : فراس قلعه جي

(1) أكب المعادلة المعبرة عن التفاعل.

(2) أكب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز.

(الحل:1) $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$

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

خامساً: قيست قيم ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية في

درجات حرارة مختلفة.

$3A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$	
درجة الحرارة °C	قيمة ثابت التوازن K_p
300	4.43×10^{-3}
400	1.46×10^{-4}

هل التفاعل ناشر للحرارة أم ماص للحرارة؟ فسر إجابتك.

(الحل: يلاحظ من القيم في الجدول أنه عند رفع درجة الحرارة

نقل قيمة ثابت التوازن أي يرجح بالاتجاه العكسي الماص

للحرارة وبالتالي التفاعل المباشر ناشر للحرارة .

سادساً: قارن بين كمية المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند

بلوغ التوازن في كل من التفاعلين الآتيين:



(الحل: في التفاعل الأول: $K_C < 1$

وبالتالي كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد المتفاعلة.

في التفاعل الثاني: $K_C > 1$

وبالتالي كمية المواد الناتجة أكبر من كمية المواد المتفاعلة.

(4) في التفاعل الماص للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند خفض درجة الحرارة.

(الحل: يرجح التفاعل نحو زيادة درجة الحرارة (العكسي) فتقل كمية

المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

ثالثاً: لديك التفاعل الآتي:



(1) أكب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز K_C .

(2) أكب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية K_p .

(3) أكب العلاقة بين K_C و K_p .

(4) بين تأثير خفض درجة الحرارة على حالة التوازن مع التفسير.

(5) بين تأثير إضافة حفاز على حالة التوازن وقيمة

ثابت التوازن.

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

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

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

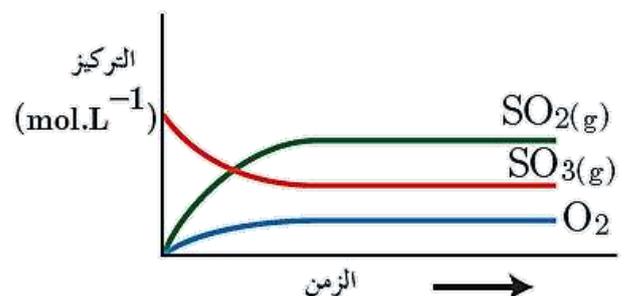
(4) عند خفض درجة الحرارة يرجح التفاعل المباشر نحو التفاعل

الناشر للحرارة.

(5) لا يؤثر الحفاز على حالة التوازن ولا يؤثر على قيمة

ثابت التوازن.

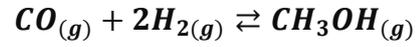
رابعاً: لديك الشكل الجاور الذي يمثل تفاعل متوازن:



المسألة الأولى: وعاء حجمه 2L يحتوي على

0.08 mol من $CH_3OH(g)$ و 0.4 mol من $H_2(g)$

و 0.2 mol من $CO(g)$ يحدث التفاعل وفق المعادلة:



فإذا علمت أن قيمة $K_C = 7.3$ بين بالحساب إذا

كان التفاعل بجالة توازن أم لا وإذا لم يكن بجالة

توازن حدّد التفاعل الراجح (المباشر، العكسي) مع التفسير.

الحل: $[CH_3OH(g)] = \frac{n}{V} = \frac{0.08}{2} = 0.04 mol L^{-1}$

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

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

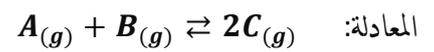
$$Q = \frac{[CH_3OH(g)]}{[CO][H_2]^2} = \frac{0.04}{(0.1)(0.2)^2} = 10$$

التفاعل ليس في حالة توازن لأن $Q > K_C$ والتفاعل

الراجح هو التفاعل العكسي.

المسألة الثانية: مزج 2 mol من مادة A مع 2 mol من مادة

B في وعاء سعته 10L فيحدث التفاعل المتوازن وفق



و قيمة ثابت سرعة التفاعل المباشر $K_1 = 8.8 \times 10^{-2}$

و قيمة ثابت سرعة التفاعل العكسي $K_2 = 2.2 \times 10^{-2}$

(1) احسب قيمة K_C ثم K_P .

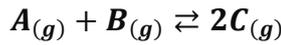
(2) احسب تراكيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة عند بلوغ

التوازن.

$$K_C = \frac{K_1}{K_2} = \frac{8.8}{2.2} = 4 \quad \text{(الحل: 1)}$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n} = K_C(RT)^0 = K_C = 4$$

$$[A]_0 = [B]_0 = \frac{n}{V} = \frac{2}{10} = 0.2 mol L^{-1} \quad (2)$$



تراكيز ابتدائية 0.2 0.2 0

تراكيز توازن 0.2 - x 0.2 - x 2x

$$K_C = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)^2} \Rightarrow 4 = \frac{(2X)^2}{(0.2-X)^2}$$

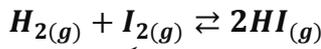
بجذر الطرفين نجد: $2 = \frac{2X}{0.2-X}$ بالتالي:

$$0.4 - 2X = 2X \Rightarrow 4X = 0.4 \Rightarrow X = 0.1 mol L^{-1}$$

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

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

المسألة الثالثة: يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة:



في وعاء حجمه 10L، عند بلوغ التوازن كان عدد

مولات الهيدروجين 7.2 mol، وعدد مولات اليود 2.4 mol

و عدد مولات يوديد الهيدروجين 0.4 mol والمطلوب حساب:

(1) قيمة ثابت التوازن K_C .

(2) قيمة ثابت التوازن K_P .

(3) احسب التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة.

(4) اقترح طريقتين تزيد من كمية HI.

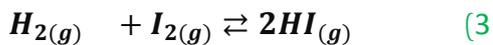
$$[H_2]_{eq} = \frac{n}{V} = \frac{7.2}{10} = 0.72 mol L^{-1} \quad \text{(الحل: 1)}$$

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

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

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(0.04)^2}{(0.72) \times (0.24)} = \frac{1}{108} = 0.0093$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n} = K_C(RT)^0 = K_C = \frac{1}{108} \quad (2)$$

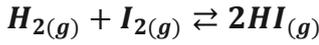


تراكيز ابتدائية Y Z 0

تراكيز توازن Y - X Z - X 2X

$$2X = 0.04 \Rightarrow X = 0.02 mol L^{-1}$$

$$[H_2]_0 = [I_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{1}{1} = 1 \text{ molL}^{-1} \text{ (الحل: 1)}$$



1 1 0 تراكيز ابتدائية

1 - X 1 - X 2X تراكيز توازن

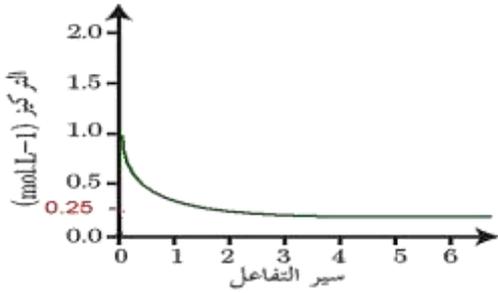
من الخط البياني:

$$[HI]_{eq} = 2X = 1.5 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow X = 0.75 \text{ molL}^{-1}$$

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

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(1.5)^2}{(0.25)^2} = 36 \quad (2)$$

(3)



التفكير الناقد: من خلال معرفة تغيير تركيز مادة واحدة هل

يمكن تحديد فيما إذا التفاعل وصل إلى حالة التوازن

أم لا؟ ناقش إجابتك.

الجواب: عند تغير تركيز إحدى المواد المتفاعلة تتغير تراكيز

باقي المواد إلى أن تصل لحالة التوازن وبالتالي

ثبت 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.

انتهى البحث

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

$$Y - X = 0.72 \Rightarrow Y = 0.72 + X$$

$$Y = [H_2]_0 = 0.72 + 0.02 = 0.74 \text{ molL}^{-1}$$

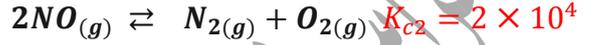
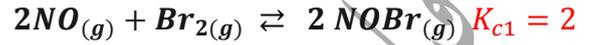
$$Z - X = 0.24 \Rightarrow Z = 0.24 + X$$

$$[I_2]_0 = Z = 0.24 + 0.02 = 0.26 \text{ molL}^{-1}$$

(4) زيادة تركيز H_2 أو زيادة تركيز I_2 أو سحب HI من الوسط.

المسألة الرابعة: ليكن لديك المعادلات التي تمثل التفاعلات

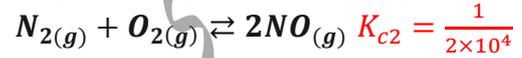
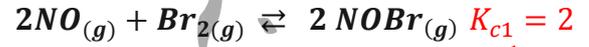
المتوازنة الآتية عند الدرجة 298°C :



احسب قيمة K_c ثم K_p للتفاعل الآتي:



الحل: تبقى المعادلة الأولى كما هي ونعكس المعادلة الثانية:



نجمع ونختصر:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOBr_{(g)} \quad K_c = K_{c1} \times K_{c2} = 2 \times \frac{1}{2 \times 10^4} = 10^{-4}$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = 10^{-4} [0.082 \times 298]^{-1}$$

$$K_p \approx 4.1 \times 10^{-6}$$

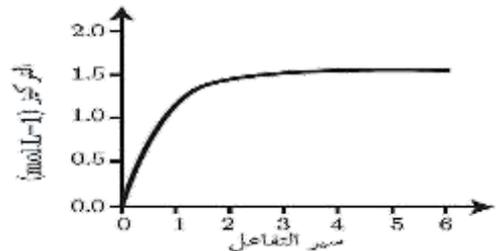
المسألة الخامسة: يتفاعل 1mol من بخار اليود مع 1mol

من غاز الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه 1L وفق



حيث يبين المخطط الآتي تغير تركيز يود الهيدروجين

بدلالة الزمن والمطلوب:



(1) احسب تراكيز التوازن لكل من المواد المتفاعلة والناتجة.

(2) أحسب قيمة ثابت التوازن K_c .

(3) ارسم خطأً بيانياً يوضح تغير تركيز الهيدروجين بدلالة الزمن.

أسئلة الوحدة الثالثة

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) في التفاعل الأولي الآتي : نواتج $A + 2B \rightarrow$

عندما يزداد حجم الوعاء مرتين فإن سرعة التفاعل:

(a) تنخفض أربع مرات.

(b) تنخفض ثمان مرات.

(c) تزداد مرتين.

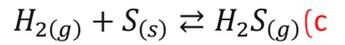
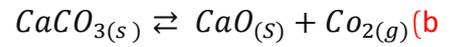
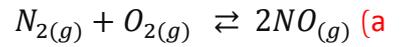
(d) تزداد أربع مرات.

الحل: $v = K[A][B]^2$

$$v' = K[A](2[B])^2 = 8K[A][B]^2 = 8v$$

2) أحد من التفاعلات الآتية تكون فيه النسبة $\frac{K_P}{K_C}$ أكبر

عند درجة الحرارة ذاتها:



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

للتفاعل الأول $\Delta n=0$ _ للتفاعل الثاني $\Delta n=1$ _ للتفاعل

الثالث $\Delta n=0$ _ للتفاعل الرابع $\Delta n=2$.

وبالتالي النسبة $\frac{K_P}{K_C}$ للتفاعل الرابع أكبر ما يمكن .

3) يمزج 0.1 mol من A مع 0.1 mol من B في

وعاء سعته 1L فتكون قيمة K_C تساوي 10^{-3} للتفاعل

الموازن: $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ فيكون عند بلوغ

التوازن:

(a) $[C] = 2[B]$

(c) $[C] > [B]$

(b) $[C] = [B]$

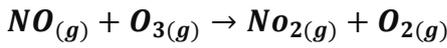
(d) $[C] < [B]$

الحل: بما أن $K_C < 1$ فالتفاعل لا يحدث بشكل كبير في الاتجاه

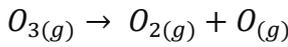
المباشر بل يحدث بشكل أكبر في الاتجاه العكسي وبالتالي

$[C] < [B]$.

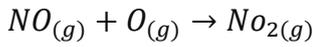
4) يحدث التفاعل الآتي في الغلاف الجوي:



المرحلة الأولى تفاعل بطيء:



المرحلة الثانية تفاعل سريع:



فكُتِبَ عبارة السرعة على الشكل:

(a) $v = k[NO][O]$

(b) $v = k[O_3]$

(c) $v = k[NO][O_3]$

(d) $v = k[NO][O_3][O]$

الحل: تقاس سرعة التفاعل غير الأولي الذي يتم بعدة مراحل

بسرعة المرحلة الأبطأ.

5) أحد العبارات الآتية صحيحة عند حدوث التوازن في

التفاعل الكيميائي:

(a) يتوقف التفاعل المباشر فقط.

(b) يتوقف التفاعل العكسي فقط.

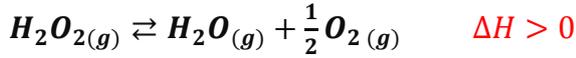
(c) يتساوى قيمة ثابت سرعة التفاعل المباشر وقيمة ثابت

سرعة التفاعل العكسي.

(d) تتساوى سرعتي التفاعل المباشر والعكسي.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

(1) لديك التفاعل المتوازن الآتي:



(a) اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية.

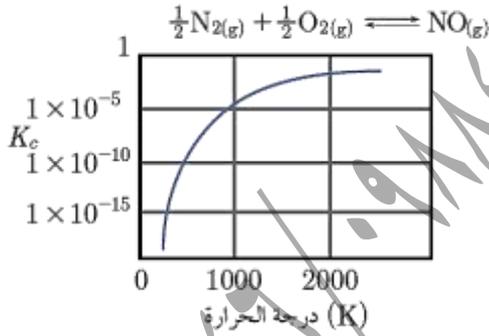
(b) اذكر طريقة تزيد قيمة ثابت التوازن مع التفسير.

$$K_p = \frac{P_{(\text{H}_2\text{O})} P_{(\text{O}_2)}^{\frac{1}{2}}}{P_{(\text{H}_2\text{O}_2)}} \quad (\text{الحل: a})$$

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

(2) لديك الخط البياني الآتي الذي يمثل قيم مختلفة لثابت

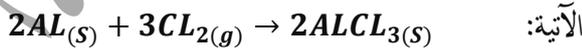
التوازن K_c بدلالة درجة الحرارة والمطلوب بين فيما إذا التفاعل ناشر أم ماص للحرارة.



(الحل: التفاعل ماص للحرارة لأن عند ارتفاع درجة الحرارة تزداد

قيمة ثابت التوازن فيرجح التفاعل المباشر الماص للحرارة.

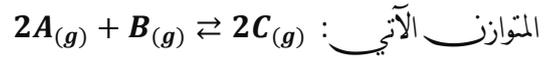
(3) اذكر الطرائق التي تزيد من سرعة التفاعل الممثل بالمعادلة



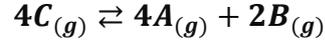
(الحل: زيادة درجة الحرارة _ إضافة حفاز _ زيادة تركيز الكلور _

زيادة سطح التماس للألمنيوم.

(6) إذا علمت أن قيمة $k_c = 10$ في التفاعل



فتكون قيمة k_c للتفاعل الممثل بالمعادلة:



(a) 0.1 (b) 20

(c) 0.01 (d) 100

$$K'_c = \frac{1}{(K_c)^2} = \frac{1}{100} = 0.01 \quad \text{الحل:}$$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

(1) في التفاعل الناشر للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند زيادة درجة الحرارة.

(الحل: عند زيادة درجة الحرارة سوف يرجح التفاعل العكسي

الماص للحرارة وبالتالي تقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

(2) التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تميل إلى أن تكون سريعة.

(الحل: لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط يكون كبير.

(3) يحترق البروبان بسرعة أكبر من البناتان في الشروط المتماثلة.

(الحل: لأن عدد الروابط $C - C$ و $C - H$ أقل في حالة البروبان وبالتالي طاقة الروابط أقل واحتراقه أسرع.

(4) بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها.

(الحل: لأنه يوجد تصادمات فعالة وتصادمات غير فعالة وحدوث التفاعل يجب أن يكون التصادم فعال.

المسألة الأولى: يمزج 100ml من مادة A تركيزها

0.4 mol.L⁻¹ مع 300ml من مادة B تركيزها

0.8 mol.L⁻¹ مع فيحصل الأولي وفق المعادلة الآتية:



إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل: $k = 10^{-2}$

(1) احسب سرعة التفاعل الابتدائية.

(2) احسب سرعة التفاعل بعد زمن يتشكل فيه 0.04 mol

من المادة C.

الحل: (1) نحسب تراكيز كل من A و B الابتدائية بعد المزج

من خلال قانون التمديد.

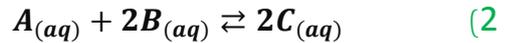
$$n_1 = n_2 \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$[A]_0 = \frac{0.4 \times 100}{400} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{0.8 \times 300}{400} = 0.6 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v = K[A][B]^2 = 10^{-2} \times (0.1) \times (0.6)^2$$

$$v = 36 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$



تراكيز ابتدائية 0.1 0.6 0

تراكيز توازن 0.1 - x 0.6 - 2x 2x

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

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

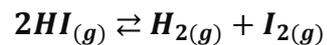
$$[A] = 0.1 - 0.05 = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B] = 0.6 - 0.1 = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v = K[A][B]^2 = 10^{-2} \times (0.05) \times (0.5)^2$$

$$v = 125 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

المسألة الثانية: يتفكك يوديد الهيدروجين وفق المعادلة:

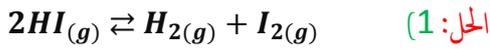


فإذا كان التركيز الابتدائي: $[HI]_0 = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$

$K_C = \frac{1}{36}$ والمطلوب:

(1) احسب تركيز كل من المواد الثلاث عند التوازن.

(2) احسب النسبة المئوية المتفاعلة من HI عند التوازن.



تراكيز ابتدائية 0.8 0 0

تراكيز توازن 0.8 - 2X X X

$$K_C = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} \Rightarrow \frac{1}{36} = \frac{X^2}{(0.8 - 2X)^2}$$

نجد الطرفين نجد:

$$\frac{1}{6} = \frac{X}{0.8 - 2X} \Rightarrow 6X = 0.8 - 2X \Rightarrow 8X = 0.8$$

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

$$[I_2]_{eq} = [H_2]_{eq} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[HI]_{eq} = 0.8 - 2X = 0.8 - 0.2 = 0.6 \text{ mol.L}^{-1}$$

(2) النسبة المئوية المتفاعلة من HI:

$$2X = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \text{ يتفكك } 0.8 \text{ mol.L}^{-1} \text{ كل}$$

$$y \text{ كل } 100 \text{ mol.L}^{-1} \text{ يتفكك منها}$$

$$y = \frac{0.2}{0.8} \times 100 = 25\%$$

المسألة الثالثة: لديك التفاعل المتوازن التالي:



فإذا علمت أن تراكيز التوازن $[O_2]_{eq} = 0.12 \text{ mol.L}^{-1}$

$$[NO_2]_{eq} = 0.06 \text{ mol.L}^{-1} \text{ } [NO]_{eq} = 0.24 \text{ mol.L}^{-1}$$

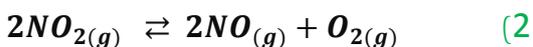
(1) احسب قيمة K_C .

(2) احسب التركيز الابتدائي لغاز $[NO_2]_0$.

(3) احسب النسبة المئوية المتفككة من غاز NO_2 عند الوصول

لحالة التوازن.

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



تراكيز ابتدائية Y 0 0

Y - 2X +2X +X

تراكيز توازن 0.06 0.24 0.12

$$[C] = 2x = 3 \text{ molL}^{-1} \text{ مقبول}$$

أو $[B] = 0$ بالتالي:

$$[B] = 0 \Rightarrow 2 - x = 0 \Rightarrow x = 2 \text{ molL}^{-1}$$

$$[A] = 3 - 2x = 3 - 4 = -1 \text{ مرفوض .}$$

----- انتهى -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

$$Y - 2X = 0.06$$

$$[No_2]_0 = Y = 0.06 + 0.24 = 0.3 \text{ molL}^{-1}$$

(3) كل 0.3 mol.L^{-1} يتفكك 0.24 mol.L^{-1}

كل 100 mol.L^{-1} يتفكك منها y

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

المسألة الرابعة: يضاف 200 ml تحوي على 1.2 mol

من مادة A إلى 200 ml تحوي على 0.8 mol

من مادة B فيتم التفاعل الأولي الآتي:



إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل 2×10^{-2} والمطلوب:

(1) سرعة التفاعل الابتدائي.

(2) سرعة التفاعل بعد زمن يتشكل فيها 0.4 mol من

المادة D.

(3) تركيز المادتين B, C عند توقف التفاعل.

الحل: (1) لنحسب التراكيز بعد المزج علماً أن الحجم الكلي 0.4 L

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

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

$$v = k[A]^2[B] = 2 \times 10^{-2} \times (3)^2 \times (2)$$

$$v = 0.36 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$$



تراكيز ابتدائية 3 2 0 0
تراكيز بعد زمن 3 - 2x 2 - x + 2x + x

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

$$\Rightarrow x = 1 \text{ molL}^{-1}$$

$$[A] = 3 - 2 = 1 \text{ molL}^{-1}$$

$$[B] = 2 - 1 = 1 \text{ molL}^{-1}$$

$$v = k[A]^2[B] = 2 \times 10^{-2} \times (1)^2 \times (1)$$

$$v = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$$

(3) عند توقف التفاعل $k \neq 0$ لكن $v = 0$ إما $[A] = 0$

بالتالي: $3 - 2x = 0 \Rightarrow 2x = 3 \Rightarrow x = 1.5 \text{ molL}^{-1}$

$$[B] = 2 - 1.5 = 0.5 \text{ molL}^{-1}$$

الحموض والأسس

نظريات في الحموض والأسس:

(1) نظرية أرينبوس:

الحمض: كل مادة كيميائية تحرر أيون هيدروجين H^+

أو أكثر عند انحلالها في الماء. $HA \rightarrow H^+ + A^-$

الأساس: كل مادة كيميائية تخرر أيون هيدروكسيد OH^- أو

أكثر عند انحلالها في الماء. $BOH \rightarrow B^+ + OH^-$

(2) نظرية برونشتد - لوري:

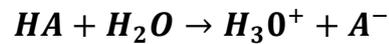
الحمض: كل مادة كيميائية قادرة على منح بروتون H^+

أو أكثر إلى مادة أخرى تتفاعل معها.

الأساس: كل مادة كيميائية قادرة على استقبال بروتون H^+

أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معها.

تطبيق: لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:



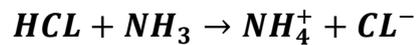
وضح أي المركبين يسلك سلوك حمض وأيهما يسلك سلوك

أساس حسب نظرية برونشتد - لوري.

الحل: HA يمنح بروتون، ويسلك سلوك حمض.

H_2O يستقبل بروتون، ويسلك سلوك أساس.

نشاط: لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:



حدد الحمض والأساس وفق نظرية برونشتد - لوري.

الحل: $HCl + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

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

(3) نظرية لويس:

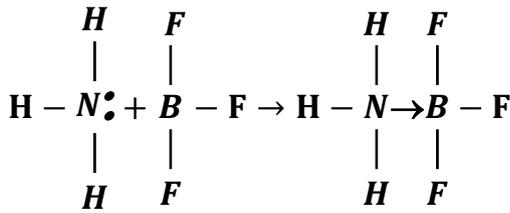
الحمض: كل مادة كيميائية قادرة على استقبال زوج

إلكتروني أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معها.

الأساس: كل مادة كيميائية قادرة على منح زوج إلكتروني

أو أكثر لمادة أخرى تتفاعل معها.

تطبيق: لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الكيميائية الآتية:



(1) وضح ما نوع الرابطة بين ذرتي البور والتروجين.

(2) حدد الحمض والأساس حسب نظرية لويس.

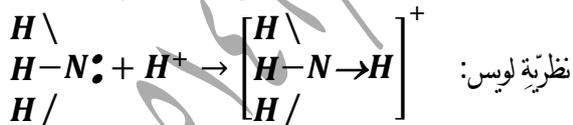
الحل: (1) تمنح ذرة التروجين زوجاً إلكترونياً غير رابط إلى

ذرة البور، فتشكل رابطة تساندية بين ذرتي البور

والتروجين.

(2) NH_3 يقوم بدور أساس و BF_3 يقوم بدور حمض.

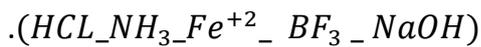
نشاط: حدد الحمض والأساس في التفاعل الآتي وفق



الحل: NH_3 يقوم بدور أساس لويس و H^+ حمض لويس.

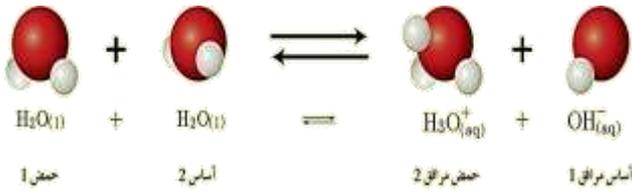
نشاط: أصنف المركبات الآتية إلى حمض أو أساس وفقاً

للتنظريات السابقة، ماذا أستنتج؟



الحل:

طبيعة	أرينبوس	برونشتد - لوري	لويس
أساس	$NaOH$	NH_3	NH_3
حمض	HCl	HCl	$Fe^{+2} - BF_3$



(2) ثابت تأين الماء عند الدرجة $25^\circ C$:

$$K_W = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

المركب المذبذب: هو مركب يسلك سلوك حمض أحياناً وسلوك

أساس أحياناً أخرى وفقاً للمادة التي يتفاعل معها (مثل الماء)

قوة الحمض وقوة الأساس:

(1a) تقاس قوة الحمض بسهولة منحه لبروتون أو أكثر، حيث

يتأين الحمض القوي كلياً وفق المعادلة:



يتأين الحمض الضعيف جزئياً وفق المعادلة:

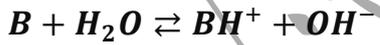


(b) تقاس قوة الأساس بسهولة استقباله لبروتون أو أكثر حيث

يتأين الأساس القوي كلياً.



ويتأين الأساس الضعيف جزئياً وفق المعادلة:



(2a) يعبر عن قوة الحمض بدرجة تأينه α وفق العلاقة:

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$$

C_a : التركيز البدائي للحمض.

(b) يعبر عن قوة الأساس بدرجة تأينه α وفق العلاقة:

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$$

C_b : التركيز الابتدائي للأساس.

ملاحظة: تكتب درجة التأين كسبة مئوية:

$$\alpha \times 100 \%$$

نتائج: نظرية أرينيويس غير كافية لتحديد الصفة الحمضية والصفة

الأساسية لجميع المركبات الكيميائية.

نظرية برونشند - لوري أكثر شمولية من نظرية أرينيويس.

نظرية لويس فسرت السلوك الحمضي والأساسي لبعض المركبات التي يتم فيها انتقال الأزواج الإلكترونية.

الأزواج المترافقة وفق نظرية برونشند - لوري:

أكتب معادلة تأين غاز النشادر في الماء، وأحدد الأزواج المترافقة أساس/حمض وفق نظرية برونشند لوري ماذا أستنتج؟



عندما يمتح الحمض H_2O بروتون يتحول إلى أساس مرافق OH^- .

عندما يستقبل أساس NH_3 بروتون يتحول إلى حمض مرافق NH_4^+ .

نتيجة: يرافق كل حمض أساس يدعى أساسه المرافق.

يرافق كل أساس، حمض يدعى حمضه المرافق.

نشاط: أكتب معادلة تأين حمض الآزوت، ثم حدد الأزواج

المترافقة (أساس / حمض) وفق نظرية برونشند - لوري.



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



التأين الذاتي للماء وثابت تأينه:

يعد الماء ناقلاً رديئاً للتيار الكهربائي لاحتوائه على أيونات

قليلة والمطلوب:

(1) أكتب معادلة التأين الذاتي للماء وحدد الأزواج

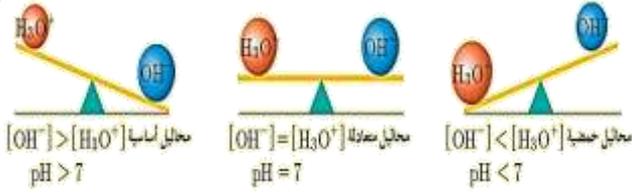
المترافقة أساس/حمض وفق نظرية برونشند - لوري.

(2) أكتب عبارة ثابت التوازن (ثابت تأين الماء).

(2) الأس الهيدروكسيدي: $pOH = -\log[OH^-]$

(3) $pH + pOH = 14$

(4)



نشاط: يبلغ تركيز أيونات الهيدرونيوم في محلول مائي

0.01 mol. L^{-1} المطلوب حساب:

(1) تركيز أيون الهيدروكسيد.

(2) قيمة كل من pH و pOH الوسط لهذا المحلول.

(3) حدّد طبيعة الوسط.

الحل: (1) $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ mol. L}^{-1}$

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

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

(3) طبيعة الوسط حمضي: $pH < 7$

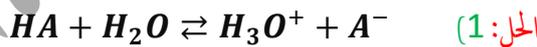
ثابت تأين الحموض الضعيفة أحادية الوظيفة:

نشاط: لديك محلول مائي لحمض ضعيف HA .

(1) اكتب معادلة تأينه.

(2) اكتب عبارة ثابت تأين الحمض الضعيف K_a .

(3) أثبت أن: $[H_3O^+] = \sqrt{C_a K_a}$



(2) $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$

(3) من معادلة تأين الحمض نجد: $[H_3O^+] = [A^-]$

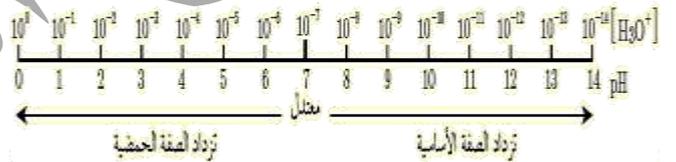
وبإهمال القيمة الضعيفة المتأينة من الحمض يمكن أن

نعتبر: $[HA] = C_a$ نعوض في علاقة K_a :

(3) عند مقارنة قوة حمضين ضعيفين فإن الأساس المرافق للحمض الأقوى هو الأساس الأضعف والأساس المرافق للحمض الأضعف هو الأساس الأقوى.

الحمض	الأساس
HCl	Cl ⁻
H ₂ SO ₄	HSO ₄ ⁻
HNO ₃	NO ₃ ⁻
H ₃ O ⁺ (aq)	H ₂ O
HSO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻
H ₃ PO ₄	H ₂ PO ₄ ⁻
HF	F ⁻
CH ₃ COOH	CH ₃ COO ⁻
H ₂ CO ₃	HCO ₃ ⁻
H ₂ S	HS ⁻
H ₂ PO ₄ ⁻	HPO ₄ ²⁻
NH ₄ ⁺	NH ₃
HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻
HPO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻
H ₂ O	OH ⁻
OH ⁻	O ²⁻
H ₂	H ⁻
CH ₄	CH ₃ ⁻

(4)



الأس الهيدروجيني ال pH :

نشاط: لديك محلولان لحمض قوي وحيد الوظيفة

الحمضية تركيز الأول $10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$ وتركيز المحلول

الثاني $2 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$ احسب قيمة pH كل

من المحلولين السابقين.

الحل: $pH = -\log[H_3O^+]$

$pH = -\log 10^{-2} = 2$

$pH = -\log 2 \times 10^{-2} = -(0.3 - 2) = 1.7$

ملاحظات: (1) خواص اللوغاريتم العشري:

$\log(x \cdot y) = \log x + \log y$

$\log \frac{x}{y} = \log x - \log y$

$\log x^n = n \log x$

$\log 10 = 1$

ثابت تأين الأساس الضعيف:

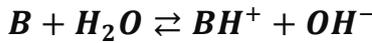
نشاط: لديك محلول أساس ضعيف B تأينه جزئي في الماء المطلوب:

(1) اكتب معادلة تأينه.

(2) استنتج علاقة ثابت تأين الأساس الضعيف K_b .

(3) أثبت أن: $[OH^-] = \sqrt{C_b K_b}$

الحل: (1) معادلة التآين:



(2) علاقة ثابت تأين الأساس:

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

(3) من معادلة تأين الأساس نجد: $[BH^+] = [OH^-]$

وبإهمال القيمة الضعيفة المتأينة من الأساس يمكن أن

تعتبر: $[B] = C_b$ نعوض في علاقة K_b :

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

ملاحظة: تزداد قوة الحمض الضعيف أو الأساس الضعيف بزيادة

قيمة ثابت تأينه.

تطبيق: (a) محلول لحمض الخلل تركيزه 0.02 mol.L^{-1} ,

وثابت تأين حمض الخلل 1.8×10^{-5} والمطلوب:

اكتب معادلة تأينه واحسب قيمة $[CH_3COO^-]$ في المحلول

في هذه الحالة.

(b) إذا احتوى المحلول الابتدائي حمض كلور الماء بتركيز

$10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ بالإضافة إلى المحلول السابق.

(1) أقرن بين قيمتي تركيز $[CH_3COO^-]$

في الحالتين (a, b).

(2) أفسر ذلك وماذا أستنتج؟

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{C_a K_a}$$

تطبيق: محلول حمض سيانيد الهدروجين تركيزه

الابتدائي 0.2 mol.L^{-1} وثابت تأين حمض سيانيد

الهدروجين 5×10^{-10} المطلوب:

(1) اكتب معادلة تأين الحمض السابق، وأحدد الأزواج المترافقة

أساس/حمض وفق برونشتد - لوري.

(2) احسب $[OH^-]$ $[H_3O^+]$

(3) احسب قيمة pH المحلول.

(4) احسب درجة تأين الحمض.

الحل: (1) $HCN + H_2O \rightleftharpoons CN^- + H_3O^+$

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



(2) طريقة أولى: بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض.

$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a K_a} = \sqrt{5 \times 10^{-10} \times 0.2} = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

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

طريقة ثانية: $HCN + H_2O \rightleftharpoons CN^- + H_3O^+$

تراكيز ابتدائية 0.2 0 0

تراكيز توازن 0.2 - x x x

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

تُهمل x في المقام لصغرهما أمام 0.2

$$x^2 = 5 \times 10^{-10} \times 0.2 = 10^{-10}$$

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

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-5} = 5 \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{10^{-5}}{0.2} = 5 \times 10^{-5} \quad (4)$$

الحل:

$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a K_a} = \sqrt{0.5 \times 2 \times 10^{-4}}$$

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

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

(2) محلول مائي لهدروكسيد البوتاسيوم KOH تركيزه

0.01 mol. L^{-1} نمدده بالماء المقطر 100 مرة فتكون قيمة

pH المحلول:

11 (b)

10 (a)

14 (d)

13 (c)

$$[KOH] = [OH^-] = \frac{0.01}{100} = 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1} \quad \text{الحل:}$$

$$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10} \text{ mol. L}^{-1}$$

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

(3) المركب المذبذب من المركبات الآتية هو:

H_2O (b)

NH_3 (a)

HCN (d)

BF_3 (c)

(4) المحلول المائي الذي له أصغر قيمة PH من المحاليل

الآتية المتساوية التراكيز هو محلول:

NH_4OH (b)

$NaOH$ (a)

HCN (d)

HNO_3 (c)

(5) إحدى الأزواج الآتية لا يشكل زوج (أساس/حمض)

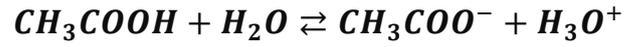
حسب برونشيد لوري:

NH_4^+ / NH_3 (a)

H_2O / OH^- (b)

HNO_3 / HNO_2 (c)

HCN / CN^- (d)

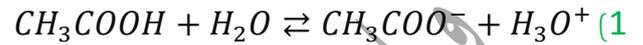


حساب قيمة $[CH_3COO^-]$:

$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a K_a} = \sqrt{0.02 \times 1.8 \times 10^{-5}}$$

$$[H_3O^+] = 6 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1} = [CH_3COO^-]$$

$$[H_3O^+] = [HCL] = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1} \quad (b)$$



$$0.02 \quad 0 \quad 0.01$$

$$0.02 - x \quad x \quad 0.01 + x$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{x(0.01+x)}{0.02-x}$$

تعمل x المضافة في البسط والمطروحة في المقام لصغرها.

$$\Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{0.01x}{0.02}$$

$$\Rightarrow x = 3.6 \times 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

بالمقارنة نجد: $[CH_3COO^-]$ في الحالة a أكبر من

$[CH_3COO^-]$ في الحالة b.

(2) يضاف $[H_3O^+]$ المشترك الناتج من تأين الحمض

القوي (HCL) إلى تركيزه في محلول حمض الخلل

الضعيف، فيرجح التفاعل العكسي وينقص $[CH_3COO^-]$

وفق قاعدة لوشاتوليه.

نتيجة: الأيون المشترك لمركبين أو أكثر في محلول يضعف

تأين المركب الضعيف التآين.

اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(1) محلول مائي لحمض التمل $HCOOH$ تركيزه الابتدائي

0.5 mol. L^{-1} وثابت تأينه 2×10^{-4} فتكون قيمة pH المحلول:

12 (b)

2 (a)

10^{-12} (d)

10^{-2} (c)

الحل: الحمض المرافق لـ CN^- هو HCN الحمض المرافق لـ CH_3COO^- هو CH_3COOH .

CH_3COOH هو الحمض الأقوى لأنه يرافق الأساس الأضعف.

(3) يتأين هيدروكسيد المغنيزيوم وفق المعادلة الآتية:

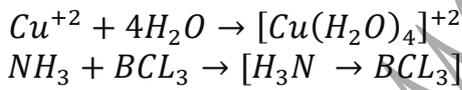


اشرح كيف تؤثر إضافة كمية قليلة من محلول حمض قوي على تأين المحلول.

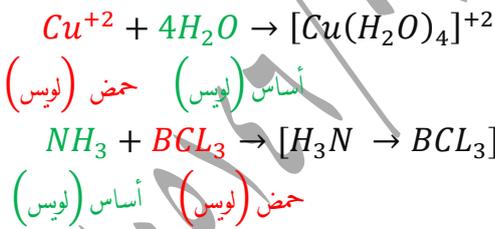
الحل: تتحد أيونات الهيدرونيوم المضافة مع أيونات الهيدروكسيد فينقص تركيزها ويرجع التفاعل المباشر وتذوب كمية إضافية من $Mg(OH)_2$.

(4) حدّد كلاً من حمض لويس، وأساس لويس في كل

من المعادلتين الآتيتين:



الحل:



رابعاً: حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى: يذاب 8g من محلول هيدروكسيد الصوديوم

بالماء المقطر، ونكمل الحجم إلى 2L والمطلوب حساب:

(1) $[OH^-]$ و $[H_3O^+]$.

(2) قيمة PH , POH للمحلول.

(3) حجم الماء المقطر اللازم إضافتها إلى 50ml من المحلول

السابق لتصبح قيمة PH = 11. (Na: 23 O: 16 H: 1).

ثانياً: يبين الجدول الآتي قيم ثابت التأيّن لبعض محاليل الحموض الضعيفة المتساوية التراكيز عند الدرجة 25°C.

الحمض	الصيغة	ثابت التأيّن K_a
سيانيد الهيدروجين	HCN	5×10^{-10}
حمض الكربون	H_2CO_3	4.3×10^{-7}
حمض النمل	HCOOH	1.8×10^{-4}
حمض فلوريد الهيدروجين	HF	7.2×10^{-4}

اعتماداً على الجدول السابق أجب عن الأسئلة الآتية:

- حدّد الحمض الأقوى وما هو أساسه المرافق؟
- حدّد الحمض الأكبر قيمة PH والحمض الأصغر قيمة PH.
- في أي محلول يكون $[OH^-]$ أكبر؟
- حدّد الأساس المرافق الأقوى للمحاليل السابقة.

الحل: (1) حمض فلوريد الهيدروجين وأساسه المرافق F^- .

(2) حمض سيانيد الهيدروجين أكبر قيمة PH وحمض فلوريد

الهيدروجين أصغر قيمة PH.

(3) محلول حمض سيانيد الهيدروجين.

(4) CN^- أقوى أساس مرافق لأضعف حمض HCN.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

(1) رتب المحاليل الآتية المتساوية التراكيز تصاعدياً حسب تزايد قيمة PH



الحل: $HNO_3 \rightarrow HCN \rightarrow NH_4OH \rightarrow KOH$

(2) إذا علمت أنّ أيون السيانيد CN^- أساس أقوى

من أيون الخلات CH_3COO^- ما هو الحمض المرافق

لكل منهما، وأي الحمضين أقوى؟ فسّر ذلك.

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1} \quad (3)$$

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

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

$$[H_3O^+] = \frac{[H_3O^+]}{10} \text{ أي ينقص التركيز عشر مرات}$$

المسألة الثالثة: محلول لحمض التمل له $pH = 2$ وثابت تأينه

$$2 \times 10^{-4} \text{ والمطلوب:}$$

(1) اكتب معادلة تأين هذا الحمض ثم حدّد الأزواج المترافقة

أساس/حمض حسب برونشتد - لوري.

(2) احسب قيمة pOH المحلول ثم احسب تركيز الحمض

الابتدائي.

(3) احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10 ml منه

لتصبح قيمة $pH = 3$.



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

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pOH = 14 - 2 = 12 \quad (2)$$

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

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a C_a}$$

$$\Rightarrow 10^{-2} = \sqrt{2 \times 10^{-4} \times C_a} \Rightarrow$$

$$C_a = \frac{10^{-4}}{2 \times 10^{-4}} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad (3)$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a C'_a}$$

$$\Rightarrow 10^{-3} = \sqrt{2 \times 10^{-4} \times C'_a}$$

$$C'_a = \frac{10^{-6}}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n = n$$

قبل التمديد بعد التمديد

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$0.5 \times 10 = 0.005 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 1000 \text{ ml}$$

$$V = 1000 - 10 = 990 \text{ ml} \text{ حجم الماء المضاف:}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8}{40} = 0.2 \text{ mol} \quad (\text{الحل: 1})$$

$$C_b = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

هدروكسيد الصوديوم أساس قوي وحيد الوظيفة الأساسية.

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

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

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

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

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

$$pH = 11 \Rightarrow pOH = 14 - pH = 14 - 11 = 3 \quad (3)$$

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

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

$$n = n$$

قبل التمديد بعد التمديد

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 10^{-1} \times 50 = 10^{-3} V_2$$

$$V_2 = 5000 \text{ ml}$$

حجم الماء المقطر اللازم إضافته:

$$V = 5000 - 50 = 4950 \text{ ml}$$

المسألة الثانية: محلول لحمض سيانيد الهدروجين له $pH = 5$

ودرجة تأينه $5 \times 10^{-3} \%$ والمطلوب:

(1) اكتب معادلة تأين الحمض السابق.

(2) احسب قيمة كل من التركيز الابتدائي للحمض السابق

وثابت تأينه.

(3) بين بالحساب كيف يتغير $[H_3O^+]$ عندما تصبح $pH = 6$.



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

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

$$\Rightarrow C_a = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

حساب ثابت تأين الحمض: $[H_3O^+] = \sqrt{K_a C_a}$

$$\Rightarrow 10^{-5} = \sqrt{K_a \times 0.2} \Rightarrow 10^{-10} = K_a \times 0.2$$

$$K_a = \frac{10^{-10}}{0.2} = 5 \times 10^{-10}$$

5) نمدد المحلول السابق 10 مرات احسب pOH المحلول الجديد بعد التمديد .



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

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3} mol.L^{-1} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \Rightarrow 2 \times 10^{-2} = \frac{10^{-3}}{C_b} \quad (3)$$

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

$$[OH^-] = \sqrt{C_b K_b} \quad (4)$$

$$10^{-3} = \sqrt{0.05 \times K_b} \Rightarrow K_b = \frac{10^{-6}}{0.05}$$

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

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad (5)$$

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

$$C_2 = 5 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$$

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

$$\Rightarrow [OH^-] = \sqrt{0.005 \times 2 \times 10^{-5}}$$

$$= \sqrt{10^{-7}} = 10^{-3.5} mol.L^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-3.5} = 3.5$$

التفكير الناقد: نضيف 200mL محلول حمض كلور الماء تركيزه

0.2mol.L⁻¹ إلى 200mL من محلول حمض الكبريت

تركيزه 0.1mol.L⁻¹ احسب قيمة PH المحلول الناتج .

الجواب: في حمض كلور الماء: [H₃O⁺]=0.2mol.L⁻¹ لكن

بعد المزج يكون التركيز الجديد لأيونات الهدرونيوم: C.V=C'.V'

$$C'=0.1mol.L^{-1} : 0.2 \times 200 = C' \times 400$$

في حمض الكبريت: [H₃O⁺]=2C_a=0.2mol.L⁻¹:

لكن بعد المزج يكون التركيز الجديد لأيونات

$$C.V=C'.V' : \text{الهدرونيوم}$$

المسألة الرابعة: محلول مائي لحمض الكبريت بفرض أنه تام

التأين له قيمة pH = 1 والمطلوب:

1) اكتب معادلة تأين هذا الحمض.

2) احسب تركيز هذا الحمض .

3) احسب كتلة حمض الكبريت في 50ml من محلول

الحمض السابق .

4) نضيف بالتدرج 10ml من محلول الحمض السابق إلى

90ml من الماء المقطر احسب قيمة pH للمحلول الجديد .

$$.(S:32 \quad O:16 \quad H:1)$$



$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-1} mol.L^{-1}$$

حمض الكبريت قوي ثنائي الوظيفية الحمضية:

$$[H_3O^+] = 2C_a \Rightarrow C_a = \frac{[H_3O^+]}{2} = \frac{0.1}{2}$$

$$[H_3O^+] = 0.05 mol.L^{-1}$$

$$m = C.V.M \quad (3)$$

$$m = 0.05 \times 50 \times 10^{-3} \times 98 = 0.245g$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad (4)$$

$$0.1 \times 10 = C_2 \times 100$$

$$C_2 = 10^{-2} mol.L^{-1}$$

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

المسألة الخامسة: محلول مائي للتشادر له pOH = 3 ودرجة

تأينه 2% المطلوب:

1) اكتب معادلة تأين التشادر ثم حدّد الأزواج المترافقة

أساس/حمض حسب برونشتد - لوري .

2) احسب [OH⁻] للمحلول .

3) احسب التركيز الابتدائي للمحلول .

4) احسب ثابت تأين التشادر .

$$C' = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} : \text{بالتالي } 0.2 \times 200 = C' \times 400$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{total}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} : \text{بالتالي}$$

$$\text{PH} = -\text{Log}[\text{H}_3\text{O}^+] = -\text{Log}(0.2) = 0.7$$

----- انتهى البحث -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

المحاليل المائية للأملح

قطبيّة الأملح :

نشاط: 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^-

تعريف الملح: مركب أيوني يتمتع بخاصية قطبية يتألف من جزأين :

- جزء أساسي موجب أيون معدني أو أكثر أو جذر أمونيوم أو أكثر.
- جزء حمضي سالب أيون لا معدني أو أكثر أو جذر حمضي أو أكثر.

تصنيف الأملح وفق ذوبانيّتها:

ذوبانية الملح: هي تركيز الملح في محلوله المشبع عند درجة حرارة محدّدة وهي ثابت فيزيائيّ خاص بكلّ ملح ويُرّمز لها بالرمز (S) ولها نوعان:

(1) ذوبانية كئيّة للملح تقدر $(g \cdot L^{-1})$.

(2) ذوبانية موليّة للملح تقدر $(mol \cdot L^{-1})$.

ملاحظات: (1) تصنّف محاليل الأملح إلى (غير مشبعة - مشبعة - فوق مشبعة).

فالحلول غير المشبع هو الذي يذوب فيه كمية إضافية من الملح. وأما المحلول المشبع فلا تذوب فيه كمية إضافية من الملح. وأما المحلول فوق المشبع فهو المحلول الملحي الذي يتشكل فيه راسب.

(2) الأملح الذوّابة: قيمة ذوبانيّتها أكبر من $0.1 mol \cdot L^{-1}$ عند الدرجة $25^\circ C$. مثل أملح الصوديوم والبوتاسيوم والنترات والحلات.

(3) الأملح قليلة الذوبان: قيمة ذوبانيّتها أقل من

$0.001 mol \cdot L^{-1}$ عند الدرجة $25^\circ C$ مثل ملح كربونات

الكالسيوم، كبريتات الباريوم، كبريتات الفضة، كلوريد الفضة، كلوريد الرصاص، فوسفات ثلاثي الكالسيوم.

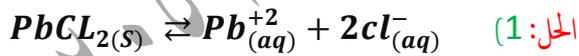
التوازن غير المتجانس للأملح قليلة الذوبان:

نشاط: عند وضع كميّة من ملح كلوريد الرصاص في الماء يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب (أيونات الكلوريد وأيونات الرصاص) المطلوب:

(1) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس للملح.

(2) اكتب عبارة الجداء الأيوني Q.

(3) اكتب عبارة ثابت جداء الذوبانية K_{sp} إذا كان محلوله مشبع.

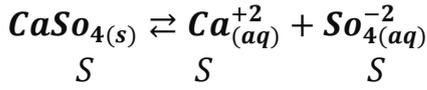


(2) $Q = [Pb^{+2}][Cl^-]^2$

(3) $K_{sp} = [Pb^{+2}][Cl^-]^2$

نتيجة: الجداء الأيوني Q: يمثّل جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان مرفوعة كلّ منها إلى أسّ يساوي أمثالها التفاعلية قبل الوصول لحالة الإشباع.

معادلة التوازن غير المتجانس:



$$K_{sp}(CaSO_4) = [Ca^{+2}][SO_4^{-2}]$$

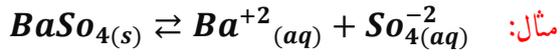
$$K_{sp}(CaSO_4) = (S) \cdot (S) = S^2$$

$$K_{sp}(CaSO_4) = (5 \times 10^{-3})^2 = 25 \times 10^{-6}$$

تطبيقات جداء الذوبان:

(1) ترسيب ملح في محلوله المشبع:

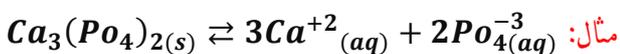
عندما يُضاف إلى المحلول المشبع ملح قليل الذوبان مادة تحتوي على أحد أيونات هذا الملح فإن تركيز هذا الأيون **سيزداد** في المحلول فيصبح $Q > K_{sp}$ أي المحلول فوق مشبع **فتترسب** كمية من الملح قليل الذوبان حتى الوصول لحالة توازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه).



عند إضافة حمض الكبريت **يزداد** تركيز أيونات الكبريتات في المحلول فيصبح $Q > K_{sp}$ أي المحلول فوق مشبع **فتترسب** كمية من ملح كبريتات الباريوم حتى الوصول لحالة توازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه).

(2) إذابة ملح قليل الذوبان:

عندما يُضاف إلى محلول ملح قليل الذوبان مادة تتفاعل مع أحد أيونات هذا الملح وينتج مركب **ضعيف التأين** فإن تركيز هذا الأيون **سيناقص** في المحلول ويصبح $Q < K_{sp}$ أي المحلول غير مشبع **فتذوب** كمية إضافية من هذا الملح حتى الوصول لحالة توازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه).



أما ثابت جداء الذوبان K_{sp} يمثل جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان، مرفوعة كل منها إلى أس يساوي أمثالها التفاعلية في المحلول المشبع. ونميز ثلاث حالات:

$$Q < K_{sp} \text{ المحلول غير مشبع.}$$

$$K_{sp} = Q \text{ المحلول مشبع.}$$

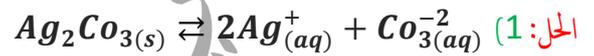
$$Q > K_{sp} \text{ المحلول فوق مشبع (يتشكل راسب من الملح).}$$

تطبيق: محلول مائي مشبع ملح كربونات الفضة ذوبانيته المولية S

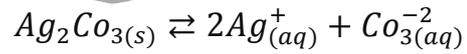
(1) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

(2) اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت جداء الذوبان ثم

استنتج قيمة جداء ذوبان بدلالة S.



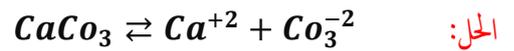
(2) ثابت جداء الذوبان: $K_{sp} = [Ag]^{+2}[CO_3^{-2}]$



$$K_{sp}(Ag_2CO_3) = (2S)^2(S) = 4S^3$$

نشاط: اكتب علاقة K_{sp} لكل من الأملاح قليلة الذوبان

الآتية: $Ca_3(PO_4)_2 - Ag_2S - CaCO_3$



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



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



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

تطبيق: تستخدم كبريتات الكالسيوم (الجبس) $CaSO_4$ في

جبائر تثبيت العظام المكسورة المطلوب:

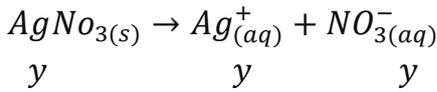
احسب ثابت جداء الذوبان للمحلول المائي لكبريتات

الكالسيوم إذا علمت أن ذوبانيته الكتلية $0.68 \text{ g} \cdot L^{-1}$.

الحل: $C_{(mol.L^{-1})} = \frac{C_{(g.L^{-1})}}{M_{(CaSO_4)}} = \frac{0.68}{136}$

$$C = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

4) يتمية الملح المضاف وفق المعادلة:



تركيز الأيونات المضافة:

$$y = [AgNO_{3(s)}] = [Ag^+_{(aq)}] = [NO_{3(aq)}^-]$$

تركيز أيونات الفضة الجديد في المحلول:

$$[Ag^+_{(aq)}]' = 1.5 \times 10^{-5} + 2.5 \times 10^{-5}$$

$$= 4 \times 10^{-5} mol.L^{-1}$$

$$Q_{(AgCl)} = [Ag^+][Cl^-]$$

$$Q_{(AgCl)} = (4 \times 10^{-5})(2.5 \times 10^{-5})$$

$$Q_{(AgCl)} = 10 \times 10^{-10}$$

$$Q_{(AgCl)} > K_{sp}$$

المحلول فوق مشبع فيترسب قسم من ملح كلوريد الفضة.

5) إضافة مادة تأينها تام أو ذوابة تحتوي على أحد أيونات

هذا الملح مثل: KCl .

تطبيق: يضاف $100ml$ من محلول نترات الرصاص

$Pb(NO_3)_2$ ذي التركيز $0.05 mol.L^{-1}$ إلى

$400ml$ من محلول $NaCl$ ذي التركيز $0.1 mol.L^{-1}$

فإذا كان $K_{sp}(PbCl_2) = 1.6 \times 10^{-6}$ في شروط

التجربة المطلوب أبتين حسابياً إن كان جزء من

ملح كلوريد الرصاص $PbCl_2$ يترسب أولاً؟

الحل: $PbCl_{2(s)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)}$

نحسب التراكيز بعد المزج C' :

$$[Pb(NO_3)_2] = \frac{0.05 \times 100}{500} = 0.01 mol.L^{-1}$$

$$[NaCl] = \frac{0.1 \times 400}{500} = 0.08 mol.L^{-1}$$

احسب قيمة الجداء الأيوني للملح:

$$Q_{(PbCl_2)} = [Pb^{+2}][Cl^-]^2$$

$$Q_{(PbCl_2)} = (0.01) \times (0.08)^2 = 64 \times 10^{-6}$$

عند إضافة حمض كلور الماء تتحد أيونات الهيدرونيوم الناتجة

عن تأينه مع أيونات الفوسفات وينتج حمض الفوسفور H_3PO_4

ضعيف التأيين فيتناقص تركيز أيونات الفوسفات ويصبح

$Q < K_{sp}$ أي المحلول غير مشبع فتذوب كمية إضافية من

ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم حتى الوصول لحالة

توازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليه).

تطبيق: محلول مائي مشبع لملح كلوريد الفضة قليل الذوبان،

إذا علمت أن له $K_{sp}(AgCl) = 6.25 \times 10^{-10}$

في شروط التجربة المطلوب:

1) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2) احسب تركيز أيونات الكلوريد في محلوله المشبع.

3) احسب ذوبانية هذا الملح $g.L^{-1}$

4) يضاف إلى محلول الملح السابق مسحوق ملح نترات الفضة

بحيث يصبح تركيزه $1.5 \times 10^{-5} mol.L^{-1}$ اكتب معادلة إماعة

ملح نترات الفضة ثم أبتين بالحساب إن كان يترسب

ملح كلوريد الفضة أولاً.

5) اقترح طريقة ثانية لترسيب هذا الملح في محلوله المشبع.

الحل: 1) $AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

$$S \quad S \quad S$$

$$K_{sp}(AgCl) = [Ag^+][Cl^-] \quad (2)$$

$$6.25 \times 10^{-10} = S^2$$

$$S = 2.5 \times 10^{-5} mol.L^{-1}$$

$$s = [Cl^-] = [Ag^+]$$

$$S_{(g.L^{-1})} = C (mol.L^{-1}) \cdot M_{(AgCl)} \quad (3)$$

$$M_{(AgCl)} = 108 + 35.5 = 134.5 g.mol^{-1}$$

$$S_{(g.L^{-1})} = 2.5 \times 10^{-5} \times 134.5$$

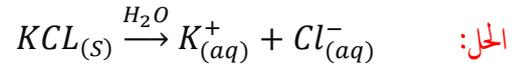
$$= 3.5875 \times 10^{-7} g.L^{-1}$$

أقارب النتائج بما أن: $Q_{(PbCl_2)} > K_{sp}(PbCl_2)$

الحلول فوق مشبع يتشكل راسب من $(PbCl_2)$.
حلمهة الملح:

- حلمهة الأملاح: هو تفاعل أيونات الملح الناتج من الحمض الضعيف أو الأساس الضعيف مع الماء - وهو تفاعل عكوس - ينتج عن التفاعل حمض وأساس أحدهما أو كلاهما ضعيف - وغالباً يرافقه تغير في قيمة pH للحلول .
- أيونات الملح الناتجة من حمض قوي أو أساس قوي حيادية لا تتفاعل مع الماء، أي لا تتحلل.

تطبيق: أكتب معادلة إمهاة ملح كلوريد البوتاسيوم ثم أحدد طبيعة الوسط مفسراً الإجابة.



الوسط معتدل لأن أيونات الملح حيادية لا تتحلل.

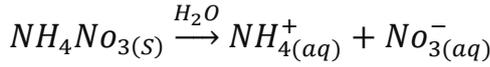
- المحاليل المائية للأملاح الذوابة حمضية أو أساسية أو معتدلة ويعود هذا الاختلاف إلى قوة الحموض والأسس التي اشتقت منها تلك الأملاح.

A: حلمهة ملح ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف:

نشاط: محلول مائي ملح نترات الأمونيوم المطلوب:

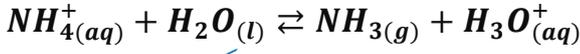
- (1) أكتب معادلة إمهاة الملح.
- (2) أكتب معادلة حلمهة هذا الملح ثم أحدد طبيعة الوسط الناتج.
- (3) أكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح.
- (4) استنتج العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح وثابت تأين المحلول المائي للنشادر.

الحل: (1) يتمية ملح نترات الأمونيوم وفق المعادلة الآتية:



(2) أيون النترات حيادي لا يتفاعل مع الماء أما أيون

الأمونيوم يتفاعل مع الماء (يتحلل) وفق المعادلة الآتية:



(3) إن الحلمهة تحدث للأيون الضعيف من الملح (الجزء

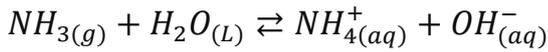
الأساسي $NH_4^+(aq)$ وينتج أيون H_3O^+ مما يدل

على أن المحلول أصبح حمضياً وقيمة $pH < 7$ و ثابت

التوازن لهذا التفاعل، يسمى بثابت الحلمهة ويعطى

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

(4) النشادر يتأين بالماء وفق المعادلة:



و ثابت تأينه: $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$ فيكون:

$$K_h K_b = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} \times \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = K_w$$

نتيجة: عند حلمهة الأملاح الناتجة عن حمض قوي

وأساس ضعيف يتحلل الأيون الناتج عن الأساس

الضعيف وتكون قيمة $pH < 7$.

$$K_h K_b = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} = K_w$$

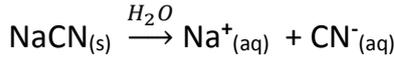
تطبيق: محلول مائي ملح نترات الأمونيوم تركيزه

0.18 mol.L^{-1} إذا علمت أن ثابت تأين محلول

النشادر عند الدرجة $25^\circ C$ يساوي 1.8×10^{-5} احسب:

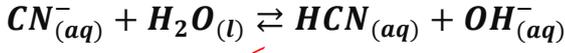
- (1) قيمة ثابت حلمهة هذا الملح.
- (2) قيمة كل من $[H_3O^+]$, $[OH^-]$
- (3) قيمة pH المحلول ثم أحدد طبيعة المحلول الناتج.
- (4) النسبة المئوية المتحللة من هذا الملح.

الحل: 1) يتمية ملح سيانيد الصوديوم وفق المعادلة الآتية:



2) أيون الصوديوم حيادي لا يتفاعل مع الماء أما أيون

السيانيد يتفاعل مع الماء (يتحلّمه) وفق المعادلة الآتية:



إنّ الحملة تحدث للأيون الضعيف من الملح (الجزء

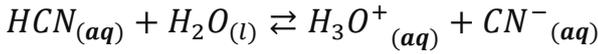
الحمضي) CN^- وينتج أيون OH^- مما يدلّ على

أنّ المحلول أصبح أساسياً وقيمة $\text{pH} > 7$.

3) ثابت التوازن لهذا التفاعل يسمى بثابت الحملة

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

4) يتأين حمض السيانيد الهيدروجين بالماء وفق المعادلة:



و ثابت تأينه: $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]}$ فيكون:

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

نتيجة: عند حملة الأملاح الناتجة عن حمض ضعيف

وأساس قوي يتحلّمه الأيون الناتج عن الحمض

الضعيف وتكون قيمة $\text{pH} > 7$ و $K_h K_a = K_w$

تطبيق: محلول مائي ملح خلاص الصوديوم تركيزه 0.2 mol.L^{-1}

و قيمة ثابت تأين حمض الخل في شروط التجربة 2×10^{-5}

1) احسب قيمة pOH هذا المحلول.

2) استنتج طبيعة المحلول الناتج.

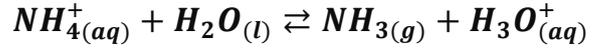
3) يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول NaOH

بحيث تركيزه 0.01 mol.L^{-1} احسب النسبة المئوية المتحلّمة

من ملح خلاص الصوديوم في هذه الحالة.

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = \frac{1}{1.8} \times 10^{-9} \quad \text{الحل: 1)}$$

2) الملح نترات الأمونيوم يتحلّمه وفق المعادلة الآتية:



0.18 0 0

0.18 - x x x

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$\frac{10^{-9}}{1.8} = \frac{x^2}{0.18 - x}$$

تُهمل x أمام 0.18 من المقام لصغرهما 10^{-10}

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log[10^{-5}] = 5 \quad \text{3)}$$

والوسط حمضي $\text{PH} = 5 < 7$

4) حساب النسبة المئوية المتحلّمة من الملح في هذه الحالة:

كل 0.18 mol.L^{-1} من ملح نترات الأمونيوم يتحلّم منه 10^{-5}

كل 100 mol.L^{-1} من ملح نترات الأمونيوم يتحلّم منه y .

$$y = \frac{10^{-5} \times 100}{0.18} = 5.5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

وتكتب ككسبة مئوية: $y = 5.5 \times 10^{-3} \%$

B: حملة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي:

نشاط: محلول مائي ملح سيانيد الصوديوم المطلوب:

1) اكتب معادلة إمارة الملح.

2) اكتب معادلة حملة هذا الملح ثم أحدّد طبيعة الوسط.

3) اكتب عبارة ثابت حملة هذا الملح

4) استنتج العلاقة بين ثابت حملة هذا الملح K_h وثابت

تأين حمض السيانيد K_a .

$$x = \frac{5 \times 10^{-10}(0.2)}{0.01} = 10^{-8} \text{mol.L}^{-1}$$

حساب النسبة المئوية المتحلّمة من خلات الصوديوم في هذه الحالة:

كل 0.2 mol.L^{-1} من ملح خلات الصوديوم يتحلّم منه 10^{-8}

كل 100 mol.L^{-1} من ملح خلات الصوديوم يتحلّم منه y .

$$y = \frac{10^{-8} \times 100}{0.2} = 5 \times 10^{-6} \text{mol.L}^{-1}$$

وتكتب كنسبة مئوية: $y = 5 \times 10^{-6} \%$

نشاط: محلول مائيّ للملح سيانيد الصوديوم تركيزه 0.05 mol.L^{-1}

إذا علمت أنّ قيمة ثابت حلمة هذا الملح 2×10^{-5}

(1) حساب قيمة pH هذا المحلول.

(2) ما طبيعة هذا المحلول؟ علّل إجابتك.

الحل: (1) $CN^{-} + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^{-}$

تراكيز البدء 0.05 0 0

توازن $0.05 - x$ x x

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

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

تُهمل x لصغرها. $2 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.05}$ وبالتالي: $x^2 = 10^{-6}$

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

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

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

(2) طبيعة الوسط أساسي لأن: $pH > 7$

C: حلمة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف:

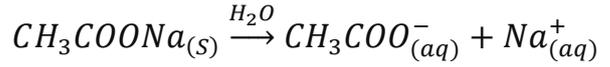
نشاط: محلول مائيّ للملح خلات الأمونيوم المطلوب:

(1) اكتب معادلة إمارة هذا الملح.

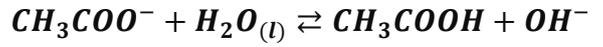
(2) اكتب معادلة حلمة هذا الملح.

(3) اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح.

الحل: (1) يتميه ملح خلات الصوديوم وفق المعادلة:



ويتحلّمه وفق المعادلة:



تراكيز بدء 0.2 0 0

تراكيز توازن $0.2 - x$ x x

علاقة ثابت الحلمة بدلالة التراكيز:

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

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

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.2 - x} \quad \text{نعوض بـ } K_h :$$

تُهمل x أمام 0.2 من المقام لصغرها $x^2 = 10^{-10}$

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

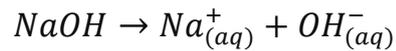
$$pOH = -\log[OH^{-}] = -\log[10^{-5}] = 5$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 5 = 9$$

(2) طبيعة المحلول الناتج عن الحلمة أساسية لأن

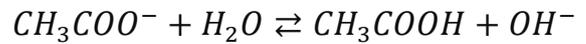
$$pH = 9 > 7$$

(3) يتأين $NaOH$ كلياً بالماء وفق المعادلة:



$$[NaOH] = [Na^{+}] = [OH^{-}] \quad \text{حيث:}$$

حساب النسبة المئوية المتحلّمة من خلات الصوديوم في هذه الحالة:



تراكيز بدء 0.2 0 0

تراكيز توازن $0.2 - x$ x $0.01 + x$

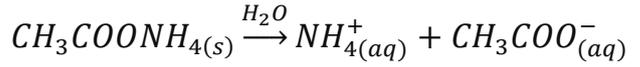
علاقة ثابت الحلمة بدلالة التراكيز:

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

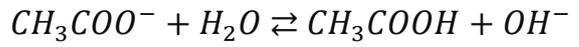
$$5 \times 10^{-10} = \frac{x(0.01+x)}{0.2-x} \quad \text{بالتعويض:}$$

تُهمل x أمام 0.01 في البسط، تُهمل x أمام 0.2 في المقام

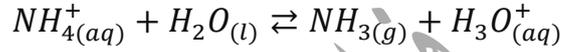
الحل: (1) يتمية ملح خلات الأمونيوم وفق المعادلة الآتية:



(2) يتفاعل أيون الخلات مع الماء (يتحلّمه) وفق المعادلة الآتية:



يتفاعل أيون الأمونيوم مع الماء (يتحلّمه) وفق المعادلة الآتية:



بجمع المعادلتين السابقتين تنتج المعادلة المثلّة لحممة ملح خلات الأمونيوم:



$$K_h = \frac{[NH_3][CH_3COOH]}{[NH_4^+][CH_3COO^-]} \quad (3) \text{ ثابت الحممة:}$$

يُضرب البسط والمقام للطرف الأيمن لعلاقة K_h بالجداء

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] \text{ للماء الأيوني}$$

$$K_h = \frac{[NH_3]}{[NH_4^+][OH^-]} \times \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-][H_3O^+]} [H_3O^+][OH^-]$$

$$K_h = \frac{1}{K_b} \times \frac{1}{K_a} \times K_w$$

ملاحظات: (1) الأملاح الناتجة عن تفاعل حمض ضعيف

وأساس ضعيف تتحلّمه بتفاعل جزئي الملح الحمضي

والأساسي مع الماء.

(2) ثابت لحممة الملح يعطى بالعلاقة:

$$K_h \times K_a \times K_b = 10^{-14}$$

(3) تتوقف قيمة pH المحلول على قوّة كل من الحمض

والأساس الناتجين عن الحممة:

(a) إذا كان $K_a > K_b$ فإن $[H_3O^+] > [OH^-]$

أي الوسط حمضي (بقليل $pH < 7$)

(b) إذا كان $K_a < K_b$ فإن $[H_3O^+] < [OH^-]$

أي الوسط أساسي (بقليل $pH > 7$).

(c) إذا كان $K_a = K_b$ فإن $[H_3O^+] = [OH^-]$

أي الوسط معتدل (حالة نادرة $pH = 7$).

المحاليل المنظمة للحموضة:

يتألف المحلول المنظم للحموضة من محلول حمض ضعيف وأحد

أملاحه الذوّابة أو من محلول أساس ضعيف وأحد أملاحه الذوّابة.

فمحلول حمض الخلّ وخلّات الصوديوم يحدّ من تغيّر قيمة pH

المحلول عندما نضيف له كمّيّة قليلة من حمض قويّ أو

أساس قويّ. ومحلول هيدروكسيد الأمونيوم وكوريد الأمونيوم يحدّ

من تغيّر قيمة pH المحلول عندما نضيف له كمّيّة قليلة من

حمض قويّ أو أساس قويّ.

اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

(1) الملح الذوّاب الذي يتحلّمه في الماء من الأملاح

الآتية هو:

(a) KCl (b) NaNO₃

(c) NH₄NO₃ (d) CaSO₄

التفسير: ملح نترات الأمونيوم بحوي على أيوم الأمونيوم الذي

يتحلّمه أما ملح كلوريد البوتاسيوم ونترات الصوديوم فهما ملحان

ناتجان عن حمض قويّ وأساس قويّ فجزأي الملح

لا يتحلّمهان أما ملح كبريتات الكالسيوم فهو ملح شحيح

الذوّاب ولا يتحلّمه.

(2) المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل

الآتية المتساوية التراكيز هو:

(a) NaCl (b) CH₃COONH₄



(5) إذا علمت أن $K_{sp}(AgCl) = 6.25 \times 10^{-10}$

عند درجة حرارة معينة، فيكون تركيز أيونات الفضة مقدراً بـ $mol.L^{-1}$ في المحلول المشبع $AgCl$ مساوياً:

(a) 1.25×10^{-10} (b) 2.5×10^{-10}

(c) 2.5×10^{-5} (d) 6.25×10^{-5}

(6) عند تمديد محلول مائي للملح KNO_3 تركيزه $2.4 mol.L^{-1}$

بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أمثال

حجمه، يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً $mol.L^{-1}$ هو:

(a) 0.6 (b) 0.4

(c) 0.3 (d) 0.2

التفسير: عند إضافة ثلاثة أمثال حجم الماء إلى حجم المحلول

الأصلي يصبح حجم المحلول النهائي أربعة أضعاف ما كان عليه وبالتالي ينقص التركيز إلى الربع.

ثانياً: اعطِ تفسيراً علمياً:

(1) ذوبان ملح نترات البوتاسيوم بالماء لا يعدّ حلمة.

الجواب: لأن الأيونات الناتجة عن تأين هذا الملح

حيادية لا تتفاعل مع الماء.

(2) جميع الأملاح تتمتع بخاصية قطبية.

الجواب: لأنها تتألف من شق موجب أساسي وشق سالب حمضي.

(3) أملاح الصوديوم شديدة الذوبان بالماء.

الجواب: لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في

بلوراته أصغر من قوى التجاذب بين أيونات الملح

وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.



التفسير: ملح خلات الصوديوم ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي فله صفة أساسية أما ملح كلوريد الصوديوم فملح ناتج عن

حمض قوي وأساس قوي وجزأي الملح لا يتحلماز

بالتالي المحلول معتدل أما ملح نترات الأمونيوم فملح ناتج عن

حمض قوي وأساس ضعيف فله صفة حمضية أما ملح خلات

الأمونيوم فملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف وبما

أن $K_a = K_b$ فالمحلول معتدل.

(3) يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور

المذاب في محلول مائي للملح قليل الذوبان هو:



التفسير: لأن ملح كرومات الرصاص قليل الذوبان أما بقية

الأملاح فهي ذوابة.

(5) محلول مائي للملح Na_2CO_3 تركيزه $1.6 mol.L^{-1}$

يُمدد بإضافة كمية من الماء المقطر إليه بحيث يصبح حجمه

أربعة أضعاف ما كان عليه، فيكون التركيز الجديد

لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً:

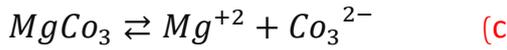
(a) $0.6 mol.L^{-1}$ (b) $0.4 mol.L^{-1}$

(c) $0.8 mol.L^{-1}$ (d) $0.2 mol.L^{-1}$

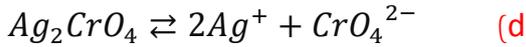
التفسير: عندما يزداد الحجم أربعة أضعاف ينقص التركيز إلى الربع

أي $0.4 mol.L^{-1}$ لكن بما أن تركيز أيونات الصوديوم

ضعفي تركيز الملح فإن تركيز أيونات الصوديوم $0.8 mol.L^{-1}$



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



$$K_{sp} = [Ag^+]^2[CrO_4^{2-}]$$

رابعاً: حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى: محلول مائيّ ملح خلات البوتاسيوم تركيزه

0.2 mol.L^{-1} فإذا علمت أنّ له $pH = 9$ عند الدرجة

$25^\circ C$ والمطلوب:

(1) اكتب معادلة حلمة هذا الملح.

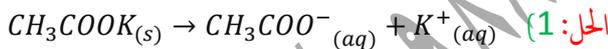
(2) احسب قيمة $[H_3O^+]$.

(3) احسب قيمة ثابت الحلمة للمحلول الملحيّ.

(4) احسب ثابت تأين حمض الخلّ.

(5) احسب النسبة المئوية المتحلّمة.

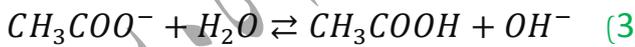
(6) ما طبيعة الوسط الناتج عن الحلمة؟ علّل إجابتك.



معادلة الحلمة:



$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1} \quad (2)$$



$$\begin{array}{ccc} 0.2 & 0 & 0 \\ \text{بدء} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 0.2 - x & x & x \\ \text{توازن} & & \end{array}$$

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

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

$$K_h = \frac{x^2}{0.2 - x} \quad \text{تعمل } x \text{ لصغرها أمام } 0.2$$

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

(4) ملح كرومات الفضة قليل الذوبان بالماء.

الجواب: لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في

بلوراته أكبر من قوى التجاذب بين أيونات الملح

وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.

ثالثاً: أجب عن السؤالين الآتيين:

(1) يجوي بشر محلول مشبع ملح $PbCrO_4$ قليل الذوبان

بالماء، يضاف إليه قطرات من محلول نترات الرصاص II عديم

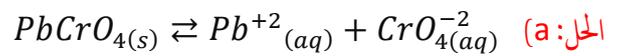
اللون فيتشكّل راسب من كرومات الرصاص II. المطلوب:

(a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس للملح كرومات الرصاص II.

(b) اشرح آلية الترسيب التي حدثت لقسم من هذا الملح.

(c) اقترح طريقة ثانية لترسيب قسم من هذا الملح.

(d) اقترح طريقة لفصل المحلول عن الراسب.



(b) يزداد تركيز أيونات الرصاص ويصبح $Q > K_{sp}$ تترسب كمية

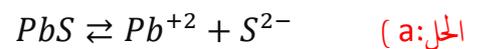
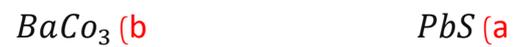
من هذا الملح.

(c) إضافة قطرات من محلول كرومات البوتاسيوم.

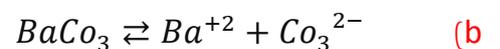
(d) يتم الفصل بالترشيح.

(2) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس، وعلاقة جداء

الذوبان لكل من محاليل الأملاح المشبعة الآتية:



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



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

$$K_h K_a = 10^{-14} \quad (4)$$

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

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

(6) طبيعة المحلول أساسي لأن $pH > 7$.

المسألة الثانية: محلول مائي مشبع ملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 تركيزه $0.015 \text{ mol. L}^{-1}$ والمطلوب:

(1) احسب ثابت جداء الذوبان للملح كبريتات الفضة.

(2) يضاف إلى محلول الملح السابق ملح كبريتات الصوديوم

Na_2SO_4 بحيث يصبح تركيزه في المحلول 0.01 mol. L^{-1}

بين حسابيا إن كان ملح كبريتات الفضة يترسب أولا

الحل: المحلول مشبع: $Ag_2SO_4(s) \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$



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

$$[SO_4^{2-}] = S = 1.5 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

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

$$K_{sp} = 1.35 \times 10^{-6}$$



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

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

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

$$Q = 22.5 \times 10^{-6}$$

$Q > K_{sp}$ المحلول فوق مشبع يتشكل راسب.

المسألة الثالثة: محلول مائي ملح نترات الأمونيوم NH_4NO_3

تركيزه $2 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$ فإذا علمت أن ثابت

تأين التشادر عند 25°C هو $K_b = 2 \times 10^{-5}$ المطلوب:

(1) اكتب معادلتى إمارة وحلمة هذا الملح.

(2) احسب قيمة ثابت الحلمة للمحلول الملحي.

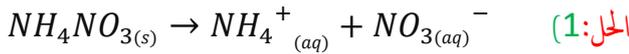
(3) احسب قيمة $[OH^-]$.

(4) احسب قيمة pH المحلول، ماذا تستنتج؟

(5) إذا أضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول

حمض كلور الماء تركيزه 0.01 mol. L^{-1} المئوية المتحللة

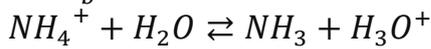
من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.



معادلة الحلمة: $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

$$K_h K_b = 10^{-14} \quad (2)$$

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



$$\begin{array}{ccc} 2 \times 10^{-3} & 0 & 0 \\ \text{بدء} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 2 \times 10^{-3} - x & x & x \\ \text{توازن} & & \end{array}$$

$$K_h = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x^2}{2 \times 10^{-3} - x}$$

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{2 \times 10^{-3}} \quad \text{تعمل X لصغرها}$$

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

$$x^2 = 10^{-12} \Rightarrow x = 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}$$

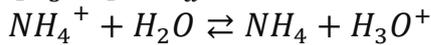
$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-6} = 6 \quad (4)$$

المحلول حمضي $pH < 7$.

(5) حمض كلور الماء قوي وحيد الوظيفة الحمضية.

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



$$\begin{array}{ccc} 2 \times 10^{-3} & 0 & 0 \\ \text{بدء} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 2 \times 10^{-3} - x & x & 0.01 + x \\ \text{توازن} & & \end{array}$$

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

ووفق قاعدة لوشاتوليه يرجح التفاعل العكسي وترسب كمية من الملح.

حل التفكير الناقد: استخدام المياه الكلسية يسبب ترسب

كربونات الكالسيوم على أجزاء في الغسالات أو سخانات المياه، وإلزامها يضاف كمية من محلول حمض كلور الماء، فسّر ذلك.

الجواب: تتفاعل أيونات الهيدرونيوم الناتجة من تأين حمض كلور الماء مع أيونات الكربونات فيتشكل حمض الكربون ضعيف التأين ويصبح $Q < K_{sp}$ لملاح كربونات الكالسيوم فيرجح التفاعل المباشر $CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{2+} + CO_3^{2-}$ وتذوب كمية إضافية من ملح كربونات الكالسيوم.

----- انتهى البحث -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

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

تُهمل x المضافة والمطروحة لصغرها.

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

$$x = \frac{2 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-10}}{0.01} = 10^{-10} \text{ mol.l}^{-1}$$

كل 2×10^{-3} يتحلل منها 10^{-10}

كل 100 يتحلل منها y

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

المسألة الرابعة: يضاف 200ml من محلول يحوي

$1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ من كلوريد الباريوم إلى 800ml

من محلول يحوي $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ من كبريتات

البوتاسيوم للحصول على محلول مشبع من كبريتات الباريوم.

(1) احسب قيمة جداء الذوبان K_{sp} لملاح كبريتات الباريوم.

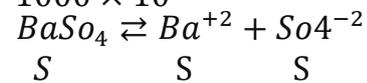
(2) يضاف قطرات من محلول حمض الكبريت المركز إلى

الحلول المشبع السابق ماذا تتوقع أن يحدث؟ علّل إجابتك.

وبين إذا كان ذلك يتفق مع قاعدة لوشاتوليه أو لا؟

الحل: (1) التراكيز الجديدة للملحين بعد المزج:

$$C = \frac{n}{v} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1000 \times 10^{-3}} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$



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

$$[SO_4^{-2}] = C_{Na_2SO_4} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

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

(2) عند إضافة حمض الكبريت يزداد تركيز أيونات الكبريتات

SO_4^{-2} فيصبح $Q < K_{sp}$ فتترسب كمية من الملح

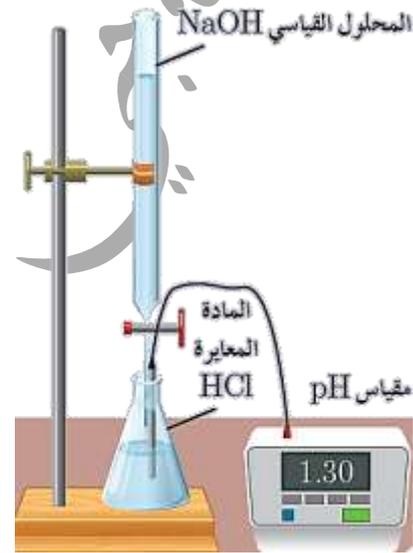
المعايرة الحجمية

المعايرة الحجمية حمض - أساس:

تفيد المعايرة الحجمية في تحديد تركيز أحد المواد المتفاعلة المجهولة التركيز بتفاعلها مع مادة أخرى تدعى المحلول القياسي (تركيزه معلوم ومحدد بدقة).

(1) معايرة حمض قوي بأساس قوي:

كمعايرة محلول حمض كلور الماء مجهول التركيز بمحلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي.



نضع بضعة قطرات من مشعر أزرق بروم التيمول إلى محلول حمض كلور الماء فيتلون المحلول باللون الأصفر ثم نضيف وبالتدرج قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم:

عند بدء المعايرة تكون قيمة الـ PH=1 ثم تزداد قيمة الـ PH

حتى القيمة 3 تقريباً ثم يحدث تغير مفاجئ في القيمة الـ PH

بين الـ 3 حتى الـ 11 ويتغير لون المحلول من الأصفر إلى الأزرق.

التفسير: تزداد قيمة PH المحلول تدريجياً نتيجة تناقص تركيز أيونات

الهيدرونيوم H_3O^+ لتفاعلها مع أيونات الهيدروكسيد OH^- المضافة

وفق المعادلة الأيونية الآتية: $H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(l)$

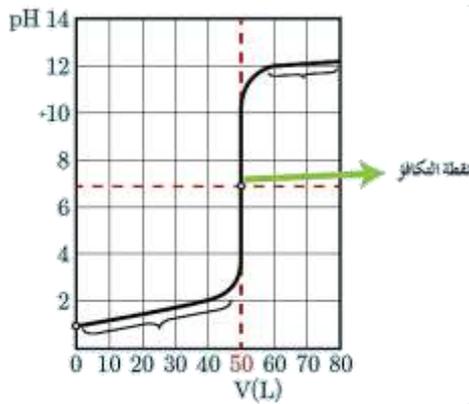
وعند اتحاد جميع أيونات الهيدرونيوم في المحلول الحمضي مع جميع

أيونات الهيدروكسيد المضافة نصل لنقطة نهاية المعايرة (نقطة التكافؤ)

وبإضافة قطرة من الأساس يتحول المحلول إلى أساسي

$PH=11$ فيتغير لون المحلول نتيجة تغير لون مشعر أزرق

بروم التيمول بتغير قيم PH المحلول مما يدل على انتهاء تفاعل المعايرة.



وعند نهاية تفاعل المعايرة يكون:

• عدد مولات أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ الابتدائية = عدد مولات

أيونات الهيدروكسيد OH^- المضافة. $n(OH^-) = n(H_3O^+)$

• $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7} mol.l^{-1}$

• قيمة $pH = 7$ عند نهاية تفاعل المعايرة والتي تقع ضمن

مجال المشعر أزرق بروم التيمول.

تطبيق (1): عند معايرة محلول حمض الكبريت تركيزه $0.05 mol.l^{-1}$

بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $0.2 mol.l^{-1}$ لزم $20 ml$

منه لإتمام المعايرة

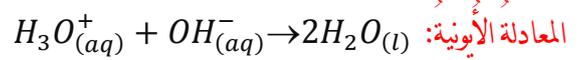
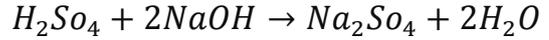
(1) أكتب معادلة التفاعل الحاصل، ثم أكتب المعادلة الأيونية لتفاعل

المعايرة الحاصل.

(2) احسب حجم محلول حمض الكبريت اللازم لإتمام المعايرة.

3 استنتج قيمة pH المحلول عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

الحل: (1) المعادلة الجزيئية:



2 حجم محلول حمض الكبريت اللازم لإتمام المعايرة:

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

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

حمض الكبريت تام التآين وثنائي الوظيفة الحمضية:

$$[H_3O^+] = 2C_a = 2 \times 0.05 = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

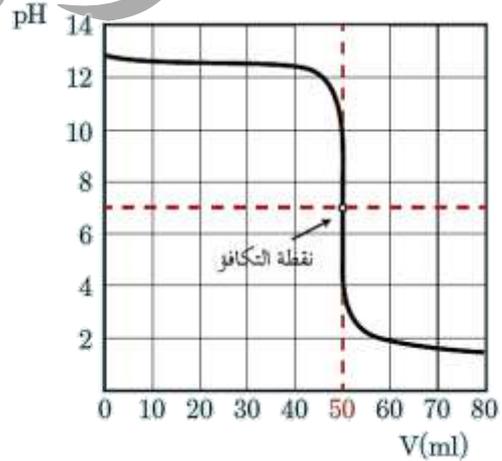
$$0.1 \times V_1 = 0.2 \times 20$$

$$V_1 = 40 \text{ ml}$$

3 الملح الناتج عن تفاعل حمض قوي بأساس قوي

تكون أيوناته حيادية لا تتفاعل مع الماء وبالتالي $P.H = 7$.

نشاط:



عند معايرة 50ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه

0.1 mol.l^{-1} بمحلول قياسي لحمض الآزوت تركيزه

0.1 mol.l^{-1} حيث يمثل الشكل السابق منحنى بيانياً

لتغيرات قيم pH المحلول بدلالة حجم الحمض المضاف والمطلوب:

1 ما قيمة pH المحلول هيدروكسيد الصوديوم لحظة بدء المعايرة؟

2 بين كيف يتغير $[OH^-]$ و pH المحلول خلال عملية

المعايرة.

3 ما قيمة PH لمحلول عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة؟ فسّر ذلك.

4 ما المشعر المناسب لهذه المعايرة؟

الحل: (1) من الشكل عند بدء المعايرة $pH = 13$.

2 تنقص قيمة PH المحلول تدريجياً نتيجة تناقص تراكيز أيونات

الهيدروكسيد OH^- لتفاعلها مع أيونات الهيدرونيوم H_3O^+

المضافة وفق المعادلة الأيونية الآتية:



3 عند اتحاد جميع أيونات OH^- مع جميع أيونات H_3O^+ تصبح

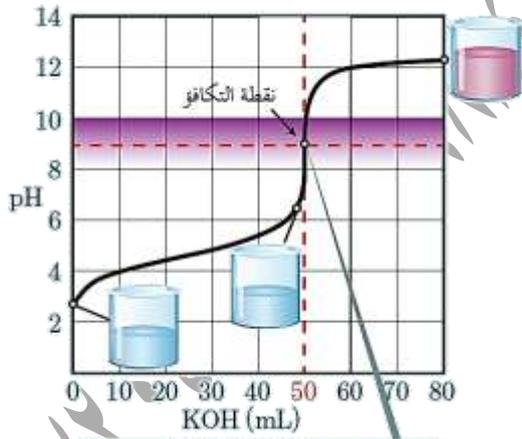
قيمة $pH = 7$ وتدعى نقطة نهاية المعايرة (نقطة التكافؤ).

4 المشعر المستعمل أزرق بروم التيمول لأن مداه بين

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

2 معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:

نشاط:



يمثل المنحني البياني تغير قيم pH لمحلول حمض الخل بدلالة

حجم الأساس المضاف (هيدروكسيد البوتاسيوم) عند معايرة حمض

الخل بوجود قطرات من مشعر فينول فتالين والمطلوب:

1 أتعرف قيمة pH المحلول في أثناء تفاعل المعايرة.

2 اكتب معادلة التفاعل الحاصل ثم اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل

المعايرة.

(2) عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة:

عدد أيونات $[OH]^-$ المضافة = عدد مولات الحمض

$$n_{(HCOOH)} = n_{(OH^-)}$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$C_1 \times 20 = 0.02 \times 15$$

$$C_1 = \frac{0.02 \times 15}{20} = 15 \times 10^{-3} mol.l^{-1}$$

$$m = C.V.M \quad (3) \text{ كتلة الحمض:}$$

$$m = 0.015 \times 0.4 \times 46 = 0.267g$$

(4) المشعر المستعمل الفينول فتالين لأن مجاله من

(10 → 8.2) يحوي قيمة pH نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

(3) معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:

نشاط: عند معايرة 50ml من محلول هيدروكسيد الأمونيوم

تركيزه $0.1 mol.l^{-1}$ بمحلول قياسي لحمض كلور الماء

$0.1 mol.l^{-1}$ بوجود قطرات من مشعر أحمر المتيل

وباستخدام مقياس pH كانت النتائج كما في الجدول الآتي:

حجم HCL	0	10	20	30	40	50	60
قيمة pH	11.12	10.2	9.6	9.1	8.7	5.27	2.71

(1) ارسم المنحني البياني لتغيرات قيم ال pH بدلالة حجم

الحمض المضاف.

(2) أحدد قيمة pH محلول هيدروكسيد الأمونيوم لحظة بدء المعايرة.

(3) أتعرف كيف تتغير قيمة pH المحلول خلال عملية المعايرة.

(4) أحدد قيمة pH المحلول عند نقطة نهاية تفاعل.

الحل:

(3) أحدد قيمة pH عند نقطة انتهاء تفاعل المعايرة.

(4) استنتج طبيعة الوسط عند الوصول لنقطة التكافؤ.

الحل: (1) في البداية المحلول حمضي $pH \approx 3$ وبإضافة قطرات

من الأساس تزداد قيمة pH تدريجياً حتى القيمة 6.3

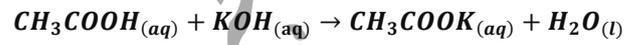
نتيجة تناقص تركيز الحمض بتفاعله مع أيونات الهيدروكسيد OH^-

المضافة، ويحصل تغير مفاجئ لقيمة pH بين

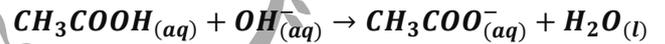
(10.3_6.3) تقريباً وبإضافة قطرة من الأساس يصبح قيمة

$$pH > 10.3$$

(2) معادلة التفاعل الحاصل:



المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة.



(3) عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة $pH = 8.72$.

(4) طبيعة الوسط أساسية بسبب تشكل أيونات الخلات التي

تسلك سلوكاً أساسياً ضعيفاً.

تطبيق (2): عند معايرة 20ml من محلول حمض التمل لزم

15ml من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه

$0.02 mol.l^{-1}$ والمطلوب:

(1) أكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.

(2) احسب تركيز محلول حمض التمل المُعَايَر.

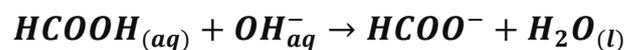
(3) احسب كتلة حمض التمل اللازم لتحضير 400ml من

محلوله السابق.

(4) أتعرف أفضل المشعرات الواجب استعماله.



الحل: (1)



إضاءة: مشعرات معايرة (حمض _ أساس):

المشعرات حموض عضوية أو أسس عضوية ضعيفة معقدة التركيب

يتغير لونها بتغير pH الوسط الذي توضع فيه.

جدول يبين مجال بعض المشعرات وتغير لونها كل منها قيم

pH الوسط:

المشعر	لون المشعر	مجال pH المشعر	لون المشعر
الهيليانتين	أحمر	3.1-4.4	أصفر
أحمر المتيل	أحمر	4.2-6.2	أصفر
أزرق بروم التيمول	أصفر	6-7.6	أزرق
فينول الفثالئين	عدم اللون	8.2-10	بنفسجي

اختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1) المشعر الذي يحدد بدقة أكبر نقطة نهاية معايرة أساس

ضعيف بمحضر قوي هو:

(a) أزرق بروم التيمول.

(b) الفينول الفثالئين.

(c) أحمر المتيل.

(d) الهيليانتين.

2) عند معايرة حمض النمل بهيدروكسيد البوتاسيوم يكون عند

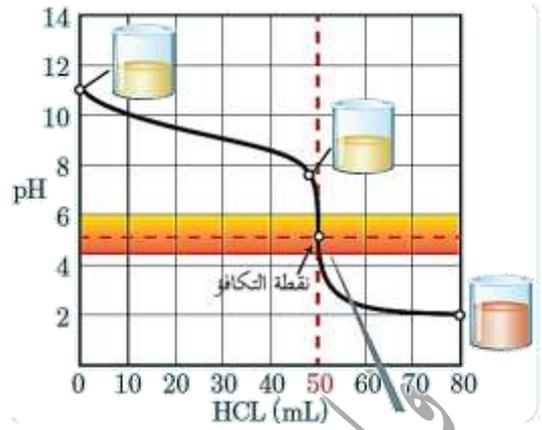
نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

(a) $pH > 7$

(b) $pH < 7$

(c) $pH = 7$

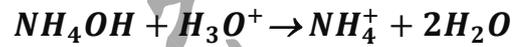
(d) $pH \leq 7$



2) عند بدء المعايرة قيمة $pH = 11.12$

3) تناقص قيمة ال pH تدريجياً نتيجة تناقص تركيز NH_4OH

بتفاعلها مع أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ المضافة وفق المعادلة الآتية:



عند انتهاء تفاعل المعايرة تكون قيمة $pH = 5.27$

وبإضافة قطرات من حمض كلور الماء تزداد قيمة ال PH فوق 5.27

4) عند انتهاء تفاعل المعايرة تكون قيمة $pH = 5.27$ لأنه

ينتج أيونات الأمونيوم الذي يسلك سلوك حمض ضعيف.

وبالتالي: عند نهاية تفاعل المعايرة يكون:

عدد أيونات $[H_3O^+]$ المضافة = عدد مولات الأساس

نشاط: يعاير 50ml من محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول

حمض الآزوت تركيزه 0.1 mol. l^{-1} فيلزم منه 25ml لإتمام

المعايرة، والمطلوب:

1) اكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

2) احسب تركيز محلول هيدروكسيد الأمونيوم المستعمل.

الحل: 1) $NH_4OH + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 + H_2O$

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

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

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

$$C_1 = 0.05 \text{ mol. l}^{-1}$$

الجواب: لتحديد نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

(4) عند معايرة حمض النمل بهيدروكسيد الصوديوم يكون

الوسط عند نهاية المعايرة أساسياً.

الجواب: لأن أيونات النملات الناتجة عن المعايرة تسلك

سلوك أساس ضعيف.

ثالثاً: حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى: محلول حمض كلور الماء تركيزه 0.01 mol.l^{-1}

(1) احسب قيمة pH محلول الحمض السابق.

(2) يلزم لمعايرة 20 ml من الحمض السابق 5 ml من

هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز 0.02 mol.l^{-1}

وحجم V_2 من هيدروكسيد البوتاسيوم ذي التركيز

0.05 mol.l^{-1} والمطلوب:

(a) اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.

(b) احسب حجم هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام المعايرة.

(c) احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10 ml

من الحمض السابق لتصبح $pH = 3$.

الحل: (1) حمض كلور الماء قوي وحيد الوظيفة الحمضية.

$$[H_3O^+] = C_a = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

(2) (a) المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة:



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

$$CV = C_1V_1 + C_2V_2$$

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

$$V_2 = 2 \text{ ml}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1} \quad (c)$$

(3) عند إضافة 10 ml من حمض الكبريت تركيزه

0.05 mol.l^{-1} إلى 15 ml من محلول هيدروكسيد

البوتاسيوم 0.1 mol.l^{-1} فإن:

$$[H_3O^+] < [OH^-] \quad (a)$$

$$[H_3O^+] > [OH^-] \quad (b)$$

$$[H_3O^+] = [OH^-] \quad (c)$$

$$[H_3O^+] \leq [OH^-] \quad (d)$$

الحل: قبل الإضافة $[H_3O^+] = 2 \text{ Ca} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$

$$[OH^-] = Cb = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

بعد الإضافة سوف يزداد حجم المحلول الحمضي إلى 25 ml

فيصبح تركيز أيونات الهيدرونيوم:

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$0.1 \times 10 = C_2 \times 25$$

$$C_2 = 0.04 \text{ mol.l}^{-1}$$

وتركيز أيونات الهيدروكسيل:

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$0.1 \times 15 = C_2 \times 25$$

$$C_2 = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

(1) تكون قيمة $pH < 7$ عند معايرة أساس ضعيف بمحمض

قوي.

الجواب: لأن الأيونات الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك

حمض ضعيف.

(2) يعتبر أزرق بروم التيمول مشعراً مناسباً عند معايرة حمض

قوي بأساس قوي.

الجواب: لأن مداه (6 - 7.6) يحوي pH نقطة نهاية تفاعل

المعايرة.

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

التعديل.

المسألة الثالثة: تذاب عينة غير نقية كتلتها $2.8g$ من

هدروكسيد البوتاسيوم في الماء، ويكمل الحجم إلى

$200ml$ ، فإذا علمت أنه يلزم لتعديل $25ml$ منه $30ml$

من حمض كلور الماء تركيزه $0.1mol.l^{-1}$ بالإضافة إلى

$20ml$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05 mol.l^{-1}$

والمطلوب:

(1) احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم.

(2) احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقية في هذه العينة.

(3) احسب النسبة المئوية للشوائب في هذه العينة.

(K:39 S:32 O:16 Cl:35.5 H:1)

الحل: (1) حمض الكبريت قوي ثنائي الوظيفة الحمضية.

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

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

$$CV = C_1V_1 + C_2V_2$$

$$C \times 25 = 0.1 \times 30 + 0.1 \times 20$$

$$C = 0.2mol.l^{-1}$$

(2) كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقية في هذه العينة:

$$m = C.V.M = 0.2 \times 0.2 \times 56 = 2.24g$$

(3) كتلة الشوائب: $m = 2.8 - 2.24 = 0.56 g$

$$y = \frac{0.56}{2.8} \times 100 = 20\%$$

المسألة الرابعة: أذيت عينة مقدارها $1.75g$ من كربونات

الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء وأكمل الحجم إلى

$100ml$ إذا علمت أنه يلزم للمعايرة المحلول السابق $50ml$ من

محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.4mol.l^{-1}$ المطلوب:

(1) اكتب المعادلة المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

(2) احسب تركيز كربونات الصوديوم في المحلول السابق.

(3) احسب النسبة المئوية لكل من الملح في العينة.

بعد التمديد n = قبل التمديد n

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

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

$$V_2 = 100ml$$

حجم الماء المضاف: $V = 100 - 10 = 90ml$

المسألة الثانية: يؤخذ $20ml$ من حمض الكبريت تركيزه

$0.05mol.l^{-1}$ ويضاف إلى $10ml$ من محلول

هدروكسيد الصوديوم حتى تمام المعايرة، والمطلوب:

(1) اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

(2) احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستخدم.

(3) ما قيمة pH المحلول الناتج عن المعايرة.

(4) اكتب أسم أفضل مشعر واجب استعماله لهذه المعايرة؟

(5) احسب التركيز المولي لمحلول ملح كبريتات الصوديوم الناتج.

الحل: (1) $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

(2) حمض الكبريت قوي ثنائي الوظيفة الحمضية:

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

الأساس $C_1V_1 = C_2V_2$ الحمض

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

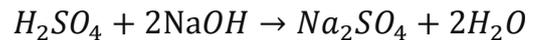
$$C_2 = 0.2mol.l^{-1}$$

$$pH = 7 \quad (3)$$

(4) أفضل مشعر مناسب هو: أزرق بروم التيمول.

(5) عدد مولات الحمض المتفاعلة:

$$n = CV = 0.05 \times 20 \times 10^{-3} = 10^{-3}mol$$



$$\frac{1}{10^{-3}}$$

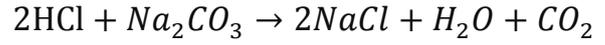
$$\frac{1}{n'}$$

$$n' = 10^{-3}mol$$

$$C = \frac{n'}{v} = \frac{10^{-3}}{30 \times 10^{-3}} = \frac{1}{30}mol.l^{-1}$$

تركيز الملح:

الحل: (1) كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض كلور الماء



(2) تركيز كربونات الصوديوم في المحلول:

عدد مولات الحمض المتفاعلة:

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



$$2 \times 10^{-2} \quad 1 \quad n'$$

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

تركيز كربونات الصوديوم في المحلول:

$$C' = \frac{n}{v} = \frac{10^{-2}}{0.1} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

(3) كتلة كربونات الصوديوم في العينة:

$$m = C.V.M = 0.1 \times 0.1 \times 106 = 1.06 \text{ g}$$

النسبة المئوية للملح كربونات الصوديوم:

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

النسبة المئوية للملح كلوريد الصوديوم:

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

حل التفكير الناقد: تستخدم المشعرات في المعايرة من

أجل تحديد نقطة نهاية تفاعل المعايرة، فسّر سبب تغير لون

المشعر عند إضافته إلى محلول حمضي أو محلول قلوي.

الجواب: المشعرات هي حموض أو أسس عضوية ضعيفة

لشكلها الجزيئي لون وأيوناتها لها لون مختلف فمثلاً إذا

كان المشعر حمض ضعيف يتلون بلون شكله

الجزيئي في الوسط الحمضي لكن في الوسط

الأساسي يتلون بلون أيوناته في الوسط
الأساسي.

----- انتهى البحث -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

أسئلة الوحدة الرابعة

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) إذا علمت أن $pH = 3$ للمشروب الغازي فإن تركيز أيون الهيدروكسيد فيه:

(a) 10^{-11} (b) 10^{-3}

(c) 10^{-11} (d) 10^{+3}

الحل: $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} mol.l^{-1}$

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

2) بالاعتماد على ثوابت تأين الحموض الآتية:

$$K_a(HF) = 7.2 \times 10^{-4}$$

$$K_a(HNO_2) = 4.5 \times 10^{-4}$$

$$K_a(HCN) = 5 \times 10^{-10}$$

الترتيب التنازلي الصحيح لقوة الأسس المرافقة لها هو:

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

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

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

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

الحل: الحمض الأقوى أساسه المرافق أساس أضعف

3) الملح الذائب الذي قيمة $pH < 7$ لحلوله المائي

من بين الأملاح الآتية المتساوية التراكيز هو:

(a) KCl (b) KCN

(c) NH_4NO_3 (d) Na_2SO_4

الحل: جزأي ملح كلوريد الصوديوم وكبريتات الصوديوم

حياديين لا يتحللها في الماء أما ملح سيانيد البوتاسيوم فالجزء

المتحلل منه وهو السيانيد يكسب المحلول صفة أساسية وأما ملح نترات الأمونيوم فالجزء المتحلل منه وهو الأمونيوم يكسب المحلول صفة حمضية.

4) الملح الذائب الذي لا يتحلل في الماء من بين الأملاح الآتية هو:

(a) NH_4Cl (b) $NaNO_3$

(c) $HCOONH_4$ (d) $CaSO_4$

الحل: جزأي الملح حياديين لا يتحللها في الماء.

5) محلول مائي ملح $CaCl_2$ له $pH = 7$ يمدد بالماء

المقطر مرة فإن قيمة pH' للمحلول الناتج تساوي:

(a) $pH' = 5$ (b) $pH' = 9$

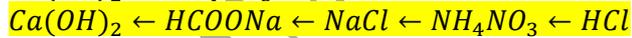
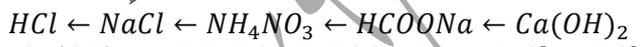
(c) $pH' = 0.7$ (d) $pH' = 7$

الحل: جزأي الملح حياديين لا يتحللها في الماء والمحلول يبقى معتدل مهما مددناه بالماء.

6) المحاليل المائية المتساوية التراكيز الآتية:



الترتيب الصحيح لها حسب تزايد قيمة pH لكل محلول هو:



7) الأيونات الحيادية الذي لا يتفاعل مع الماء من

الأيونات الآتية هو:

(a) CH_3COO^- (b) SO_4^{2-}

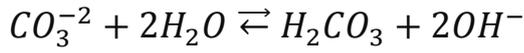
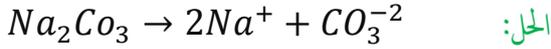
(c) CN^- (d) NH_4^+

8) المحلول المنظم للحموضة من المحاليل الآتية هو:

(a) $HCOOH.HCOOK$ (b) $HCl.KCl$

(c) $NH_4OH.NaCl$ (d) $NaOH.NaNO_3$

المساوية التراكيز، التي تظهر في الصور الآتية، فسّر ذلك بكتابة المعادلات الكيميائية اللازمة.

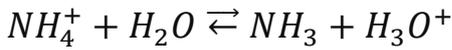


محلول ملح كربونات الصوديوم ذو وسط أساسي



جزئ الملح قويان لا يتحللها فمحلول ملح كلوريد

الصوديوم ذو الوسط معتدل.



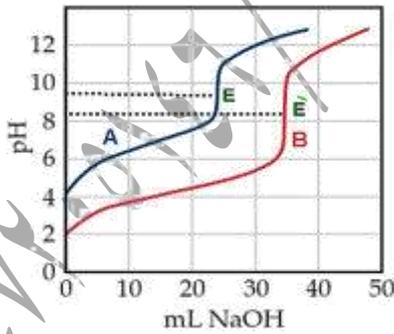
محلول ملح كلوريد الأمونيوم ذو وسط حمضي

س3_ عند معايرة حجمين متساويين من

حمضين A.B كل منهم على حدى بمحلول

هدروكسيد الصوديوم تركيزه $0.1 mol.l^{-1}$ فحصلنا على

المنحنيين البيانيين:



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

الجواب: B هو الأكثر تركيزاً لأنه يستهلك حجم أكبر من

هدروكسيد الصوديوم.

(b) حدد نقطة نهاية المعايرة لكل منهما على الشكل.

$E_b=9.2 \quad E_A=8.1$

9) المشعر الذي يحدد بدقة نقطة نهاية معايرة حمض الخل بهدروكسيد البوتاسيوم هو:

(a) أزرق بروم التيمول

(b) الفينول فتالين

(c) أحمر المتيل

(d) الهلياتين

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

س1_ محلول مائي لمح Ag_3PO_4 فوسفات الفضة قليل

الذوبان في الماء، المطلوب:

(a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

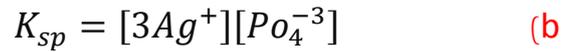
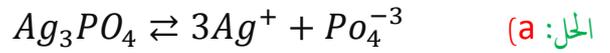
(b) اكتب علاقة ثابت جداء الذوبان K_{sp} لهذا الملح.

(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.



(c) نضيف كمية مناسبة من محلول نترات الفضة فيزداد تركيز

أيونات الفضة ويصبح $Q > K_{sp}$ تترسب كمية من هذا الملح.

(d) تتحد أيونات الهدرونيوم المضافة مع أيونات الفوسفات ويتشكل

حمض الفوسفور الضعيف التآين في الماء فينقص تركيز

أيونات الفوسفات ويصبح $Q < K_{sp}$ وبالتالي تذوب كمية

من هذا الملح.

س2_ يستخدم مقياس معرفة طبيعة المحلول المائي تحتلف قيمة





بدء 0.2 0 0

توازن 0.2 - x x x

$$K_h = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x^2}{0.2 - x}$$

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

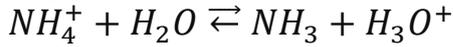
$$K_h = \frac{x^2}{0.2} = \frac{10^{-10}}{0.2} = 5 \times 10^{-10}$$

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

$$K_b = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5} \quad (3)$$

(4) حمض كلور الماء قوي وحيد الوظيفية الحمضية:

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



بدء 0.2 0 0.01

توازن 0.2 - x x 0.01 + x

$$K_h = \frac{x(0.01 + x)}{0.2 - x}$$

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x(0.01 + x)}{0.2 - x}$$

تُهمل x المضافة والمطروحة في البسط والمقام .

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x(0.01)}{0.2} \Rightarrow$$

$$x = 10^{-8} mol.l^{-1}$$

$$y = \frac{10^{-8}}{0.2} \times 100 = 5 \times 10^{-6} \% \text{ النسبة المئوية:}$$

المسألة الثانية: محلول مائي لحمض الخل تركيزه الابتدائي

$0.05 mol.l^{-1}$ ، وثابت تأينه 2×10^{-5} والمطلوب:

(1) أكتب معادلة تأين هذا الحمض. ثم حدّد الأزواج المترافقة

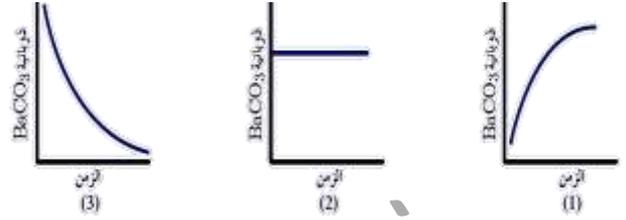
أساس/حمض وفق برونشندل-لوري

(2) احسب قيمة pH المحلول.

(3) احسب درجة تأين هذا الحمض.

س4_ تشير المنحنيات الآتية إلى تغير ذوبانية كربونات الباريوم

$BaCO_3$ بدلالة تركيزه في شروط مختلفة.



(1) أي من المنحنيات يشير لإضافة HNO_3

المنحني 1 لأن ذوبانية كربونات الباريوم تزداد .

(2) أي من المنحنيات يشير لإضافة Na_2CO_3

المنحني 3 لأن ذوبانية ملح كربونات الباريوم تقل .

(3) أي من المنحنيات يشير لإضافة $NaNO_3$

المنحني 2 لأنه لا يؤثر على ذوبانية كربونات الباريوم .

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: محلول مائي ملح كلوريد الأمونيوم تركيزه

$0.2 mol.l^{-1}$ وقيمة $pH = 5$ له والمطلوب:

(1) أكتب معادلة حلمة هذا الملح .

(2) احسب قيمة ثابت حلمة هذا الملح

(3) احسب قيمة ثابت تأين النشادر .

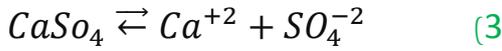
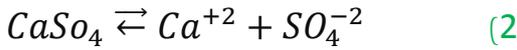
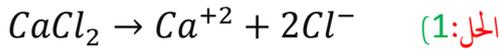
(4) يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور

الماء تركيزه $0.01 mol.l^{-1}$ احسب النسبة المئوية المتحلّمة

من ملح كلوريد الأمونيوم في هذه الحالة .

الحل: (1) معادلة الإماهة: $NH_4NO_3 \rightleftharpoons NH_3 + Cl^-$

معادلة الحلمة: $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$



$$K_{sp} = [Ca^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$9 \times 10^{-6} = s^2 \Rightarrow s = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$C_{(g.l^{-1})} = C_{(mol.l^{-1})} \times M =$$

$$3 \times 10^{-3} \times 136 = 408 \times 10^{-3} \text{ g.l}^{-1}$$

$$C' = \frac{CV}{V'} \quad (4)$$

$$C_{(CaCl_2)} = \frac{0.02V}{2V} = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$C_{(Na_2SO_4)} = \frac{0.04V}{2V} = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$Q = [Ca^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$Q = 0.01 \times 0.02 = 2 \times 10^{-4}$$

$$Q > K_{SP}$$

المحلول فوق مشبع يشكل راسب.

المسألة الرابعة: تذاب كمية مقدارها 0.1386 g من حمض

الأوكزاليك المائي صيغته $H_2C_2O_4 \cdot nH_2O$

بجسم مناسب من الماء فإذا علمت انه يلزم لإتمام معايرة المحلول

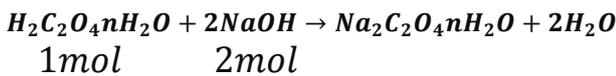
السابق 22 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي

التركيز 0.1 mol.l^{-1} المطلوب:

(1) أكتب معادلة التفاعل الحاصل.

(2) احسب عدد جزيئات الماء في صيغة الحمض السابق.

الحل:



$$n_{(H_2C_2O_4 \cdot nH_2O)} \quad n_{(NaOH)}$$

$$n_{(NaOH)} = 2n_{(H_2C_2O_4 \cdot nH_2O)}$$

$$C \times V = 2 \times \frac{m}{M}$$

(4) نمدد المحلول السابق 10 مرات احسب pH المحلول بعد التمديد.



حمض مرفاق (2) أساس مرفق (1) حمض (1)

$$[H_3O^{+}] = \sqrt{C_a K_a} \quad (2)$$

$$= \sqrt{0.05 \times 2 \times 10^{-5}} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$\alpha = \frac{[H_3O^{+}]}{C_a} = \frac{10^{-3}}{0.05} = 2 \times 10^{-2} \quad (3)$$

$$\alpha = 2\%$$

(4) تركيز الحمض بعد التمديد:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$500 V_1 = C_2 \times 10 V_1$$

$$C_2 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^{+}] = \sqrt{C_a K_a} = \sqrt{5 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-5}}$$

$$[H_3O^{+}] = 10^{-3.5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$pH = -\log 10^{-3.5} = 3.5$$

المسألة الثالثة: يضاف حجم معين من محلول ملح كلوريد

الكالسيوم تركيزه 0.02 mol.l^{-1} إلى حجم مساو له

من محلول كبريتات الصوديوم تركيزه 0.04 mol.l^{-1}

إذا علمت أن: $K_{sp}(CaSO_4) = 9 \times 10^{-6}$

والكتل الذرية: (Ca: 40_S: 32_O: 16)

المطلوب:

(1) أكتب معادلة إمامة كل من ملح كلوريد

الكالسيوم وكبريتات الصوديوم.

(2) أكتب معادلة التوازن غير المتجانس للمح كبريتات الكالسيوم.

(3) احسب ذوبانية ملح $CaSO_4$ مقدره $g.l^{-1}$ و $mol.l^{-1}$

(4) بين بالحساب سبب ترسب قسم من ملح $CaSO_4$.

$$0.1 \times 22 \times 10^{-3} = \frac{2 \times 0.1386}{M}$$

$$M = \frac{0.2772}{22 \times 10^{-4}} = 126g$$

$$n_{(H_2C_2O_4 \cdot nH_2O)} =$$

$$= (2 \times 1) + (2 \times 12) + (4 \times 16) + 18n = 126$$

$$18n = 126 - 90 = 36 \Rightarrow n = \frac{36}{18} = 2$$

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

المسألة الخامسة: محوي محلول على أيونات الكلوريد وأيونات

$$[Cl^-] = [I^-] = 10^{-2} mol.l^{-1}$$

اليوديد بتركيز $10^{-2} mol.l^{-1}$ نضيف إلى المحلول السابق تدريجياً محلول ملح نترات الفضة، فإذا

$$K_{SP(AgI)} = 10^{-16} . K_{SP(AgCl)} = 10^{-10}$$

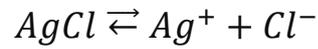
علمت أن: $K_{SP(AgI)} = 10^{-16} . K_{SP(AgCl)} = 10^{-10}$ في شروط مناسبة والمطلوب:

(1) احسب تركيز محلول نترات الفضة الذي يبدأ عنده كل

من الملح ين بالترسب.

(2) أي من الملح ين يتسبب أولاً ولماذا؟

(الحل: 1) يبدأ الترسيب بعد أن يصبح المحلول مشبعاً.



$$K_{SP} = [Ag^+][Cl^-]$$

$$10^{-10} = [Ag^+] \times 10^{-2} \Rightarrow$$

$$[Ag^+] = 10^{-8} mol.l^{-1}$$

يبدأ ترسيب AgCl بعد أن يصبح تركيزه أكبر من

$$10^{-8} mol.l^{-1}$$



$$K_{SP} = [Ag^+][I^-]$$

$$10^{-16} = [Ag^+] \times 10^{-2} \Rightarrow$$

$$[Ag^+] = 10^{-14} mol.l^{-1}$$

يبدأ ترسيب AgI بعد أن يصبح تركيزها أكبر

$$10^{-14} mol.l^{-1}$$

$$K_{SP(AgI)} < K_{SP(AgCl)} \quad (2)$$

لذلك يبدأ بالترسيب أولاً.

الأغوال

الصيغة العامة للأغوال: $R - OH$ أو $C_nH_{(2n+1)}OH$ وهي مركبات عضوية مشبعة تتميز بوجود الزمرة الوظيفية $-OH$ مرتبطةً

بذرة كربون نط تهجينها sp^3 .

نشاط(1):

$\begin{array}{c} R_2 \\ \\ R_1 - C - OH \\ \\ R \end{array}$	$\begin{array}{c} H \\ \\ R_1 - C - OH \\ \\ R \end{array}$	$\begin{array}{c} H \\ \\ H - C - OH \\ \\ R \end{array}$	
ثالثية	ثانوية	أولية	نوع ذرة الكربون التي ترتبط بها زمرة الهيدروكسيل $-OH$
غول ثالثي: ترتبط زمرة الهيدروكسيل بذرة كربون ثالثية	غول ثانوي: ترتبط زمرة الهيدروكسيل بذرة كربون ثانوية	غول أولي: ترتبط زمرة الهيدروكسيل بذرة كربون أولية	نوع الغول

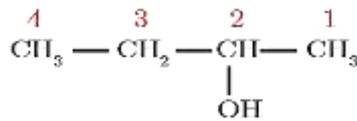
نشاط(2): صنف الأغوال الآتية إلى أغوال (أولية، ثانوية، ثالثية):

$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - C - CH_2 - CH_3 \\ \\ OH \end{array}$	$CH_3 - CH_2 - \underset{\substack{ \\ OH}}{C}H - CH_3$	$CH_3 - CH_2 - OH$
ثالثي	ثانوي	أولي

تسمية الأغوال حسب قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC:

نشاط(3): أسمى الغول الآتي وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC: $CH_3 - CH_2 - \underset{\substack{| \\ OH}}{C}H - CH_3$

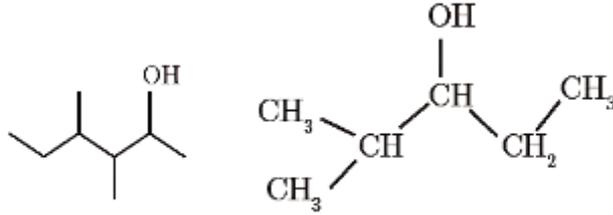
(1) أرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من الطرف الأقرب لذرة الكربون المرتبطة بزمرة الهيدروكسيل.



(2) أسمى الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية ثم أشير إلى موضع الزمرة الوظيفية برقم ارتباطها بالسلسلة مع إضافة اللاحقة (ول)

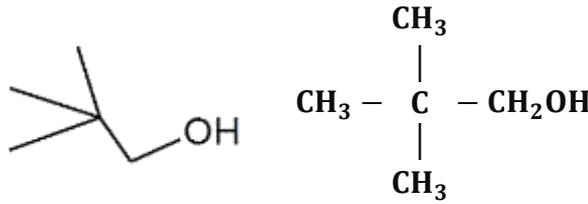
(3) يكتب اسم كل فرع (مُبادل) إن وُجد مسبقاً برقم ذرة الكربون المرتبط بها. اسم المركب: (بوتان-2-ول)

تطبيق (1): أكتب اسم كل من المركبين الآتيين وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC:



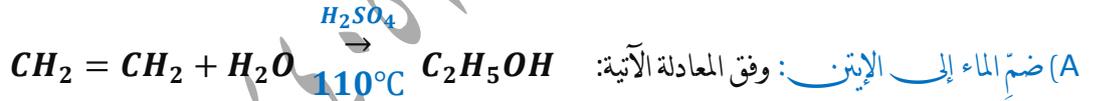
2- ميتيل بتان - 3- ول 4,3- ثنائي ميتيل هكسان - 2- ول

نشاط (4): أكتب الصيغة نصف المنشورة، والصيغة الهيكلية للمركب الآتي: 2,2-ثنائي ميتيل البروبان - 1- ول.

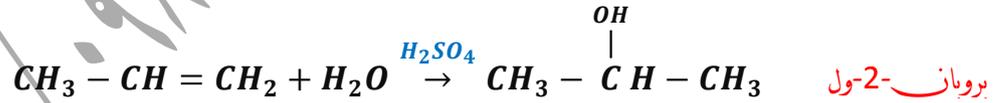


إضاءة: التسمية الشائعة لبعض الأغوال: الغول الميتيلي: $CH_3 - OH$ الغول الإيثيلي: C_2H_5OH التحضير الصناعي لبعض الأغوال:

(1) التحضير الصناعي للإيثانول: الإيثانول من أقدم المركبات العضوية التي تم اصطناعها، والذي يُحضّر بطرائق متعددة أهمها:



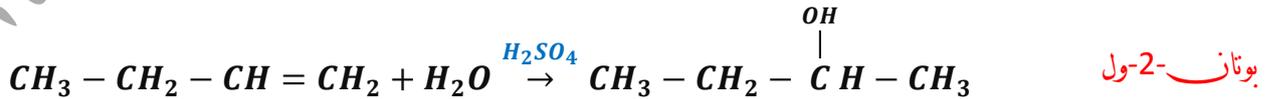
تطبيق (2): أكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل ضمّ الماء إلى البروبين 1 بوجود حمض الكبريت كحفاز ثم سمّي المركب الناتج.



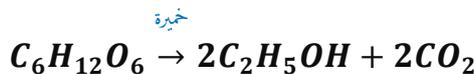
قاعدة ماركوفنيكوف: تنصُّ على أنه عند الإضافة إلى الكرن فإنَّ الجزء الموجب يُضاف إلى ذرّة

الكربون المتصلة بأعلى عددٍ من ذرات الهيدروجين، بينما يتجه الجزء السالب لذرّة الكربون المتصلة بأقل عددٍ من ذرات الهيدروجين.

نشاط (5): أكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل ضمّ الماء إلى البوتن 1 بوجود حمض الكبريت كوسيط وسمّ المركب الناتج.



(B) تخمّر الكربوهيدرات: تتحوّل السكريات بعملية التخمير الغولي عند الدرجة $37^\circ C$ تقريباً بوجود خميرة البيرة إلى إيثانول وفق المعادلة:

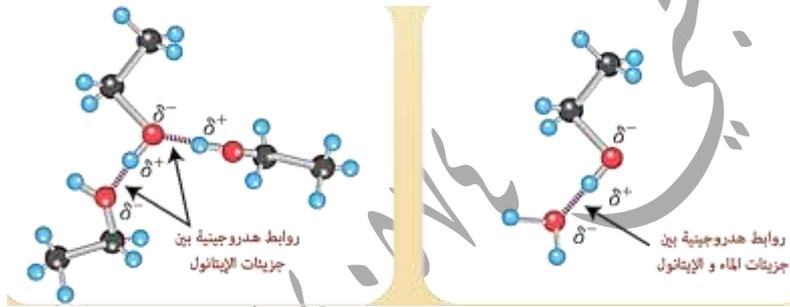


(2) التحضير الصناعي للميثانول: يُحضّر الميثانول من تفاعل أحادي أكسيد الكربون مع الهيدروجين وفق المعادلة الآتية:



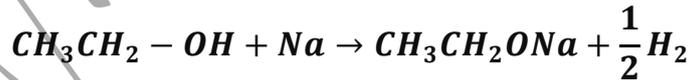
الخواص الفيزيائية للأغوال:

- مزوجية الإيثانول في الماء بالنسب كافة بسبب تشكّل الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الإيثانول وجزيئات الماء.
- تناقص مزوجية الأغوال في الماء بزيادة كتلتها الجزيئية بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي OH⁻ على حساب تأثير الجزء غير القطبي R.
- درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألكانات بسبب قدرة الأغوال على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، بينما لا تتشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الألكانات.



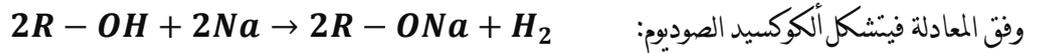
الخواص الكيميائية للأغوال:

(1) تفاعل الغول مع المعادن: يتفاعل الإيثانول مع الصوديوم وينطلق غاز الهيدروجين وفق المعادلة:

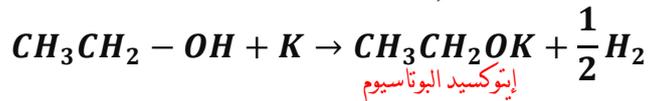


يدلّ ظهور اللون البنفسجيّ على تشكّل إيتوكسيد الصوديوم ذي الصفة الأساسية.

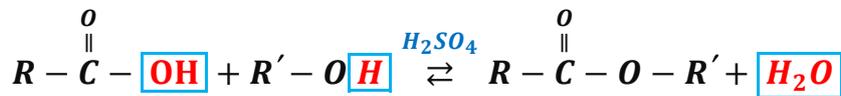
نتيجة: تتفاعل الأغوال مع المعادن النشيطة كيميائياً (الصوديوم، البوتاسيوم) التي تستطيع إزاحة الهيدروجين في الرابطة O - H



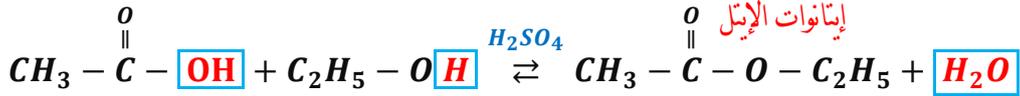
نشاط (6): اكتب معادلة تفاعل الإيثانول مع البوتاسيوم وسمّ المركب العضويّ الناتج.



(2) تفاعل الأسترة: تتفاعل الأغوال مع الحموض الكربوكسيلية في وسط حمضيّ، وينتج أستروما وفق المعادلة الآتية:

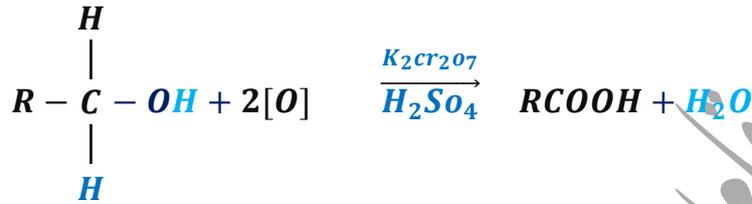


تطبيق (3): اكتب معادلة تفاعل حمض الخل مع الإيثانول وأسمي المركب العضوي الناتج.



(3) تفاعل الأكسدة: تتأكسد الأغوال الأولية والثانوية، ولا تتأكسد الأغوال الثالثية في الشروط ذاتها.

• تتأكسد الأغوال الأولية بوجود عوامل مؤكسدة قوية أكسدة تامة في وسط حمضي متحولة لحمض كربوكسيلي وفق المعادلة الآتية.



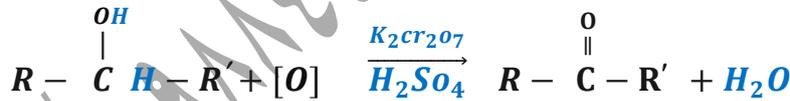
غول أولي

حمض كربوكسيلي

تطبيق (4): اكتب معادلة تفاعل الأكسدة التامة للإيثانول في شروط مناسبة وأسمي المركب العضوي الناتج.

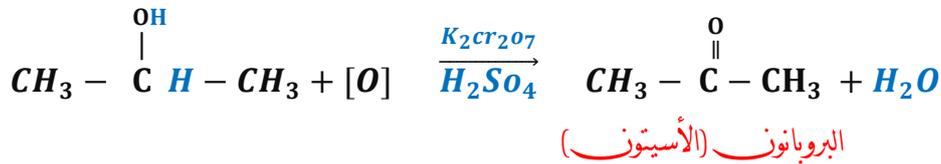


• تتأكسد الأغوال الثانوية بوجود عوامل مؤكسدة قوية متحولة إلى كيتونات وفق المعادلة الآتية:



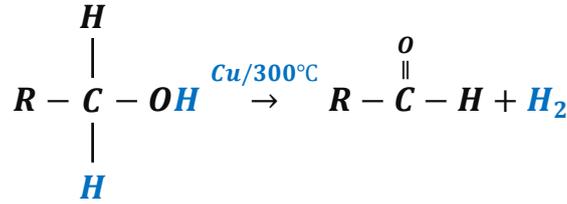
• الأغوال الثالثية تقاوم الأكسدة في الشروط اللطيفة وتحتاج شروط قاسية لتتأكسد فتتخطم السلسلة وتعطي مزيج من الكيتونات والحموض الكربوكسيلية.

نشاط (7): اكتب تفاعل أكسدة البروبانز -2- ول و اكتب اسم المركب العضوي الناتج.

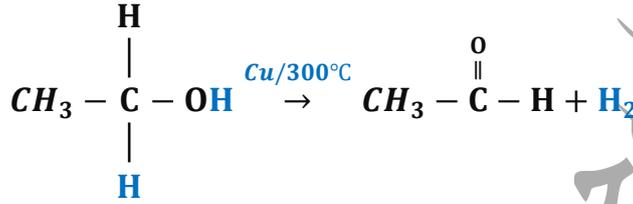


• الأوكسدة الوسايطية (نزع الهيدروجين):

(1) يتأكسد الغول الأولي إلى الألدهيد الموافق بإمراره على مسحوق النحاس المسخن للدرجة 300°C وفق المعادلة الآتية:



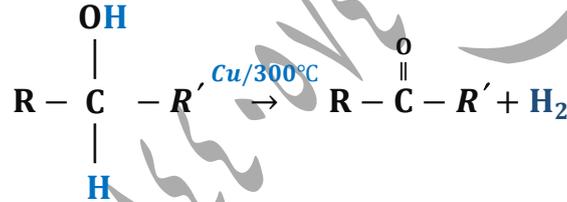
تطبيق (5): أسمى الغول الذي يُعطى الإيثانال عند نزع الهيدروجين منه بشروط مناسبة ثم اكتب معادلة التفاعل الحاصل.



إيثانول

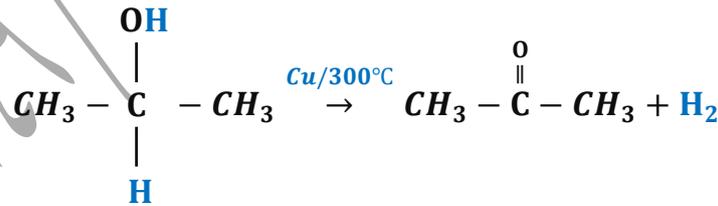
الإيثانال

(2) يتأكسد الغول الثانوي إلى الكيتون الموافق بإمراره على مسحوق النحاس المسخن للدرجة 300°C وفق المعادلة:



نشاط (8): يتأكسد البروبانول-2-ول بوجود مسحوق النحاس والتسخين حتى الدرجة 300°C اكتب معادلة التفاعل الحاصل ثم

سم المركب العضوي الناتج. البروبانول (الأسيتون)



(4) تفاعلات البلمهة: البلمهة هي عملية اتزان الماء من الغول بوجود حمض الكبريت المركز كوسيط وعند درجة حرارة مناسبة.

البلمهة داخل الجزئي: هي عملية نزع جزيئة ماء من جزيء واحد من الغول بوجود حمض الكبريت المركز كوسيط وعند

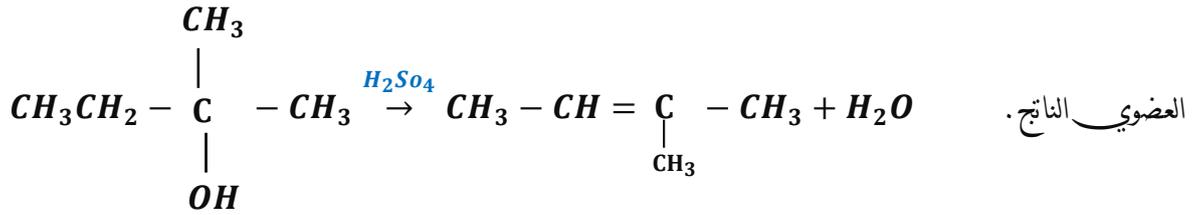
درجة حرارة مناسبة.

إضاءة: وفق قاعدة زانتسف: يتم حذف الماء من الأغوال بخروج الهيدروجين من ذرة الكربون الأقل هيدروجيناً والجاورة لذرة

الكربون المرتبطة بزمرة الهيدروكسيل ويتشكل الألكين الأكثر تبادلاً.

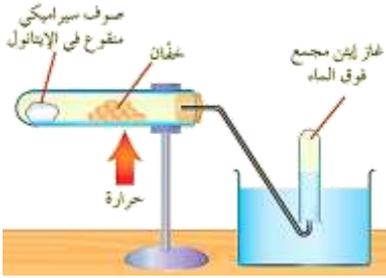
ووفق قاعدة زانتسف تزداد صعوبة البلمهة الداخليّة من الغول الثالثي إلى الغول الثانوي فالأولي.

تطبيق (6): أكتب معادلة تفاعل البلمهة داخل الجزيء للمركب 2-متيل بوتان-2-ول في شروط مناسبة وأسمي المركب



2-متيل بوتان-2-ول 2-متيل بوتان-2-ول

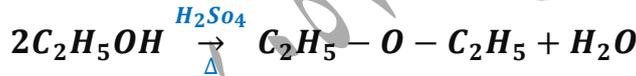
نشاط (9): لاحظ من التجربة الموضحة بالشكل المجاور تجمع غاز الإيثين فوق سطح الماء الناتج عن الإيثانول أكتب المعادلة المعبرة



تفاعل بلمهة داخل الجزيء.

البلمهة ما بين الجزيئية: عملية نزع جزيئة ماء من جزيئتي غول بوجود حمض الكبريت عند درجة حرارة مناسبة وينتج الإيثين الموافق.

تطبيق (7): أكتب معادلة البلمهة ما بين الجزيئية للإيثانول وأسمي المركب العضوي الناتج.



إيتوكسي الإيثان

اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(1) غول وحيد الوظيفة النسبة الكتلية للأكسجين فيه $\frac{8}{37}$ فتكون كتلته المولية:

32 (A) 44 (B) 74 (C) 60 (D)

$$\frac{16}{M} = \frac{8}{37} \Rightarrow M = \frac{37 \times 16}{8} = 74 \text{ g.mol}^{-1}$$

(2) مركب عضوي ذو الصيغة $\text{R} - \text{CHOH} - \text{R}$ يدل على:

(A) أدهيد (B) غول أولي (C) غول ثالثي (D) غول ثانوي.

(3) غول وحيد الوظيفة النسبة الكتلية للأكسجين فيه 50%:

(A) ميتانول. (B) إيثانول. (C) بوتانول. (D) بروبانول.

(4) أكسدة الأغوال الثانوية تعطي:

(A) أدهيدات (B) حموض كربوكسيلية. (C) كيتونات. (D) إيتير.

ثانياً: اكتب الصيغة نصف المنشورة لكل من المركبات الآتية:

3 - متيل بنتان - 2 - ول	2 - كلورو بروبان - 1 - ول	بوتان - 1 - ول

ثالثاً: اكتب الصيغة الهيكلية، ثم سمّ كلاً من المركبات الآتية وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC:

$(CH_3)_3C-OH$	$CH_3 - CHOH - CH_2 - CH_2 - CH_3$	C_2H_5OH
2-متيل بروبان - 2 - ول	بنتان - 2 - ول	إيثانول

رابعاً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

- 1) تتفاعل الأغوال مع المعادن النشطة **الجواب:** لأن المعادن النشطة تستطيع إزاحة الهيدروجين في الرابطة OH .
- 2) الهكسان - 1 - ول أقل مزوجية في الماء من الإيثانول **الجواب:** بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي OH وزيادة تأثير الجزء غير القطبي R^- .
- 3) ينحل الإيثانول في الماء بكافة النسب **الجواب:** بسبب تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الإيثانول والماء.

خامساً: لديك الأغوال الآتية: **بنتان - 2 - ول** **بوتان - 1 - ول** **2-متيل بروبان - 2 - ول**

1) اكتب الصيغة نصف منشورة والصيغة الهيكلية لكل غول.

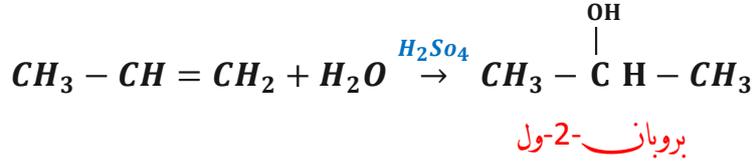
2) صنف الأغوال السابقة إلى: أولية - ثنائية - ثالثة.

3) إثنان من الأغوال السابقة متصاوغان مع بعضهما حددهما واذكر نوع التصاوغ.

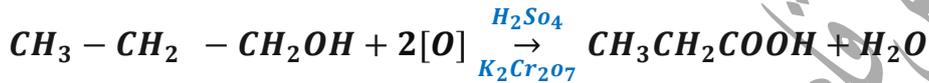
بنتان 2 - ول (ثانوي)	بوتان - 1 - ول (أولي)	2-متيل بروبان - 2 - ول (ثالثي)
المتصاوغان هما بوتان - 1 - ول و 2-متيل بروبان - 2 - ول نوع التصاوغ سلسلي		

سادساً: أجب عن الأسئلة الآتية:

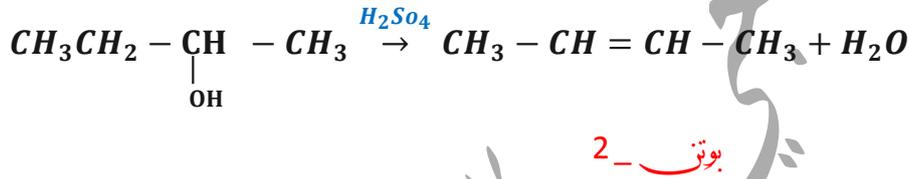
1) يحضر البروبان - 2- ول صناعياً من تفاعل ضمّ الماء إلى البروبين في الدرجة 60°C وضغط مناسب وبحضور وسائط حمضية اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل.



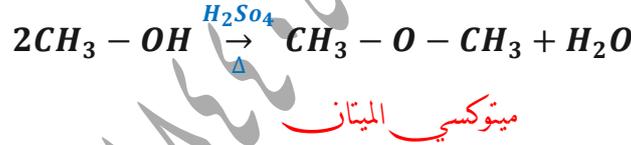
2) يتأكسد البروبان -1-ول أكسدة تامة إلى حمض البروبانويك اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل.



3) اكتب معادلة تفاعل البلمهة الداخلية للبروبان -2- ول في شروط مناسبة وسم المركب العضوي الناتج.



4) اكتب معادلة البلمهة ما بين الجزئية للميتانول وسم المركب الناتج.

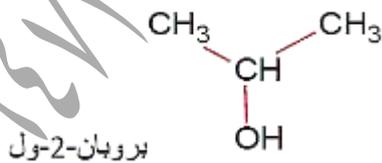


سابعاً: حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى: غول ثانوي يحتوي على 26.66% من الأوكسجين المطلوب:

1) احسب الكتلة الجزئية للغول.

2) اكتب الصيغة الجزيئية والصيغة نصف منشورة للغول وسم المركب الناتج. ($\text{C}: 12 _ \text{O}: 16 _ \text{H}: 1$)



$$\text{الحل: } M = \frac{16 \times 100}{26.66} = 60 \text{ g. mol}^{-1}$$

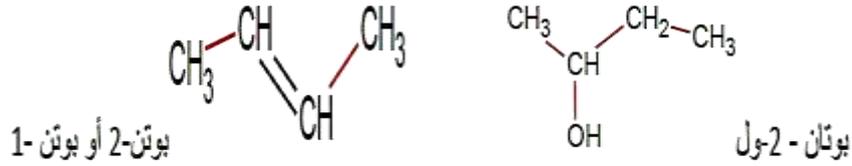
$$\text{ROH} = 60 \Rightarrow (\text{C}_n\text{H}_{2n+1})\text{OH} = 60$$

$$12n + 2n + 18 = 60 \Rightarrow n = 3 \quad \text{والمركب الناتج هو: } \text{C}_3\text{H}_8\text{OH}$$

المسألة الثانية: مركب غولي كتلته الجزئية المولية 74 g. mol^{-1} يمكن الحصول عليه من ضمّ الماء إلى الكن نظامي . ما

الصيغة الجزئية ونصف المنشورة لهذا المركب؟ ما هو الأكن المستعمل في التفاعل.

$$\text{الحل: } (\text{C}_n\text{H}_{2n+1})\text{OH} = 74 \Rightarrow 12n + 2n + 18 = 74 \Rightarrow n = 4 \quad \text{بالتالي المركب: } \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$$

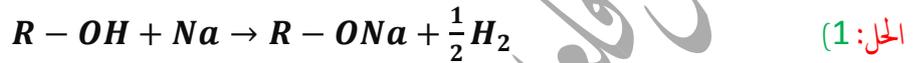


المسألة الثالثة: يتفاعل غول وحيد الوظيفة مع الصوديوم فينتج ملح كتلته $\frac{34}{23}$ من كتلة الغول المطلوب:

(1) أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل.

(2) احسب الكتلة المولية للغول.

(3) استنتج الصيغة الجزيئية للغول ثم الصيغة النصف منشورة وسمه حسب IUPAC. (C: 12 _O: 16_H: 1_Na: 23)



كتلة الغول = $\frac{34}{23}$ كتلة الملح

$(R + 39) = \frac{34}{23} (R + 17)$

$23R + 897 = 34R + 578 \Rightarrow 11R = 319 \Rightarrow R = 29 \text{ g} \Rightarrow (C_n H_{2n+1}) = 29$

$12n + 2n + 1 = 29 \Rightarrow 14n = 28 \Rightarrow n = 2$

كتلة الغول: $29+17=46 \text{ g.mol}^{-1}$ $CH_3 - CH_2 - OH$ إيتانول الصيغة الجزيئية: C_2H_5OH

التفكير الناقد: الميثانول أكثر حموضة من الأغوال الثانوية والثالثية فسر ذلك؟

الجواب: يعد الجذر الألكيلي دافع للإلكترونات وبزيادة كتلتها الجزيئية يزداد تأثيرها وبالتالي تقل قطبية الرابطة OH مما يؤدي إلى صعوبة التحلل عن بروتون وإضعاف الصفة الحمضية.

----- انتهى البحث -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

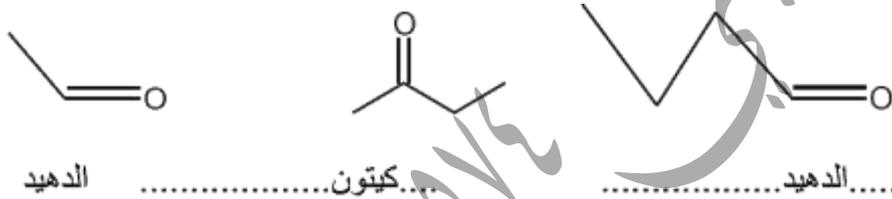
قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

الألدهيدات والكيوتونات

نشاط (1):

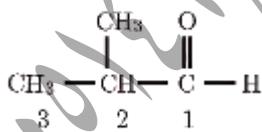
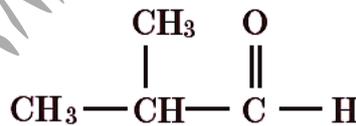
ملاحظة	الزمرة الوظيفية	الصيغة العامة	
تشارك الألدهيدات والكيوتونات بذرة الكربونيل -C(=O)- بذرة الكربونيل -C(=O)-	مرتبطة بجذر الكيلبي أو هيدروجين	$R - \overset{O}{\parallel} C - H$ أو $R - CHO$	الألدهيد
يعتبر الكيوتون متناظر عندما . $R_1 = R_2$	مرتبطة بجذرين الكيلبيين	$R_1 - \overset{O}{\parallel} C - R_2$ أو $R_1 - CO - R_2$	الكيوتون

نشاط (2): صنف المركبات الآتية إلى (الألدهيدات، كيوتونات).



تسمية الألدهيدات والكيوتونات حسب قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC:

أولاً: تسمية الألدهيدات: نشاط (3): أسمى الألدهيد الآتي وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC:

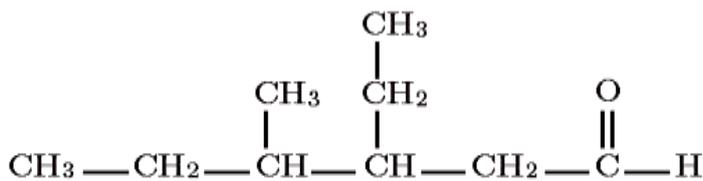


(1) أرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من ذرة كربون الزمرة الوظيفية

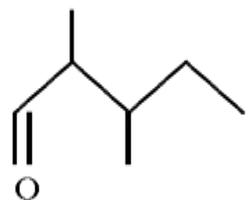
(2) أسمى الفرع المرتبطة بالسلسلة مسبقة برقم ذرة الكربون المرتبط بها.

(3) اكتب اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية وأضيف اللاحقة آل . اسم المركب: (2-ميتيل بروبانال)

تطبيق (1): اكتب اسم المركبين الآتين وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC:

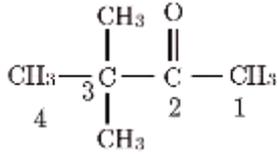
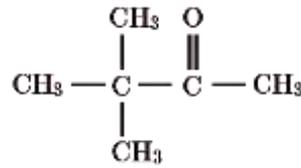


3-إيثيل 4-ميتيل الهكسانال



3,2-ثنائي ميتيل البنتانال

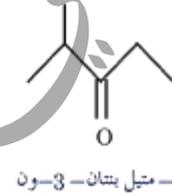
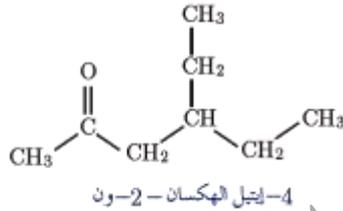
ثانياً: تسمية الكيتونات: نشاط (4): أسمى الكيتون الآتي وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC:



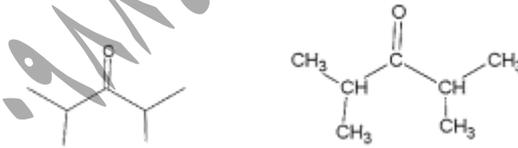
- (1) أرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من الطرف الأقرب لذرة كربون زمرة الكربونيل
- (2) أسمى الفروع المرتبطة بالسلسلة مسبقة برقم ذرة الكربون المرتبطة بها.
- (3) اكتب اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية ثم رقم ذرة كربون زمرة الكربونيل وأضيف اللاحقة (ون)

اسم المركب: (3,3 ثنائي ميثيل بوتان-2-ون)

تطبيق (2): اكتب اسم المركبين الآتين وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC:



نشاط (5): اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركب الآتي: 4,2-ثنائي ميثيل بنان-3-ون.

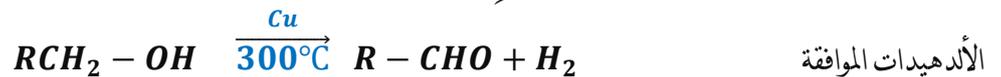


إضاءة: التسمية الشائعة: تطلق على بعض المركبات الصناعية من الألدهيدات والكيتونات تسمية شائعة.

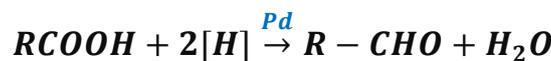
HCHO فورم ألدهيد - $\text{CH}_3 - \text{CHO}$ أسيت ألدهيد - $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$ أسيتون

التحضير الصناعي لبعض للألدهيدات:

(1) تحضر الألدهيدات صناعياً من خلال إمرار أبخرة الأغوال الأولية على مسحوق النحاس عند الدرجة 300°C لنحصل على



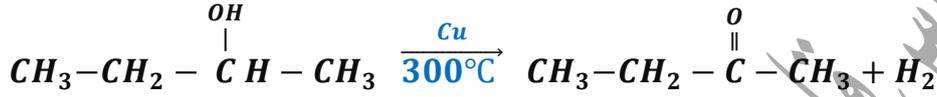
(2) إرجاع الحموض الكربوكسيلية بالهيدروجين باستخدام عنصر البلاديوم Pd كوسيط.



التحضير الصناعي للكيتونات:

يتم تحضير الكيتونات صناعياً من خلال إمرار أبخرة الأغوال الثانوية على مسحوق النحاس عند الدرجة 300°C لنحصل على الكيتونات الموافقة.

نشاط (6): أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل لغول ثانوي يُعطي عند إمرار بخاره على مسحوق النحاس المسخن للدرجة 300°C البوتان-2-ون

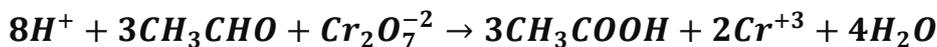


الخصائص الفيزيائية للألدهيدات والكيتونات:

- تزداد درجة غليان الأدهيد والكيتون بازدياد كتلة المولية.
- درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الأدهيدات والكيتونات الموافقة لها لأن قطبية الرابطة OH في الأغوال أقوى من قطبية الرابطة $\text{C}=\text{O}$ في الأدهيدات والكيتونات إضافة إلى أن جزئيات الأغوال تشكل روابط هيدروجينية بين جزئياتها بينما لا تشكل الأدهيدات والكيتونات روابط هيدروجينية.
- درجة غليان الأدهيدات والكيتونات أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة، لأن قطبية روابط الأدهيدات والكيتونات أعلى من قطبية روابط الألكانات.
- درجة غليان الأدهيدات والكيتونات أعلى من الإيترات الموافقة لأن قطبية الرابطة $\text{C}=\text{O}$ في الأدهيدات والكيتونات أقوى من قطبية الرابطة $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ في الإيترات.
- تمازج الأدهيدات والكيتونات ذات الكتل المولية المنخفضة في الماء، بسبب الصفة القطبية لزمرة الكربونيل.
- تقل مزوجية الأدهيدات والكيتونات تدريجياً مع ازدياد كتلتها الجزيئية بسبب ضعف تأثير الجزء القطبي عند كبر تأثير الجزء غير القطبي R^- .

الخصائص الكيميائية للألدهيدات والكيتونات:

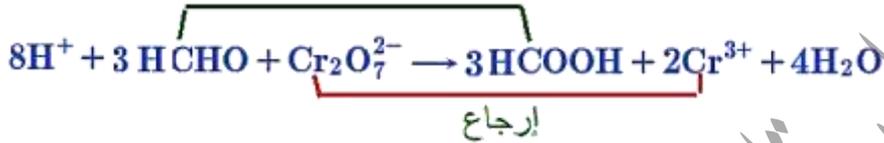
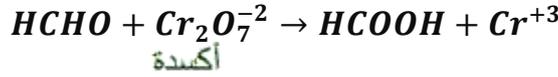
أولاً: (1) الأكسدة: يتأكسد الإيثانال بمحلول ثنائي كرومات البوتاسيوم في وسط حمضي وتُرجع أيونات ثنائي الكرومات ذات اللون البرتقالي إلى أيونات الكروم Cr^{+3} ذات اللون الأخضر وفق المعادلة الآتية:



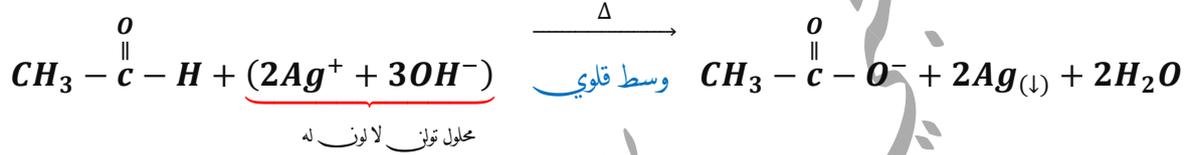
لا يتفاعل البروبانون مع ثنائي كرومات البوتاسيوم ويستخدم هذا التفاعل للكشف عن الأدهيدات والتميز بينها وبين الكيتونات.

ملاحظة: تتأكسد الألدهيدات بسهولة إلى حموض كربوكسيلية بسبب وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة الكربون الزمرة الكربونيلية. بينما تقاوم الكيتونات الأكسدة بسبب **عدم وجود** ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة الكربون الزمرة الكربونيلية.

نشاط (7): وازن معادلة الأكسدة والإرجاع الآتية في **وسط حمضي**، ثم حدّد تفاعل الأكسدة وتفاعل الإرجاع:



(2) التفاعل مع كاشف تولن: يرجع الإيتانال أيونات الفضة إلى الفضة التي تترسب على جدران الأنبوب مشكلة مرآة فضية، وتؤكسد أيونات الفضة الإيتانال إلى **حمض الإيتانويك** الذي يتحول إلى **أيونات الإيتانوات** في وسط أساسي وفق المعادلة:



الإيتانال

أيونات الإيتانوات

فضة

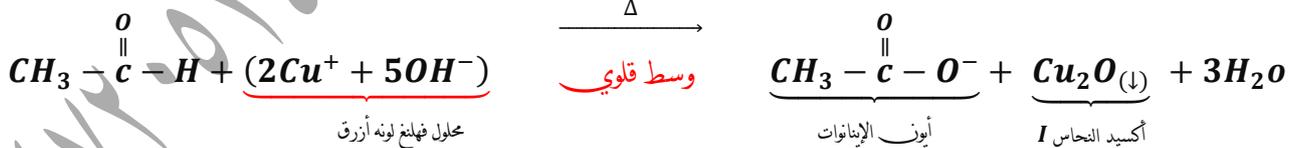
ماء

نتيجة: تتفاعل الألدهيدات مع كاشف تولن وفق المعادلة:



(3) التفاعل مع كاشف فهلنغ: يرجع الإيتانال أيونات النحاس II إلى أيونات النحاس I الذي يترسب على شكل أكسيد النحاس الأحادي وتؤكسد أيونات النحاس II الإيتانال إلى **حمض الإيتانويك** الذي يتحول إلى **أيونات الإيتانوات** في وسط أساسي

في وسط أساسي

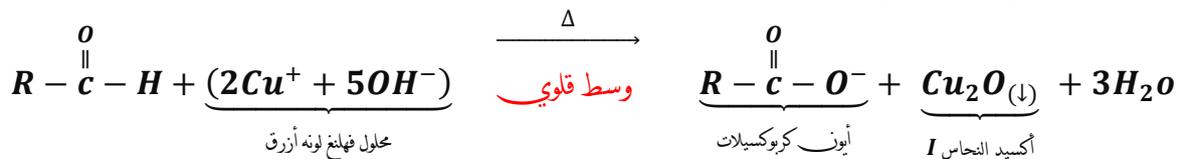


أيون الإيتانوات

أكسيد النحاس I

راسب أحمر أجري

نتيجة: تتفاعل الألدهيدات مع كاشف فهلنغ وفق المعادلة:

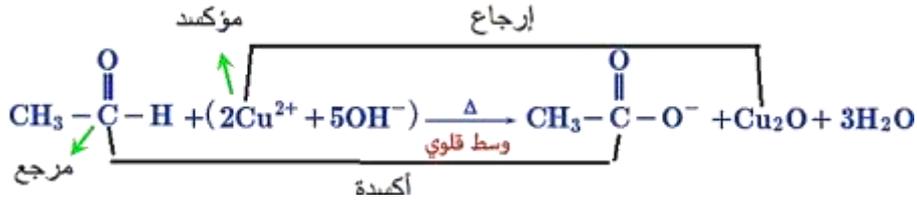


أيون كربوكسيلات

أكسيد النحاس I

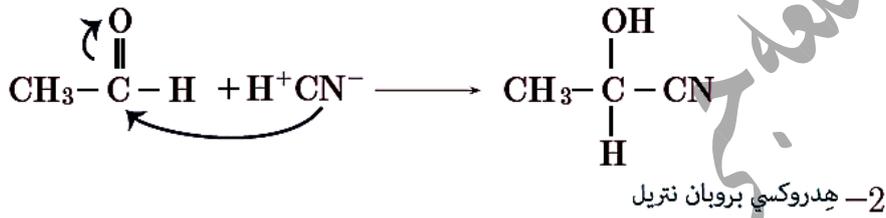
راسب أحمر أجري

نشاط (8): اكتب معادلة تفاعل الإيتانال مع كاشف فهلنغ ثم حدّد تفاعل الأكسدة وتفاعل الإرجاع والعامل المؤكسد والعامل المرجع.



ثانياً: تفاعلات الإضافة: تحوي زمرة الكربونيل $\text{C}=\text{O}$ على الرابطين π, σ حيث يحدث تفاعل الإضافة على الرابطة الأضعف π .

تطبيق (3): اكتب المعادلة المعبرة عن تفاعل ضمّ سيانيد الهيدروجين إلى الإيتانال وأسمي المركب العضوي الناتج.



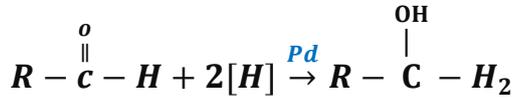
تطبيق (4): اكتب تفاعل إضافة سيانيد الهيدروجين للبروبانون وأسمي المركب العضوي الناتج.



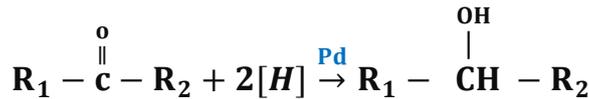
2- هيدروكسي 2-مethyl بروبان نتريل.

ثالثاً: تفاعلات الإرجاع: يمكن إرجاع الألدهيدات والكيوتونات إلى الأغوال الموافقة باستخدام المرجحات مثل رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم أو الهيدروجين بوجود البالاديوم كحفاز.

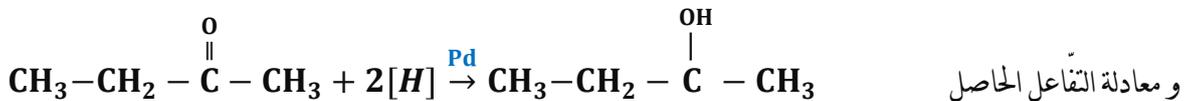
تطبيق (5): اكتب المعادلة المعبرة عن إرجاع الألدهيد بالهيدروجين بوجود البالاديوم كحفاز.



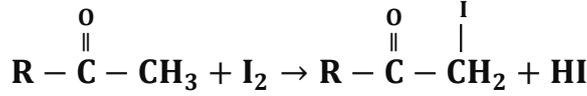
تطبيق (6): اكتب المعادلة المعبرة عن إرجاع الكيتون بالهيدروجين بوجود البالاديوم كحفاز.



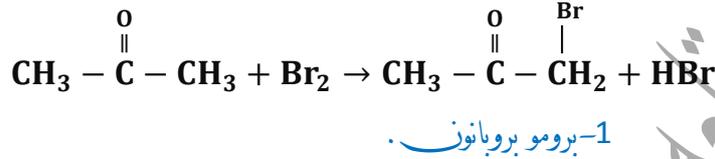
نشاط (9): يُرجع الكيتون بالهيدروجين بوجود البالاديوم كحفاز فينتج البوتان-2-ول والمطلوب: اكتب صيغة هذا الكيتون



رابعاً: التفاعل مع الهالوجينات: يؤدي إضافة محلول اليود المتحلل في رباعي كلور الكربون ذو اللون البنفسجي إلى الكيتون لزال لون اليود، حيث يستبدل اليود بذرة الهيدروجين المجاورة للزمرة الوظيفية وفق التفاعل الآتي:



إضاءة: يتغير لون محلول اليود حسب المذيب فهو **بنّي اللون** في الإيثانول و**بنفسجي اللون** في رباعي كلور الكربون. **نشاط (10):** اكتب معادلة تفاعل البروم مع الأسيتون وسم المركب العضوي الناتج.



اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(1) تشترك الألدهيدات والكيتونات بوجود زمرة:

(a) الكربونيل. (b) الفورميل. (c) الهيدروكسيل. (d) الكربوكسيل.

(2) إحدى الصيغ الآتية تمثل كيتون متناظر:



الجواب: b

(3) يُرجع البروبانول بالهدروجين بوجود البالاديوم كوسيط وينتج:

(a) بروبانال. (b) حمض البروبانويك. (c) بروبان-2-ول. (d) بروبان-1-ول.

(4) المركب الذي يتفاعل مع كاشف فهلغ من بين المركبات الآتية هو:

(a) بروبان-2-ول. (b) ميثانوات الإثيل. (c) حمض الإيثانويك. (d) إيثانال.

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

(1) درجات غليان الألدهيدات أقل من درجات غليان الأغوال الموافقة.

الجواب: لأن قطبية الرابطة OH في الأغوال أقوى من قطبية الرابطة C=O في الألدهيدات والكيتونات إضافة إلى أن

جزيئات الأغوال تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، بينما لا تشكل الألدهيدات والكيتونات روابط هيدروجينية.

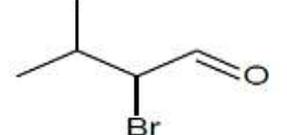
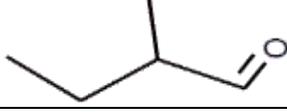
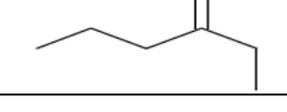
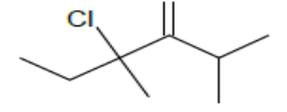
2) تقل مزوجية الكيتونات في الماء بزيادة كتلتها الجزيئية.

الجواب: بسبب ضعف تأثير الجزء القطبي عند كبر الجزء الغير قطبي R.

3) تتأكسد الأدهيدات بسهولة بينما تقاوم الكيتونات الأكسدة في الشروط ذاتها.

الجواب: بسبب وجود ذرة الهيدروجين مرتبطة بذرة الكربون الزمرة الكربونيلية في الأدهيدات وعدم وجودها في الكيتونات.

ثالثاً: اكتب الصيغة النصف منشورة للمركبات الآتية ثم سمها وفق نظام IUPAC.

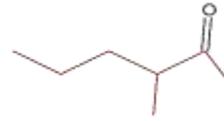
	$\text{CH}_3 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}} - \overset{\text{Br}}{\underset{ }{\text{CH}}} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H}$	2_ برومو_ 3_ متيل البوتانال
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H}$	2_ متيل البوتانال
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	هكسان_ 3_ ون
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{Cl}}{ }{\text{C}}} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}} - \text{CH}_3$	4_ كلورو 2, 4_ ثنائي متيل الهكسان_ 3_ ون

خامساً: اكتب الصيغة الهيكلية للمركبات الآتية:

(b) 3,3-ثنائي متيل بوتانال



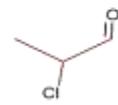
(a) 3-متيل هكسان-2-ون



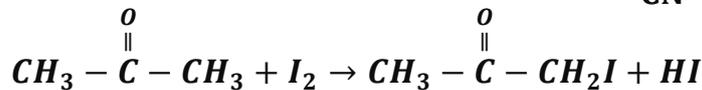
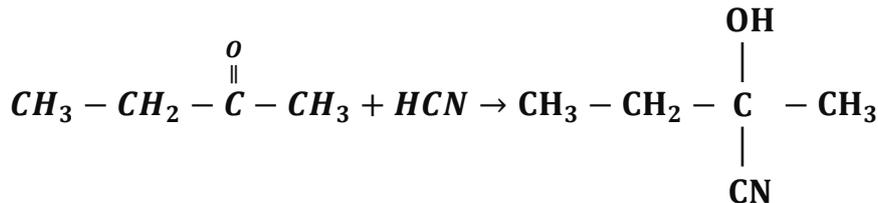
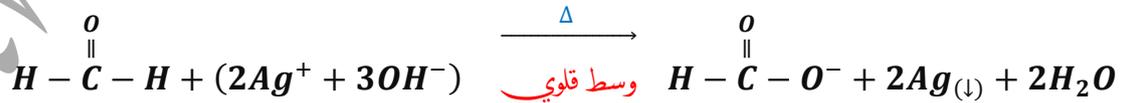
(d) 3-متيل بنتان-2-ون

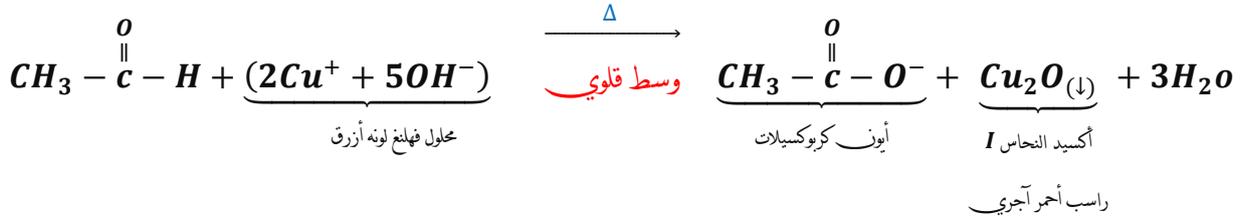


(c) 2-كلورو بروبانال

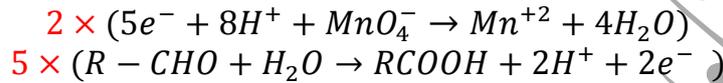
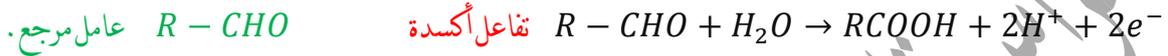
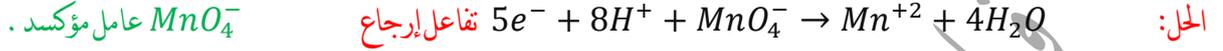
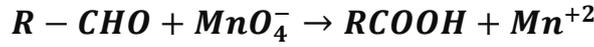


سادساً: أكمل المعادلات الآتية:

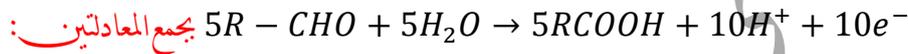
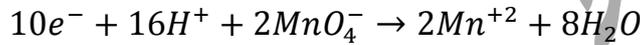




سابعاً: وزن معادلة الأكسدة والإرجاع الآتية في وسط حمضي ثم حدّد تفاعل الأكسدة والإرجاع والعامل المؤكسد و المرجع:



نوحّد عدد إلكترونات تفاعل الأكسدة والإرجاع:



حلّ المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى: كيتون متناظر النسبة المئوية الكتلية للأكسجين فيه 18.6% المطلوب:

(1) احسب الكتلة المولية لهذا الكيتون.

(2) استنتج صيغته النصف منشورة وسمه.

$$M = \frac{16 \times 100}{18.6} = 86 \text{ g.mol}^{-1} \quad \text{R} - \text{CO} - \text{R} \quad (1) \text{ الحل}$$

$$2\text{R} + \text{CO} = 86 \Rightarrow 2\text{R} + 28 = 86 \Rightarrow \text{R} = \frac{86 - 28}{2} = 29$$

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 29 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 29 \Rightarrow n = 2$$



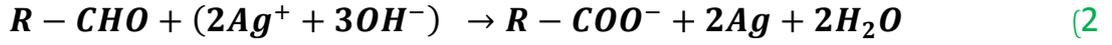
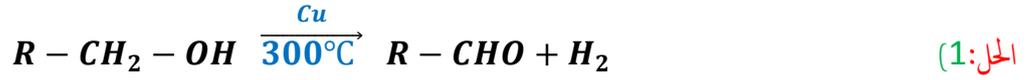
المسألة الثانية: يمرر بخار غول أولي على مسحوق النحاس المسخن إلى الدرجة 300°C ، فيتشكل 2.2g من الأدهيد، ثم

يعامل هذا الأدهيد مع كمية كافية من محلول تولن، فيتشكل راسب كتلته 10.8g المطلوب:

(1) اكتب المعادلتين المعبرتين عن التفاعلين الحاصلين.

(2) احسب الكتلة المولية لكل من الأدهيد والغول.

(3) استنتج الصيغة النصف منشورة لكل من الأدهيد والغول واكتب اسم كل منهما.



Mg	$216 g$
$2.2g$	$10.8g$

$$M = \frac{216 \times 2.2}{10.8} = 44 g \cdot mol^{-1} \quad \text{كتلة الأدهيد:}$$

$$RCHO = 44 \Rightarrow R = 15 \Rightarrow C_n H_{2n+1} = 15 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow n = 1 \Rightarrow R = CH_3$$

$$M' = 15 + 14 + 16 + 1 = 46 g \cdot mol^{-1} \quad \text{كتلة الغول:}$$



التفكير الناقد: وضح كيف تميز بين الأدهيد والكيونز بتجربة مناسبة.

الجواب: نضيف كاشف فهلنغ لكل من محلولي الأدهيد والكيونز فيتفاعل الأدهيد مع كاشف فهلنغ ويتشكل راسب أحمر آجري.

----- انتهى البحث -----

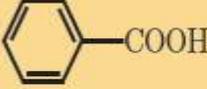
ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

المحور العضوية الكربوكسيلية

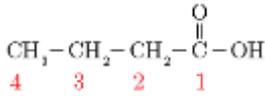
نشاط (1): الصيغة العامة للحموض الكربوكسيلية: **R-COOH** وزمرته الوظيفية **-COOH**

ويصنف الجدول التالي: الحموض الكربوكسيلية حسب عدد الزمر الوظيفية ونوع الجذر الذي ترتبط فيه الزمرة الوظيفية ونمط تهجين ذرة الكربون المرتبط بالزمرة الوظيفية.

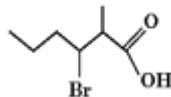
	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\text{R}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
أحادي الوظيفة	ثلاثي الوظيفة	ثنائي الوظيفة	أحادي الوظيفة
حمض أربلي (عطري)	حمض إيفاتي	حمض إيفاتي	حمض أليفاتي
sp^2	sp^3	sp^3	sp^3

تسمية الحموض الكربوكسيلية بحسب الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC:

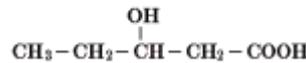
أسمي الحمض الكربوكسيلي الآتي وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC:



- أرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من ذرة كربون الزمرة الكربوكسيلية.
 - تكتب كلمة حمض ثم اسم كل فرع متبادل إن وجد مسبقاً برقم ذرة الكربون المرتبط بها.
 - أسمي الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية مسبقاً بكلمة حمض مع إضافة اللاحقة **ويك**. اسم المركب: حمض البوتانويك
- تطبيق (1): أكتب اسم كل من المركبين الآتيين وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC:

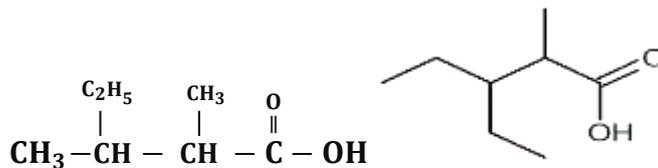


حمض 3-برومو-2-مethyl الهكسانويك



حمض 3-هيدروكسي البنتانويك

نشاط (2): أكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركب الآتي: حمض 3-إيثل-2-مethyl البنتانويك.

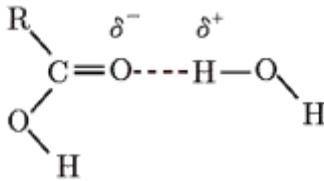


إضاءة: التسمية الشائعة لبعض الحموض الكربوكسيلية: حمض النمل **HCOOH** - حمض الزبدة **C₃H₇COOH** - حمض الخل **CH₃COOH**

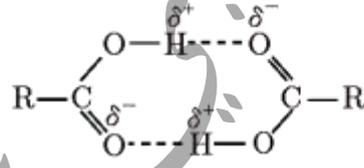
(1) تمازج الحموض الكربوكسيلية التي تحوي 4 - 1 ذرات كربون في الماء بكافة التسبب بسبب تشكل الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الحموض الكربوكسيلية وجزيئات الماء.

(2) يتناقص تمازج الحموض الكربوكسيلية في الماء بازدياد كتلتها الجزيئية بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي $COOH$ - وزيادة تأثير الجزء غير القطبي R .

(3) درجة غليان الحموض الكربوكسيلية مرتفعة مقارنة مع المركبات العضوية الموافقة بسبب تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية حيث أن زمرة الكربوكسيل تتكون من زميرتين قطبيتين هما الهيدروكسيل والكربونيل بالإضافة إلى تشكيل رابطتين هيدروجينيتين بين كل جزيئين من الحمض الكربوكسيلي.

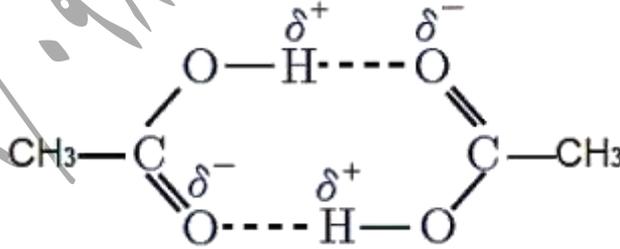


الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الحمض الكربوكسيلي والماء



الروابط الهيدروجينية بين جزيئي الحمض الكربوكسيلي

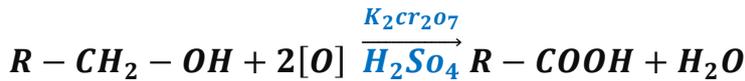
نشاط (3): تتجمع جزيئات حمض الخل على شكل جزيئات ثنائية، وضح ذلك مستعيناً بالرسم.



بسبب الرابطتين الهيدروجينيتين اللتين تتكونان بين كل جزيئين من حمض الخل.

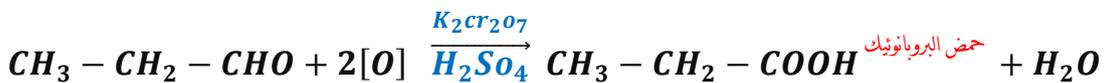
تحضير الحموض الكربوكسيلية:

(1) الأكسدة التامة للأغوال الأولية: أكتب معادلة الأكسدة التامة للغول الأولي بوجود مؤكسد قوي في وسط حمضي وسم الناتج



حمض كربوكسيلي

(2) أكسدة الألدهيدات: يتأكسد البروبانال في شروط مناسبة، أكتب معادلة التفاعل الحاصل، وسم المركب العضوي الناتج.



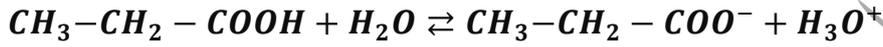
حمض البروبانويك

الخصائص الكيميائية: أولاً: الخاصية الحمضية: تعود الصفة الحمضية لهذه المركبات إلى قطبية الرابطة $C=O$ مما يؤدي بسهولة مغادرة بروتون H^+ في المحلول المائي.

تطبيق (2): اكتب معادلة تأين الحمض الكربوكسيلي في الماء.



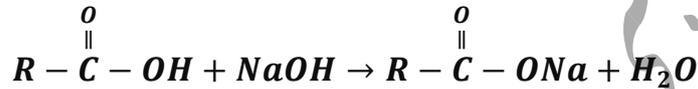
نشاط (4): اكتب معادلة تأين حمض البروبانويك وحدد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) بحسب نظرية برونستد-لوري.



حمض مرافق (2) أساس مرافق (1) حمض (1)

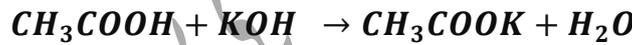
إضاءة: معظم الحموض الكربوكسيلية حموض ضعيفة التآين في الماء، حيث يتراوح ثابت تأينها K_a بين 10^{-4} و 10^{-5} .

ثانياً: التفاعل مع الأسس: اكتب تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع هيدروكسيد الصوديوم.



ملح كربوكسيلات الصوديوم

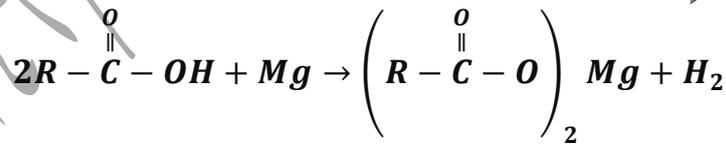
نشاط (5): اكتب معادلة تفاعل حمض الخل مع هيدروكسيد البوتاسيوم وسمّ التّواتج.



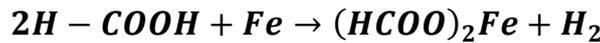
ملح خلات البوتاسيوم

ثالثاً: التفاعل مع المعادن: يتفاعل حمض كربوكسيلي وحيد الوظيفة مع المغنيزيوم فيشكل ملح كربوكسيلات المغنيزيوم وينطلق غاز

الهيدروجين الذي يحترق بلهب أزرق مع سماع صوت فرقة خفيفة وفق المعادلة.

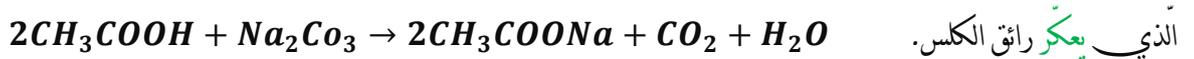


نشاط (6): اكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الحديد وسمّ التّواتج.



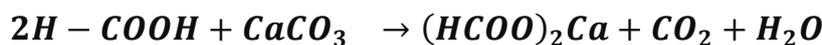
غاز الهيدروجين ميثانات الحديد II

رابعاً: التفاعل مع الأملاح: يتفاعل حمض الإيثانويك مع كربونات الصوديوم وينتج ملح إيثانات الصوديوم وينطلق غاز ثنائي أكسيد الكربون

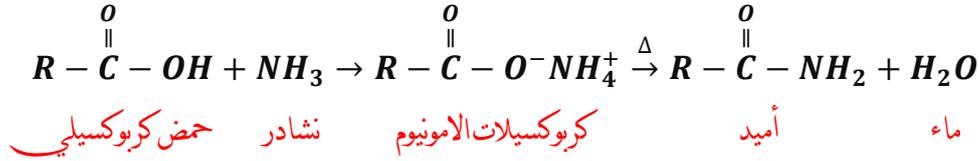


الذي يعكّر رائق الكلس.

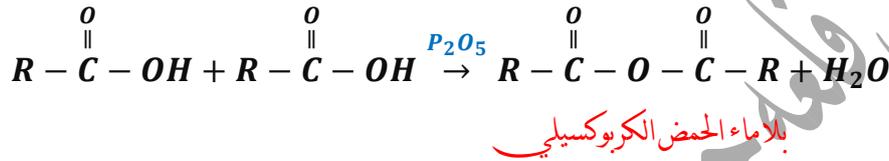
نشاط (7): اكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع كربونات الكالسيوم وسمّ النواتج. (ميثانات الكالسيوم)



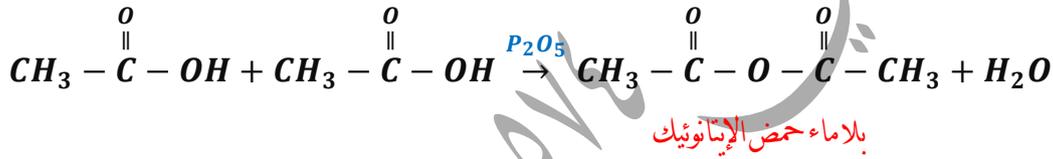
خامساً: التفاعل مع النشادر: تتفاعل الحموض العضوية مع النشادر وينتج ملح **كربوكسيلات الأمونيوم** الذي يتفكك بالتسخين إلى **الأميد** الموافق والماء وفق المعادلة الآتية:



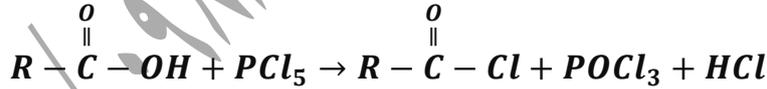
سادساً: تفاعل البلمهة ما بين **جزئية**: يتم فيها حذف **جزئية ماء** من **جزئيتين** من الحمض بوجود **خماسي أكسيد الفوسفور** ويتشكل **بلاماء** الحمض **الكربوكسيللي** وفق المعادلة:



نشاط (8): اكتب معادلة تفاعل البلمهة ما بين **جزئية لحمض الإيتانويك** ثم اكتب **صيغة الوسيط المستخدم**، وسم **المركب العضوي** الناتج.

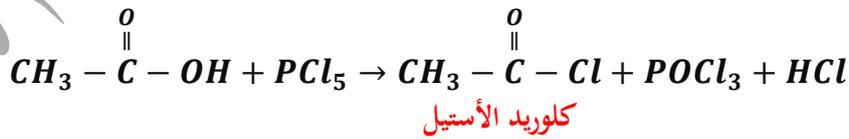


سابعاً: التفاعل مع خماسي كلور الفوسفور: يتفاعل حمض كربوكسيللي مع خماسي كلور الفوسفور فينتج **كلوريد الحمض** الذي يعد مصدر رئيس للعديد من **المركبات العضوية**، حيث يتشكل من استبدال ذرة **Cl** بـ **OH⁻** وفق المعادلة الآتية:

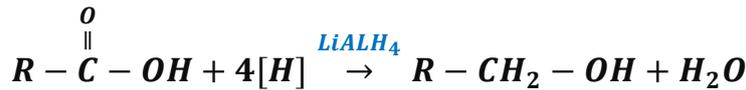


غاز كلور الهيدروجين فوسفوريل كلوريد كلوريد الحمض خماسي كلور الفوسفور حمض كربوكسيللي

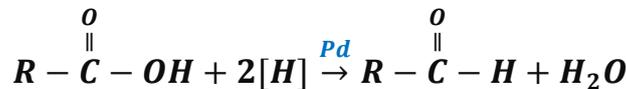
نشاط (9): اكتب معادلة تفاعل حمض الإيتانويك مع خماسي كلور الفوسفور.



ثامناً: تفاعلات الإرجاع: ترجع الحموض الكربوكسيلية إلى **الأغوال الأولية** الموافقة باستخدام **رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم** وفق المعادلة:



ترجع الحموض الكربوكسيلية إلى **الألدهيدات** الموافقة بتفاعلها مع **الهيدروجين** بوجود **حفاز (البالاديوم)** وفق المعادلة الآتية:



اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

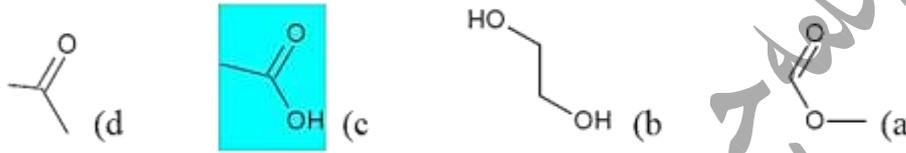
(1) يرجع حمض الإيتانويك إلى الإيتانال بوجود:

Pd (d) $LiAlH_4$ (c) PCl_5 (b) P_2O_5 (a)

(2) يتفاعل حمض البروبانويك مع التشارد بالتسخين فيشكل:

(a) البروبانال . (b) بروبان أميد . (c) بروبان نتريل . (d) بروبان أمين .

(3) المركب العضوي الذي يعد حمضاً كربوكسلياً من المركبات الآتية:



ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

(1) تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية مقارنة مع باقي المواد العضوية الموافقة.

الجواب: لأن الزمرة الوظيفية المميزة للحموض الكربوكسيلية تحتوي على زمرتين قطبيتين هما زمرة الهيدروكسيد $-OH$ - وزمرة الكربونيل $-C=O$.

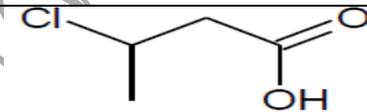
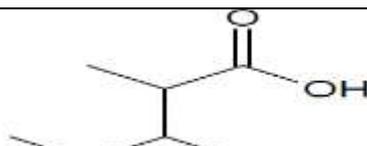
(2) نقصان مزوجية الحموض الكربوكسيلية في الماء بارتفاع كتلتها الجزيئية.

الجواب: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي $-COOH$ - وزيادة تأثير الجزء غير القطبي R .

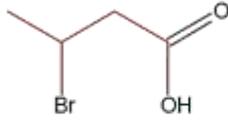
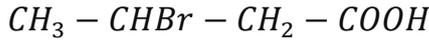
(3) درجة غليان الحموض الكربوكسيلية أعلى من درجة غليان الألهيدات الموافقة.

الجواب: بسبب الرابطين الهيدروجينيين اللتين تتكونان بين كل جزئين من الحمض الكربوكسيلية بينما الألهيدات لا تشكل روابط هيدروجينية.

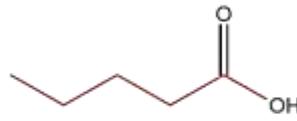
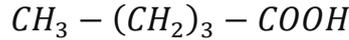
ثالثاً: اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية لكل من المركبين الآتين:

	$\begin{array}{c} Cl \\ \\ CH_3-CH-CH_2-C(=O)-OH \end{array}$	حمض 3_كلوروبوتانويك
	$\begin{array}{c} CH_3 \quad CH_3 \\ \quad \\ CH_3-CH_2-CH-CH-C(=O)-OH \end{array}$	حمض 2,3_ثنائي ميثيل البنتانويك

رابعاً: أكتب الصيغة الهيكلية لكل من المركبين الآتين، ثم سمّيهما وفق قواعد IUPAC:



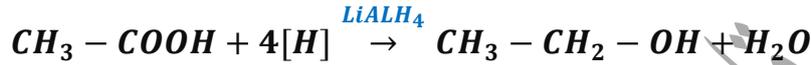
حمض 3-برومو البوتانويك



حمض البنتانويك

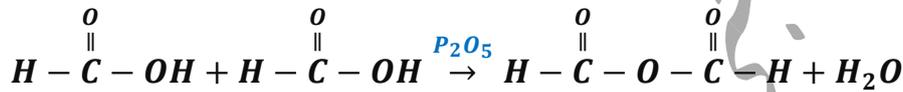
خامساً: عبّر عن التفاعلات الآتية بمعادلات كيميائية، وسمّ التّواتج.

(1) إرجاع حمض الإيتانويك بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم.



الإيثانول

(2) البلمهة ما بين جزيئية لحمض الميتانويك بوجود خماسي أكسيد الفوسفور.



بلاماء حمض الميتانويك

(3) تفاعل حمض الميتانويك مع كربونات الكالسيوم.



سادساً: حمض كربوكسيلّي نظامي صيغته الجملية $C_5H_{10}O_2$ أكتب منصاوغاته وسمّها ثم اذكر نوع التصاوغ. تصاوغ سلسلي

$CH_3 - CH_2 - \overset{CH_3}{\underset{ }{CH}} - \overset{O}{\parallel} - C - OH$	حمض 2_ ميثيل البوتانويك
$CH_3 - \overset{CH_3}{\underset{ }{CH}} - CH_2 - \overset{O}{\parallel} - C - OH$	حمض 3_ ميثيل البوتانويك
$CH_3 - (CH_2)_3 - COOH$	حمض البنتانويك

سابعاً: حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى: حمض كربوكسيلّي يحوي 69.56% من كتلته أكسجين. المطلوب:

(1) احسب الكتلة الجزيئية المولية للحمض.

(2) أكتب الصيغة النصف منشورة للحمض وسمّه. (C: 12_H: 1_O: 16)

(الحل: 1) كل 100g حمض كربوكسيلّي تحوي 69.56g أكسجين.

كل M حمض كربوكسيلّي تحوي 32g أكسجين.

$$M = \frac{100 \times 32}{69.56} = 46g \cdot mol^{-1}$$

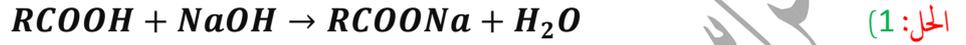
(2) حمض الميتانويك $R - COOH \Rightarrow R + 45 = 46 \Rightarrow R = 1 \Rightarrow 14n + 1 = 1 \Rightarrow n = 0 \Rightarrow R = H \Rightarrow H - COOH$

المسألة الثانية: يتفاعل حمض كربوكسيلّي نظاميّ وحيد الوظيفة $R - COOH$ مع هيدروكسيد الصوديوم ويعطي ملحاً كتلته $\frac{5}{4}$ من كتلة الحمض والمطلوب:

(1) أكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة الحاصل.

(2) احسب الكتلة المولية للحمض.

(3) استنتج صيغة الحمض وسمه. $(C: 12_H: 1_O: 16_Na: 23)$



$$\text{كتلة الملح} = \frac{5}{4} (\text{كتلة الحمض}) \quad (2)$$

$$(R + 67) = \frac{5}{4} (R + 45)$$

$$4R + 268 = 5R + 225 \Rightarrow R = 43 \text{ g} \quad \text{كتلة الحمض المولية: } 43+45=88 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$R = C_nH_{2n+1} = 12n + 2n + 1 = 43 \Rightarrow 14n = 42 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow R = C_3H_7 \quad (3)$$



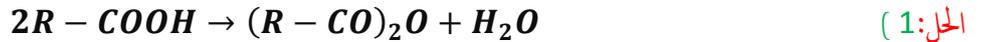
المسألة الثالثة: ينتج عن تفاعل البلمهة ما بين الجزئية لحمض كربوكسيلّي وحيد الوظيفة $R - COOH$ مركب عضويّ كتلته المولية تساوي 102 g.mol^{-1} والمطلوب:

(1) أكتب المعادلة المعبّرة عن تفاعل البلمهة ما بين الجزئية للحمض.

(2) احسب الكتلة المولية للحمض الكربوكسيلّي.

(3) استنتج صيغة الحمض الكربوكسيلّي وسمه.

(4) استنتج صيغة المركب العضويّ الناتج وسمه. $(C: 12_H: 1_O: 16)$

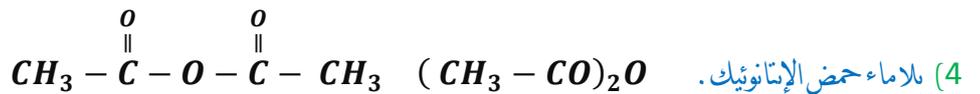


$$(R - CO)_2O = 102 \Rightarrow (R + 28) \times 2 + 16 = 102 \Rightarrow 2R + 56 + 16 = 102$$

$$2R = 102 - 72 = 30 \Rightarrow R = 15 \text{ g}$$

$$M = 15 + 45 = 60 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$R - COOH = 60 \Rightarrow C_nH_{2n+1} = 15 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow n = 1 \Rightarrow R = CH_3 -$$



المسألة الرابعة: غول أولي مشيع وحيد الوظيفة $R - CH_2 - OH$ يؤكسد أكسدة تامة ثم يعامل ناتج الأكسدة مع هيدروكسيد البوتاسيوم فينتج ملحاً كتلته $\frac{56}{37}$ من كتلة ناتج الأكسدة المطلوب:

(1) اكتب معادلات التفاعل الحاصلة.

(2) استنتج صيغة ناتج الأكسدة وسمه.

(3) استنتج صيغة الغول المستعمل وسمه.

$$(C: 12_H: 1_K: 39_O: 16)$$



$$\text{كتلة الملح} = \frac{56}{37} (\text{كتلة الحمض}) \quad (2)$$

$$(R + 83) = \frac{56}{37} (R + 45)$$

$$37R + 3701 = 56R + 2520 \Rightarrow 19R = 515 \Rightarrow R = 29g$$

$$12n + 2n + 1 = 29 \Rightarrow n = \frac{28}{14} = 2 \Rightarrow R = C_n H_{2n+1} = (CH_3 - CH_2 -)$$

صيغة ناتج الأكسدة $CH_3 - CH_2 - COOH$ حمض البروبانويك.

صيغة الغول $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$ البروبانول-1.

التفكير الناقد: تتآكل طاوولات المطابخ المصنوعة من الرخام مع مرور الزمن، ما تفسرك لذلك؟

الجواب: بسبب احتواء الكثير من الأطعمة على حموض كربوكسيلية التي تتفاعل مع كربونات الكالسيوم الموجودة في الرخام.

----- انتهى البحث -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

مشتقات الموض الكربوكسيلية

أولاً: الإسترات

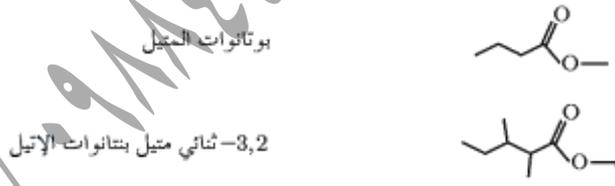
الصيغة العامة للإسترات: $R - \overset{O}{\parallel}C - O - R'$ أو $RCOOR$ وتحتوي الإسترات على الزمرة الوظيفية $\overset{O}{\parallel}C - O$.
 علماً أن: $R' \neq H$ في الإسترات.

تسمية الإسترات حسب قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC:

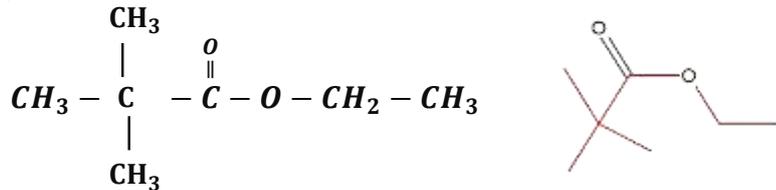
- نشاط (1): أسمى الإسترات الآتي وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC: $CH_3 - \overset{O}{\parallel}C - O - CH_2 - CH_3$
- نرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من ذرة كربون الزمرة الإستيرية الوظيفية. $CH_3 - \overset{O}{\parallel}C - O - CH_2 - CH_3$
 - نكتب اسم كل فرع (مُبادل) إن وُجد مسبقاً برقم ذرة الكربون المرتبط بها.
 - يُكتب اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية مضافاً له اللاحقة (وات) متبوعاً باسم الجذر الألكيلي (R')

اسم المركب العضوي: إيتانوات الإثيل

تطبيق (1): أكتب اسم كلاً من المركبين الآتين وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC:

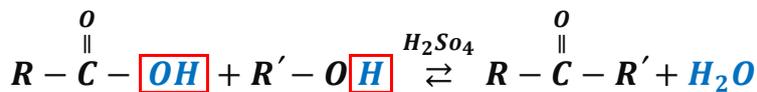


نشاط (2): أكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركب الآتي: 2,2-ثنائي ميثيل بروبانات الإثيل.

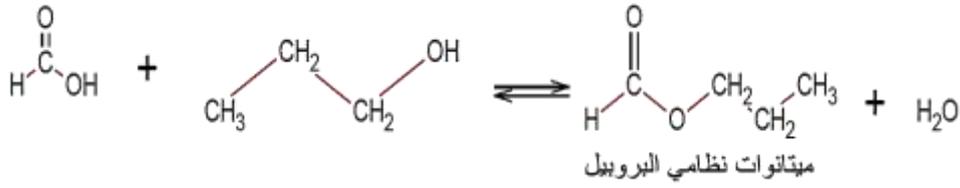


إضاءة: التسمية الشائعة لبعض الإسترات: $CH_3 - COO - CH_3$ خلات الميثيل _ $H - COO - C_2H_5$ نمات الإثيل

تحضير الإسترات: (1) تفاعل الإسترة: يسمى تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الغول بتفاعل الأسترة يحدث على الرابطة $C - O$ في الحمض وعلى الرابطة $O - H$ في الغول كما يأتي:

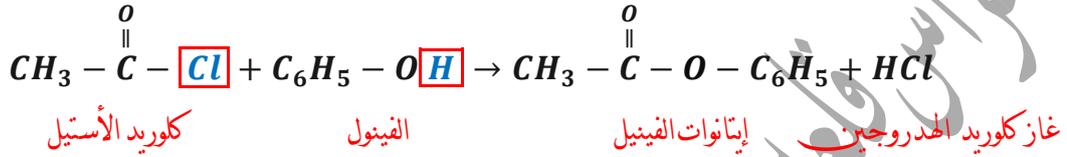


نشاط (3): اكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع البروبان-1-ول وسم المركب العضوي الناتج.

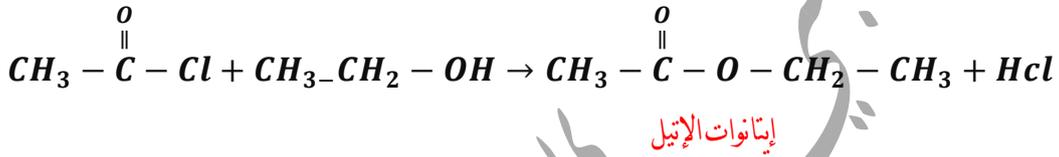


(2) تفاعل كلور الحمض الكربوكسيل مع الغول أو الفينول:

تطبيق (2): اكتب معادلة تفاعل كلوريد الأسيتيل مع الفينول وأسمي المركب العضوي الناتج.

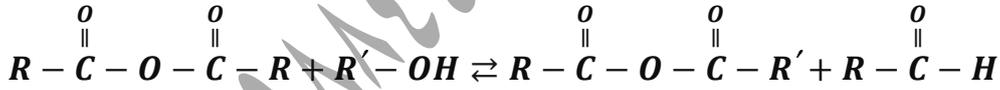


نشاط (4): اكتب معادلة تفاعل كلوريد الأسيتيل مع الإيتانول وسم المركب العضوي الناتج.

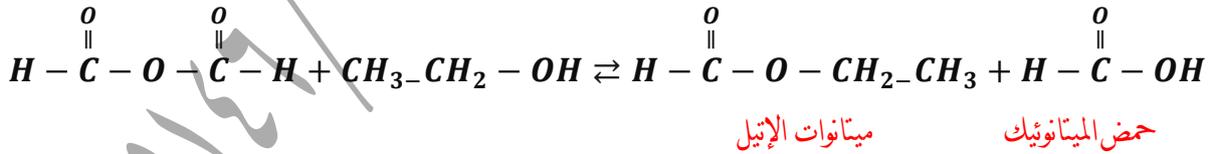


(3) تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيل مع الغول:

تطبيق (3): اكتب معادلة تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيل مع الغول.



نشاط (5): اكتب معادلة تفاعل بلا ماء حمض الميثانويك مع الإيتانول وسم المركبات العضوية الناتجة.



الخاصيات الفيزيائية للإسترات:

- تزداد درجة غليان الإسترات بازدياد كتلتها الجزيئية لأنها أقل من درجات غليان الحموض الكربوكسيلية الموافقة ويعود ذلك إلى تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الحموض الكربوكسيلية وعدم تشكلها بين جزيئات الإسترات.
- لا تتحلل الإسترات في الماء ولكنها تتحلل في معظم المحلات (المذيبات) العضوية.

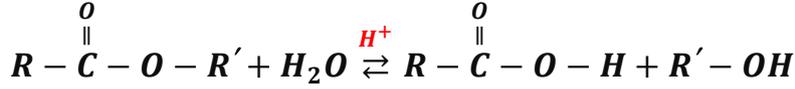
نشاط (6): فسّر سبب عدم قدرة الإسترات على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

الجواب: لعدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة ذات شحنة كهربية.

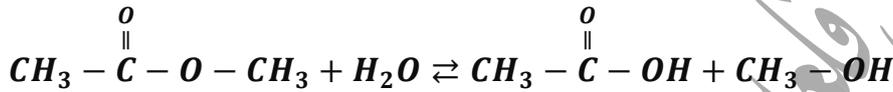
الخواص الكيميائية للإسترات:

(1) حلمهة الإسترات: تتفاعل الإسترات مع الماء معطيةً الحمض الكربوكسيلي والغول حيث تزداد سرعة التفاعل بوجود الحموض اللاعضوية كحفازات.

تطبيق (4): أكتب تفاعل حلمهة الإستر بوجود حمض لا عضوي كحفاز.

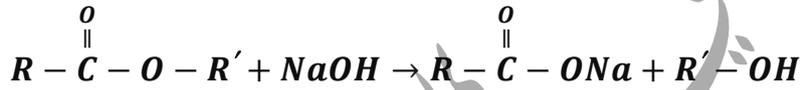


نشاط (7): أكتب معادلة تفاعل حلمهة إيتانوات الميثيل وسم المركبات العضوية الناتجة.



ميثانول حمض الخل

(2) تفاعل الإسترات مع القلويات: يتفاعل الإستر مع هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم تفاعلاً تاماً معطياً الغول وملح الحمض الكربوكسيلي الموافق.



نشاط (8): أكتب معادلة تفاعل إيتانوات الإثيل مع هيدروكسيد البوتاسيوم.



(3) إرجاع الإسترات: ترجع الإسترات بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم إلى الغول الموافق.

تطبيق (6): أكتب المعادلة المعبرة عن إرجاع الإستر بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم.



نشاط (9): أكتب المعادلة المعبرة عن تفاعل إرجاع ميثانوات الإثيل بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم، وسم المركبات العضوية الناتجة.



ميثانول

إيثانول

----- انتهى البحث -----

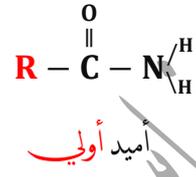
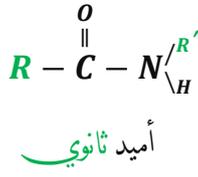
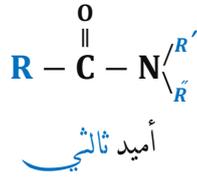
ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

ثانياً: الأميدات

الصيغة العامة للأميدات: $R - CO - NH_2$ أو $R - \overset{O}{\parallel}{C} - NH_2$ وتحتوي الأميدات على الزمرة الوظيفية $-C(=O) - N$.

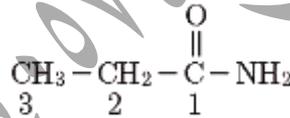
وتصنف الأميدات إلى أولية وثانوية وثالثية:



تسمية الأميدات حسب قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC:

- 1) نرقم أطول سلسلة كربونية بدءاً من كربون الزمرة الأميدية (الوظيفية).
- 2) يكتب اسم كل فرع (مُتبادل) إن وجد مسبق برقم ذرة الكربون المرتبط بها وإذا كان المتبادل مرتبط بذرة النتروجين يسبق بالحرف N.

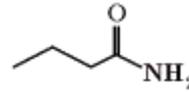
- 3) يكتب اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية ثم تكتب اللاحقة (أميد).



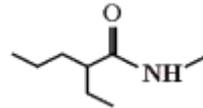
اسم المركب العضوي: **بروبان أميد**

تطبيق (1): اكتب اسم كلاً من المركبين الآتيين وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC:

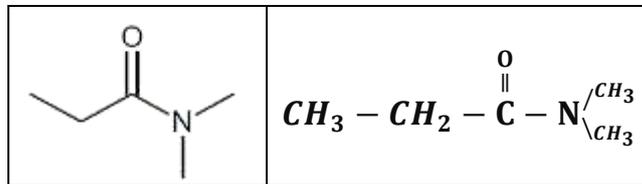
بوتان أميد



N-مethyl-2-إيثيل بنتان أميد



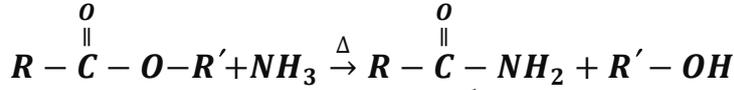
نشاط (1): اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركب الآتي: **N,N-ثنائي ميثيل بروبان أميد**.



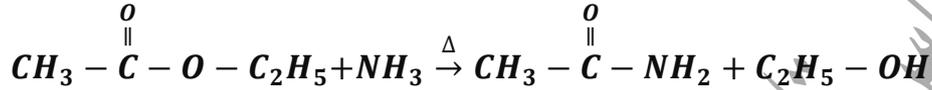
إضاءة: التسمية الشائعة للمركب **أسيت أميد**: $CH_3 - \overset{O}{\parallel}{C} - NH_2$

تحضير الأميدات: تُحضّر الأميدات بتفاعل **النشادر أو مشتقاته (الأمينات)** مع **الحموض الكربوكسيلية أو مشتقاته (الإسترات - كلور الحمض - بلا ماء الحمض)**.

(1) تفاعل النشادر مع الإستر: اكتب معادلة تفاعل الإستر مع النشادر بالتسخين:

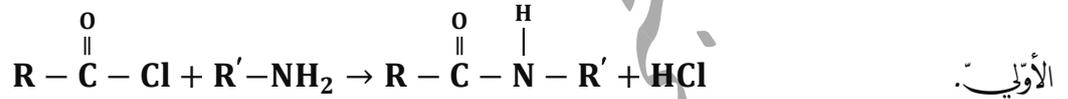


نشاط (2): اكتب معادلة تفاعل إيتانوات الإثيل مع النشادر بالتسخين وسمّ التواتج.



إيتانول إيتان أميد

(2) تفاعل كلور الحمض الكربوكسيلي مع النشادر أو الأمينات الأولية: اكتب معادلة تفاعل كلور الحمض الكربوكسيلي مع الأمين

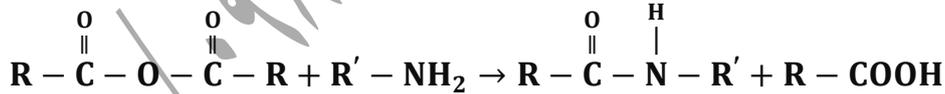


نشاط (3): اكتب معادلة تفاعل كلوريد الأستيل مع النشادر، وسمّ المركب العضوي الناتج.

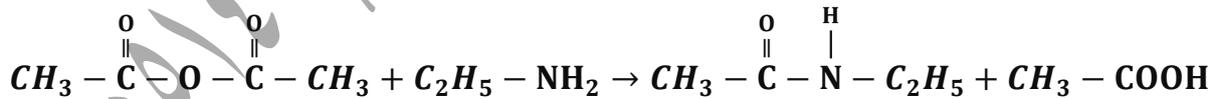


إيتان أميد

(3) تفاعل بلا ماء الحموض الكربوكسيلي مع الأمين الأولي:



نشاط (4): اكتب معادلة تفاعل حمض الإيتانويك مع إيتان أمين، وسمّ المركبات العضوية الناتجة.



حمض الإيتانويك N-إثيل إيتان أميد

الخاصيّات الفيزيائية للأميدات: الأميدات مواد صلبة أو سائلة ذات درجات غليان وانصهار مرتفعة نسبياً، حيث تتشكل **روابط**

هدروجينية بين جزيئات الأميدات الأولية والثانوية.

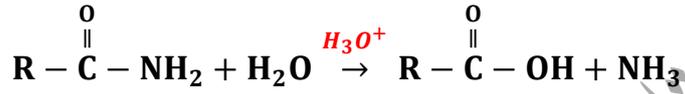
نشاط (5): فسّر سبب عدم تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الأميدات الثالثية.

الحل: بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهروسلبية.

(1) إرجاع الأميدات: تُرجَع الأميدات إلى أمينات بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم وفق المعادلة:



(2) حلمهة الأميدات: ينتج عن حلمهة الأميد في وسط حمضي الحمض الكربوكسيلي والتشادر وفق المعادلة:



اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

(1) ينتج من تفاعل ميثانوات الإثيل مع التشادر:

(a) ميثانول . (b) إيثان أمين . (c) إيثان أميد . (d) ميثان أميد .

(2) المركب العضوي الذي يعد أميد من المركبات الآتية:



(3) تفاعل الأسترة يحدث في الحمض الكربوكسيلي على الرابطة:

(a) C = O (b) O - H (c) C - C (d) C - O

(4) أحد المركبات الآتية يشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاته:

(a) بروبان-2-ون . (b) ميثيل بوتانوات الإثيل . (c) N - ميثيل ميثان أميد . (d) ميثانال .

(5) الرابطة $\overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - N$ تميز المركب العضوي الآتي:

(a) أميد . (b) أمين . (c) نتريل . (d) أستر .

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي :

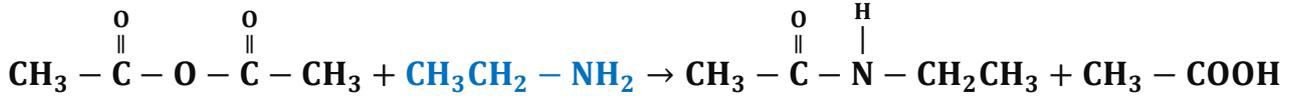
(1) درجات غليان الإسترات أقل من درجات غليان الحموض الكربوكسيلية الموافقة.

الجواب: يعود ذلك إلى تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الحموض الكربوكسيلية وعدم تشكلها بين جزيئات الإسترات.

(2) المركب N,N ثنائي ميثيل إيثان أميد غير قادر على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاته .

الجواب: بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية .

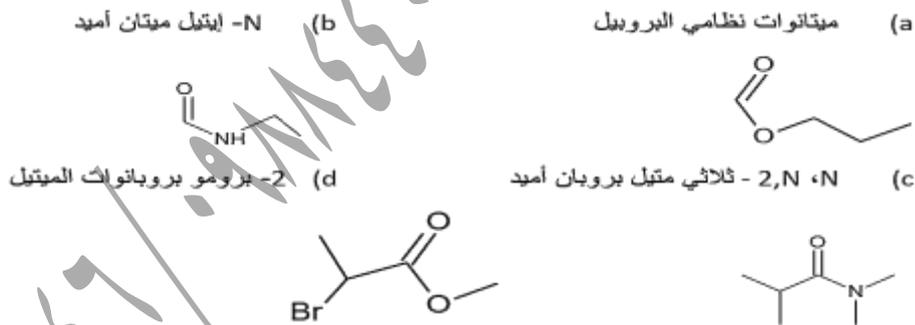
ثالثاً: مركب عضوي يتفاعل مع بلا ماء حمض الإيتانويك فينتج حمض الإيتانويك و N- إيتيل إيتان- أميد المطلوب:
فما صيغة هذا المركب ومن ثم أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل.



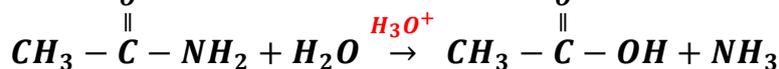
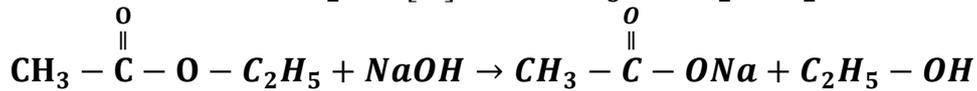
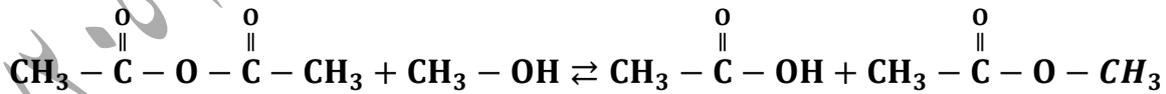
رابعاً: اكتب الصيغة التصف منشورة للمركبات الآتية ثم سمها وفق قواعد IUPAC.

	$\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{N} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{matrix}$	N- إيتيل - N- ميثيل ميثان- أميد
	$\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$	ميثانوات الميثيل
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \overset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$	3- كلورو - 2- إيتيل بنتانوات الميثيل
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{N} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{matrix}$	N- إيتيل - 2, N- ميثيل بوتانوات أميد

خامساً: اكتب الصيغة الهيكلية للمركبات الآتية :



سادساً: أكمل المعادلات الآتية :



سابعاً: المسألة الأولى: أميد أولي نسبة التزوجين فيه 19.17% المطلوب:

(1) احسب كتلته المولية.

(2) استنتج صيغته نصف المنشورة وسمه. (H: 1_C: 12_N: 14_O: 16)

الحل: (1) كل 100 g أميد أولي تحوي 19.17 g نترجين

كل M أميد أولي تحوي 14 g نترجين بالتالي: $M = \frac{100 \times 14}{19.17} = 73 \text{ g.mol}^{-1}$

(2) $R - CO - NH_3 \Rightarrow R + 12 + 16 + 14 + 3 = 73 \Rightarrow R = 73 - 45 = 29$

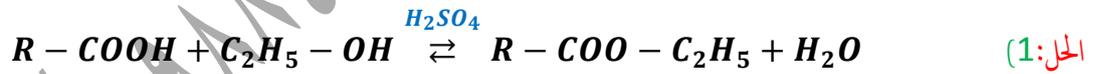
$$C_n H_{2n+1} = 29 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 29 \Rightarrow n = \frac{28}{14} = 2$$

$R = (C_2H_5-) \Rightarrow C_2H_5 - CO - NH_2$ بروبان أميد

المسألة الثانية: يتفاعل الإيثانول مع حمض كربوكسيلبي نظامي وحيد الوظيفة الكربوكسيلية فيشكل مركب عضوي كتلته المولية 88 g.mol^{-1} ، والمطلوب:

(1) اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

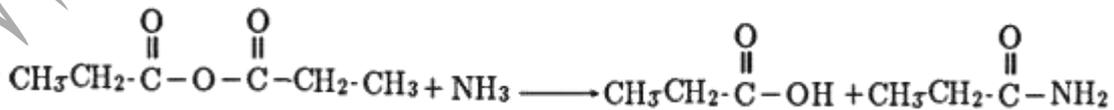
(2) استنتج صيغة الحمض الكربوكسيلبي وصيغة المركب العضوي الناتج، وسمهما.



$$R + 44 + 29 = 88 \Rightarrow R = 88 - 73 = 15 \Rightarrow R = CH_3 - \quad (2)$$

حمض الإيثانويك $CH_3 - COOH$ - إيثانوات الإثيل $CH_3 - COO - C_2H_5$

التفكير الناقد: لتحضير مركب بروبان أميد يتفاعل بلا ماء حمض البروبانويك مع النشادر بالتسخين اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.



----- انتهى البحث -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

الأمينات

الصيغة العامة للأمينات: $R - NH_2$ والرابطة التي تميز الأمينات $C - N$.

الأمينات مركبات عضوية مشتقة من **التشادر** (الأمونيا) حيث يحل جذر (الكيل) أو جذر (أريل) أو أكثر محل ذرة هيدروجين أو أكثر.

تصنيف الأمينات:



تسمية الأمينات حسب قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC:

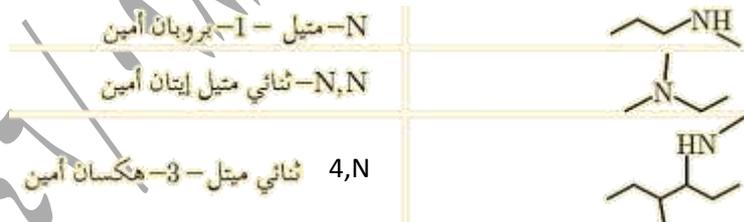
(1) نرقم أطول سلسلة كربونية من الطرف الأقرب للزمرة الأمينية.

(2) يكتب اسم كل فرع (مُتبادل) إن وُجد مسبق برقم ذرة الكربون المرتبط بها وإذا كان المتبادل مرتبط بذرة النتروجين يسبق بالحرف N.

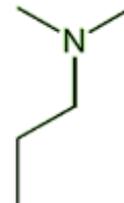
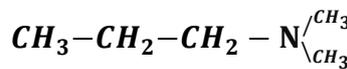
(3) يكتب رقم ذرة الكربون المرتبطة بها ذرة النتروجين ثم اسم الألكان الموافق لأطول سلسلة كربونية ثم تكتب اللاحقة (أمين).

ما اسم المركب العضوي: $CH_3 - CH_2 - NH_2$ إيتان أمين

تطبيق (1): اكتب اسم كلاً من المركبين الآتيين وفق قواعد الاتحاد الدولي IUPAC:

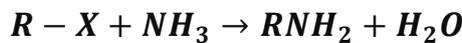


نشاط (1): اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركب الآتي: N,N -ثنائي ميثيل بروبان-1-أمين

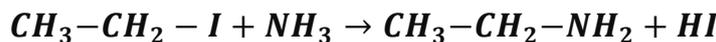


بعض طرق تحضير الأمينات: (1) تفاعل التشادر مع هاليد الألكيل:

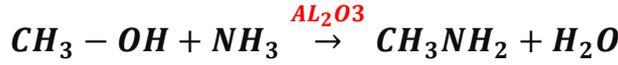
تطبيق (2): اكتب معادلة تفاعل هاليد الألكيل مع التشادر في شروط مناسبة:



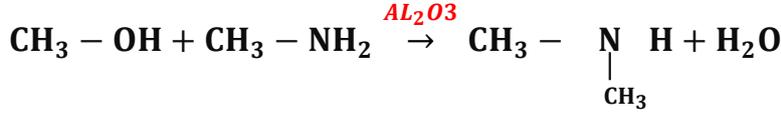
نشاط (2): اكتب معادلة تفاعل يودو الإيتان مع التشادر:



(2) تفاعل الغول مع التشادر: تطبيق (3): أكتب معادلة تفاعل الميثانول مع التشادر بشروط مناسبة وبوجود أكسيد الألمنيوم كوسيط.

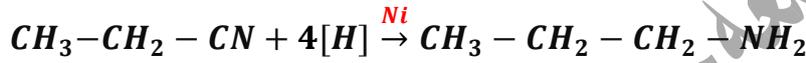


نشاط (3): أكتب معادلة تفاعل ميثان أمين مع الميثانول بشروط مناسبة وبوجود أكسيد الألمنيوم كوسيط، ثم صنف الأمين الناتج



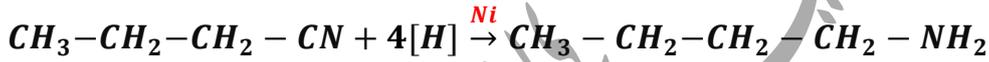
أمين ثانوي

(3) إرجاع النتريلات: تطبيق (4): أكتب معادلة تفاعل إرجاع نتريل الإيتان بوجود الهدروجين على سطح حفاز من النيكل وسمّ المركب العضوي الناتج.



بروبان-1-أمين

نشاط (4): أكتب معادلة تفاعل إرجاع نتريل البروبان بوجود الهدروجين على سطح حفاز من النيكل وسمّ المركب الناتج.



بوتان-1-أمين

الخاصيّات الفيزيائية للأمينات:

(1) الأمينات ذات الكتل الجزيئية المنخفضة مزوجيتها شديدة في الماء وتقل مزوجيتها في الماء بزيادة كلها الجزيئية.

(2) تمتاز الأمينات بروائح نشادرية وخرزة مميزة والأمينات العليا روائحها كريهة جدا.

(3) الأمينات الأولية والثانوية تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها مما يرفع من درجة غليانها.

نشاط (5): درجة غليان الأمينات الأولية والثانوية أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة فسر ذلك؟

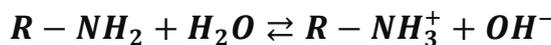
الأمينات الأولية والثانوية تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها بينما لا تشكل الألكانات روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

بعض الخاصيّات الكيميائية للأمينات:

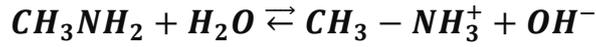
(1) الخاصية الأساسية: تحتوي الأمينات على زوج إلكتروني غير رابط على ذرة النتروجين قادرة على منح أو

استقبال بروتون مما يكسبها خاصيّات أساسية.

(2) تأين الأمينات في الماء: تطبيق (5): أكتب معادلة تأين الأمين الأولي.

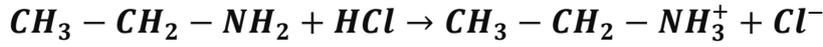


نشاط (6): اكتب معادلة تأين ميثان أمين ثم حدّد الأزواج المترافقة أساس/حمض بحسب نظرية برونشتد - لوري.



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

(3) تفاعل الأمينات مع الحموض: تطبيق (6): اكتب معادلة تفاعل إيتان أمين مع حمض كلور الماء.



اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(1) ينتج من تفاعل إرجاع نتريل البروبان:

(a) بروبان أميد . (b) بروبان أمين . (c) إيتان أمين . (d) إيتان أميد .

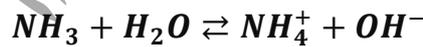
(2) المركب العضوي الذي يعدّ من الأمينات في المركبات الآتية:



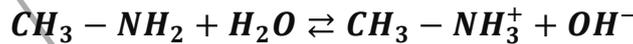
ثانياً: إذا علمت أنّ قيمة ثابت تأين النشادر 2×10^{-5} وقيمة ثابت تأين ميثان أمين 2×10^{-4} المطلوب:

(1) اكتب معادلة تأين كلّ منهما.

(2) حدّد أيهما أساس أقوى مفسراً إجابتك.



(الحل: 1)



(2) $K_b(CH_3 - NH_2) > K_b(NH_3)$ ميثان أمين يعدّ أساس أقوى من النشادر.

ثالثاً: أعط تفسيراً علمياً لكلّ مما يأتي:

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

الجواب: الأمينات الأولية والثانوية تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها بينما لا تشكل الألكانات روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

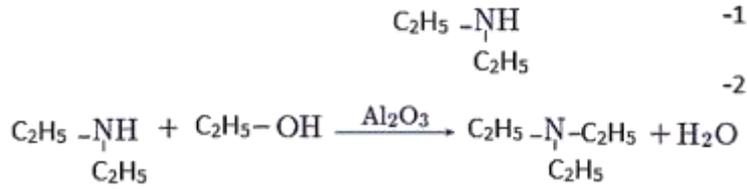
(2) مزوجية ميثان أمين شديدة في الماء.

الجواب: بسبب قطبية روابطه بالإضافة إلى تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاته وبين جزيئات الماء.

رابعاً: مركب عضوي يتفاعل مع الإيثانول وينتج N,N ثنائي إيثيل إيثان أمين والماء المطلوب:

(1) ما صيغة هذا المركب.

(2) اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل.



خامساً: لديك الصيغ الهيكلية للأمينات الآتية المطلوب:

(1) اكتب الصيغة النصف منشورة للمركبات الآتية ثم سمها وفق قواعد IUPAC.

(2) صنفها إلى أمينات (أولية - ثانوية - ثالثة).

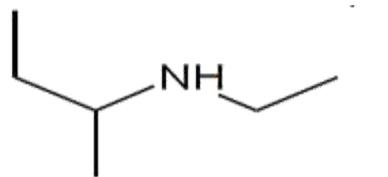
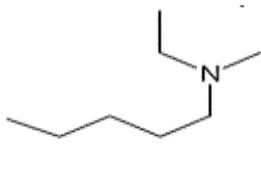
2,N ثنائي ميثيل بروبان -1- أمين	4- ميثيل بنتان -1- أمين
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{N}^{\text{H}}_{\text{CH}_3} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2 \end{array}$
أمين ثانوي	أمين أولي
	N إيثيل -2,N ثنائي ميثيل البوتان -1- أمين
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{N}^{\text{C}_2\text{H}_5}_{\text{CH}_3} \end{array}$
	أمين ثالثي

سادساً: اكتب الصيغة الهيكلية للمركبات الآتية:

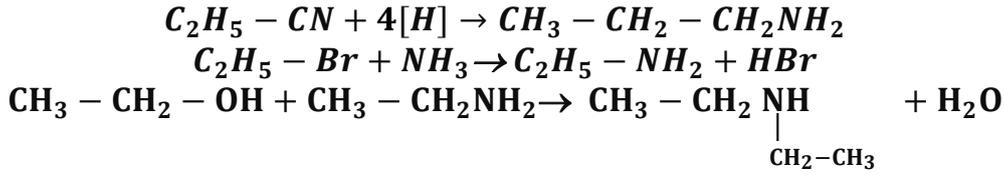
N - إيثيل - N - ميثيل بنتان -1- أمين

N - إيثيل بوتان -2- أمين

بروبان -1- أمين



سابعاً: أكمل المعادلات الآتية :



ثامناً: المسألة الأولى: أمين ثالثي نسبة النتروجين فيه 13.86% المطلوب:

(1) احسب كتلته المولية.

(2) استنتج صيغته نصف المنشورة وسمه علماً أن $R = R' = R''$ (H:1_C:12_N:14)

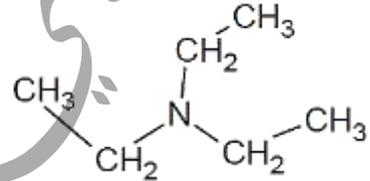
(الحل: 1) كل 100 تحتوي 13.86

كل M تحتوي 14 بالتالي: $M = \frac{14 \times 100}{13.86} = 101 \text{ g.mol}^{-1}$

$$3R = 101 - 14 = 87 \Rightarrow R = 29 \Rightarrow C_n H_{2n+1} + 1 = 29 \Rightarrow 14n = 28 \Rightarrow n = 2$$

$$\Rightarrow R = CH_3 - CH_2 -$$

N,N ثنائي إيثيل إيثان أمين



المسألة الثانية: محلول مائي للميثان أمين تركيزه 0.5 mol.l^{-1} وقيمة $pH = 12$ المطلوب:

(1) اكتب معادلة تأينه ثم حدّد الأزواج المترافقة بحسب برونشتد لوري.

(2) احسب قيمة درجة تأينه.

(3) احسب قيمة ثابت تأينه.



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

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pOH = 2 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} = \frac{10^{-2}}{0.5} = 2 \times 10^{-2} \Rightarrow \alpha = 2\%$$

$$[OH^-] = \sqrt{C_b K_b} \Rightarrow 10^{-2} = \sqrt{0.5 \times K_b} \Rightarrow K_b = 2 \times 10^{-4} \quad (3)$$

التفكير الناقد: يعدّ إيتيل أمين أساساً أقوى من متيل أمين ما تفسرك لذلك؟

الجواب: تعد الجذور الألكيلية دافعة للإلكترونات وعند كبر الجذر الألكيلي يزداد تأثيرها 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 أساس أقوى من متيل أمين.

----- انتهى البحث -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء

أسئلة الوحدة الخامسة

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) الرابطة $C - N$ تتميز المركب العضوي الآتي:

- (a) أميد . (b) نتريل . (c) أمين . (d) إستر .

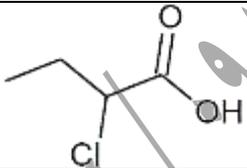
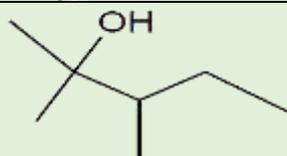
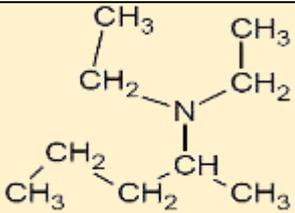
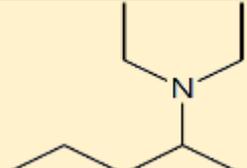
2) ينتج حمض البروبانويك من تفاعل:

- (a) أكسدة البروبانول . (b) إرجاع البروبان-2-ول .
(c) أكسدة البروبانال . (d) إمرار البروبان-1-ول على مسحوق النحاس المسخن .

3) أحد المركبات الآتية لا يشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاته:

- (a) بروبان-2-ول . (b) حمض الميثانويك . (c) N-مethyl إيثان أمين . (d) إيثانال .

ثانياً: اكتب الصيغة نصف المنشورة ثم الصيغة الهيكلية لكل من المركبات الآتية:

حمض 2-كلورو البوتانويك	3,2 - ثنائي ميثيل بنتان 2-ول
$CH_3 - CH_2 - \overset{Cl}{\underset{ }{CH}} - \overset{O}{\parallel}C - OH$	$CH_3 - \overset{CH_3}{\underset{OH}{ }{C}} - \overset{CH_3}{\underset{ }{CH}} - CH_2 - CH_3$
	
N,N ثنائي إيثيل بنتان 2-أمين	N,N ثنائي ميثيل بوتان أميد
	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - \overset{O}{\parallel}C - N \begin{matrix} /CH_3 \\ \backslash CH_3 \end{matrix}$
	

ثالثاً: المسألة الأولى: نأخذ 50ml من محلول الإيثانول ونضيف إليه كمية مناسبة من البوتاسيوم فينتلق غاز حجمه في الشرطين النظامين 224ml المطلوب:

(1) أكتب معادلة التفاعل الحاصلة.

(2) احسب تركيز محلول الإيثانول مقدراً $mol.l^{-1}$ ، $g.l^{-1}$.

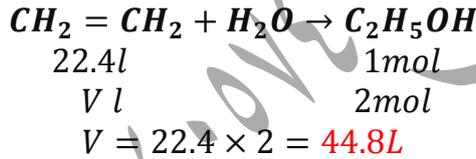
(3) يراد الحصول على 5L من الإيثانول السابق من ضم الماء إلى الإيثين فاحسب حجم غاز الإيثين اللازم لذلك في الشرطين النظاميين .
(K: 39_C: 12_O: 16_H: 1)



1mol	11.2L
nmol	0.22L

$$n = \frac{0.224}{11.2} = 0.02mol \Rightarrow C = \frac{n}{V} = \frac{0.02}{0.05} = 0.4mol.l^{-1} \Rightarrow C = 0.4 \times 46 = 18.4g.l^{-1}$$

(2) عدد مولات الإيثانول $n = C.V = 0.4 \times 5 = 2mol$

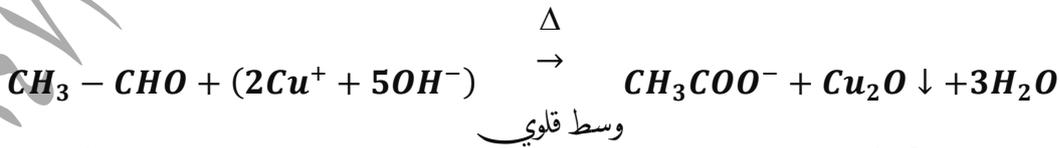


المسألة الثانية: نعامل 10ml من محلول الإيثانال تركيزه $0.5 mol.l^{-1}$ بكمية كافية من محلول فهلنغ فيتكوّن راسب أحمر أجري من أكسيد النحاس I المطلوب:

(1) أكتب معادلة التفاعل واحسب كتلة الراسب.

(2) للحصول على 5L من محلول الإيثانال السابق تؤكسد الإيثانول بنزع الهيدروجين بوجود النحاس المسخن كوسيط أكتب معادلة التفاعل ثم احسب كتلة الإيثانول اللازمة لذلك .
(Cu: 63.5_C: 12_O: 16_H: 1)

الحل: (1) عدد مولات الإيثانال $n = C.V = 0.5 \times 0.01 = 0.005mol$

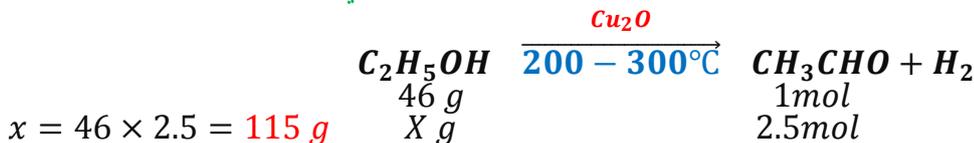


$$\begin{array}{l} 1mol \\ 0.005 mol \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 143 g \\ m g \end{array}$$

$$m = \frac{143 \times 0.005}{1} = 0.715g$$

(2) عدد مولات الإيثانال $n = C.V = 0.5 \times 5 = 2.5 mol$

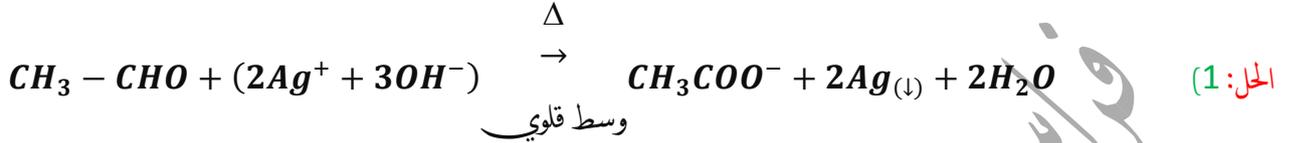


المسألة الثالثة: نعامل 0.5l من محلول الإيتانول بكمية كافية من كاشف تولن فيتشكل راسب كتلته 5.4g المطلوب:

(1) أكتب معادلة التفاعل.

(2) احسب التركيز المولي للإيتانول.

(3) احسب كتلة الإيتانول اللازمة للحصول على 10l من محلول الإيتانول السابق. (Ag: 108_C: 12_O: 16_H: 1)

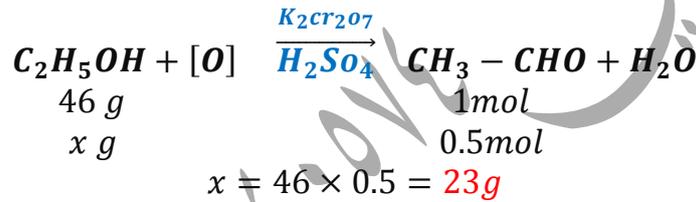


$$1 \text{ mol} \quad \quad \quad 216g \quad \quad \quad (2)$$

$$n \text{ mol} \quad \quad \quad 5.4g$$

$$n = \frac{5.4}{216} = 0.025 \text{ mol} \Rightarrow C = \frac{n}{V} = \frac{0.025}{0.5} = 0.05 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$n = C.V = 0.05 \times 10 = 0.5 \text{ mol} \quad \text{(3)}$$



المسألة الرابعة: يؤكسد 23g من الإيتانول أكسدة تامة ويكمل الحجم بالماء المقطر 250ml ثم يعاير المحلول الناتج باستعمال هيدروكسيد

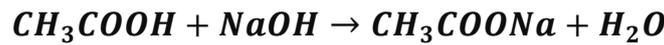
الصوديوم تركيزه 1mol.l⁻¹ والمطلوب: (Ag: 108_C: 12_O: 16_H: 1)

(1) أكتب جميع معادلات التفاعلات الحاصلة.

(2) احسب حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازم للمعايرة.

(3) احسب التركيز المولي للملح الناتج في المحلول بعد المعايرة.

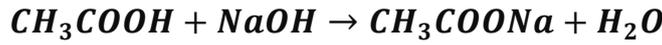
(4) تؤخذ عينة مماثلة لهيدروكسيد الصوديوم ويضاف إليها تسع أضعافها ماء احسب تركيزها الجديد واحسب pH في هذه الحالة لهذا المحلول.



$$46g \quad \quad \quad 1 \text{ mol}$$

$$23g \quad \quad \quad n \text{ mol}$$

$$n_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{23}{46} = 0.5 \text{ mol}$$



$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol} & 1 \text{ mol} & 1 \text{ mol} \\ 0.5 \text{ mol} & n \text{ mol} & n \text{ mol} \end{array}$$

$$n_{CH_3COOH} = n_{NaOH}$$

$$0.5 = C_2V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{0.5}{1} = 0.5 \text{ l}$$

$$n_{CH_3COOH} = n_{CH_3COONa} \Rightarrow n_{CH_3COONa} = 0.5 \text{ mol} \quad (3)$$

$$C = \frac{n}{V_1 + V_2} = \frac{0.5}{0.25 + 0.5} = \frac{0.5}{0.75} \Rightarrow C = \frac{2}{3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$n_1 = n_2 \quad (4)$$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1 \times V_1 = C_2 \times 10V_1$$

$$C_2 = [OH^-] = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} \text{ mol.l}^{-1} \Rightarrow pH = -\log [H_3O^+] = 13$$

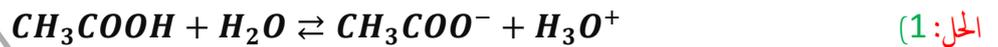
المسألة الخامسة: محلول حمض الخل تركيزه 0.05 mol.l^{-1} ثابت تأينه 2×10^{-5} المطلوب:

(1) احسب pH المحلول.

(2) لاستحصال $5L$ من المحلول السابق تؤكسد الإيتانول أكسدة تامة:

(a) أكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

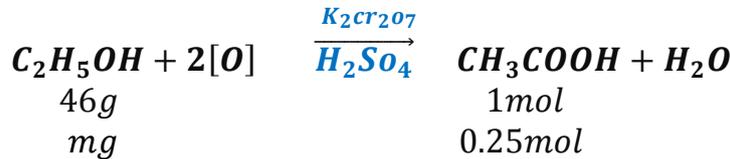
(b) احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك.



$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a C_a} = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0.05} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$n = C.V = 0.05 \times 5 = 0.25 \text{ mol} \quad (2)$$



$$m = 46 \times 0.25 = 11.5g$$

المسألة السادسة: تعامل $6g$ من حمض كربوكسيليّ وحيد الوظيفة مع ملح كربونات الصوديوم فينتلق غاز حجمه $1.12 L$ في

$$(Na: 23, O: 16, H: 1)$$

الشرطين النظامين المطلوب:

(1) أكتب معادلة التفاعل الحادثة واحسب الكتلة المولية للحمض.

(2) أوجد الصيغة نصف المنشورة للحمض وسمه.

(3) نحل 3g من الحمض السابق في لتر من الماء ، فإذا علمت أن درجة تأينه 2% احسب pH المحلول.



$$\begin{array}{r} 2M \\ 6g \end{array} \qquad \begin{array}{r} 22.4 l \\ 1.12 l \end{array}$$

$$M = \frac{22.4 \times 6}{1.12 \times 2} = 60g \cdot mol^{-1}$$

$$R - COOH = 60 \Rightarrow R + 45 = 60 \Rightarrow R = 15g \quad (2)$$

$$C_n H_{2n} + 1 = 15 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow n = 1 \Rightarrow R = -CH_3$$

حمض الإيتانويك. $CH_3 - COOH$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{60} = 0.05mol \Rightarrow C = \frac{n}{V} = \frac{0.05}{1} = 0.05mol \cdot l^{-1} \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{2}{100} = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{2 \times 0.05}{100} = 10^{-3}mol$$

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

المسألة السابعة: للحصول على 5l من محلول حمض الخل تركيزه $0.05mol \cdot l^{-1}$ تؤكسد الإيتانول أكسدة تامة والمطلوب:

(1) اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

(2) احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك.

(3) تفاعل 1L من الحمض السابق مع هيدروكسيد الصوديوم احسب كتلة الملح الناتج. (Na: 23_C: 12_O: 16_H: 1).

$$n = C \cdot V = 0.05 \times 5 = 0.25mol \quad (\text{الحل: 1 + 2})$$



$$\begin{array}{r} 46g \\ m g \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1 mol \\ 0.25 mol \end{array}$$

$$m = 46 \times 0.25 = 11.5g$$



$$\begin{array}{r} 1mol \\ 0.05mol \end{array} \qquad \begin{array}{r} 82g \\ m g \end{array}$$

$$m = 82 \times 0.05 = 4.1g$$

----- انتهت أبحاث الكتاب -----

ندعوكم للانضمام إلى قناتنا على التيلغرام:

قناة فراس قلعه جي للفيزياء والكيمياء