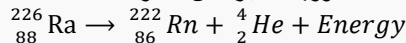


4- التحول من النوع ألفا: يمكن أن يحدث في النوى التي يزيد عددها الذري عن 83

تتحول نواة الراديوم $^{226}_{88}\text{Ra}$ إلى نواة الرادون Rn بإطلاق جسيم ألفا، اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول:



اكتب التحولات النووية الآتية، ثم حدد نوع كل منها:

تحول من نوع ألفا	$^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{231}_{90}\text{Th} + ^4_2\text{He} + E$
تحول من نوع بيتا	$^{90}_{38}\text{Sr} \rightarrow ^{90}_{39}\text{Y} + ^0_{-1}e + E$
أسر إلكتروني	$^{92}_{44}\text{Ru} + ^0_{-1}e \rightarrow ^{92}_{43}\text{TC} + E$
تحول من نوع ألفا	$^{212}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{208}_{82}\text{Pb} + ^4_2\text{He} + E$
تحول من نوع بيتا	$^{212}_{83}\text{Bi} \rightarrow ^{212}_{84}\text{Po} + ^0_{-1}e + E$
أسر إلكتروني	$^{40}_{19}\text{K} + ^0_{-1}e \rightarrow ^{40}_{18}\text{AR} + E$
تحول من نوع ألفا	$^{220}_{86}\text{Rn} \rightarrow ^{216}_{84}\text{Mo} + ^4_2\text{He} + E$

خصائص جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة غاما

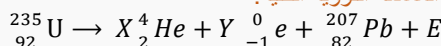
جسيمات ألفا (α)	جسيمات بيتا (β)	أشعة غاما (γ)
الطبيعية	الطبيعية	الطبيعية
تطابق نواة الهيليوم ^4_2He	إلكترونات عالية السرعة	أمواج كهرومغناطيسية طاقتها عالية جداً
تحمّل شحنتين موجبتين	تحمّل شحنة سالبة	لا تحمّل شحنة كهربائية
كتلتها تساوي أربعة أضعاف كتلة الهيدروجين العادي	كتلتها تساوي كتلة الإلكترون	ليس لها كتلة سكونية
تأين الغازات التي تمر من خلالها	أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات ألفا	أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات بيتا
نفوذيتها ضعيفة	نفوذيتها أكبر من نفوذيتها جسيمات ألفا	نفوذيتها أكبر من نفوذيتها جسيمات بيتا
0.05C	0.9C	تساوي سرعة الضوء C
تتحرّف نحو اللبوس السالب لمكتفة مشحونة	تتحرّف نحو اللبوس الموجب لمكتفة مشحونة	لا تتأثر (علل!)
تتحرّف بتأثير قوة لورنز	تتحرّف بتأثير قوة لورنز بجهة معاكسة لجهة انحراف جسيمات ألفا	لا تتأثر (علل!)

سلاسل النشاط الإشعاعي:

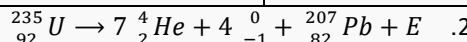
يتحول اليورانيوم المشع $^{235}_{92}\text{U}$ إلى الرصاص المستقر $^{207}_{82}\text{Pb}$ ، والمطلوب:

1- احسب عدد التحولات من النمط ألفا، وعدد التحولات من النمط بيتا التي يقوم بها اليورانيوم حتى يستقر.

2- اكتب المعادلة النووية الكلية.



1.	$92 = 2X + Y(-1) + 82$ $92 = 14 - Y + 82$ $92 = -Y + 96$ $Y = 4$
2.	$235 = 4X + Y(0) + 207$ $235 = 4X + 207$ $4X = 28$ $X = 7$



الكيمياء النووية

الذرة: 1- نواة تحتوي بروتونات موجبة ونيوترونات معتدلة

2- والإلكترونات شحنتها سالبة تدور حول النواة.

- تكون النواة موجبة الشحنة: لأن البروتونات تحمل شحنة موجبة.

A العدد الكتلي
 Z العدد الذري

تركيب النواة:

■ العدد الذري Z : هو عدد البروتونات في النواة و يساوي عدد الإلكترونات في الذرة.

■ العدد الكتلي A : هو مجموع عددي البروتونات و النيوترونات N .

الاستقرار النووي: النواة مستقرة $\Rightarrow \frac{N}{Z} = 1$

$N \neq P$	$N > P$
$P > n$ طاقة $^1_1p \rightarrow ^1_0n + ^0_{+1}e + \text{Energy}$ يتحول البروتون إلى نيوترون بإطلاق بوزيترون ويكون للأنوية التي تقع تحت حزام الاستقرار	$N > P$ طاقة $^1_0n \rightarrow ^1_1H + ^0_{-1}e + \text{Energy}$ النيوترون يتحول إلى بروتون بإطلاق جسيمات بيتا ويكون للأنوية التي تكون فوق حزام الاستقرار

رموز بعض الجسيمات النووية:

الجسيم	رمزه
نيوترون	1_0n
بروتون	1_1p أو 1_1H
جسيم بيتا	$^0_{-1}e$ أو $^0_{-1}\beta$
جسيم ألفا	$^4_2\alpha$ أو 4_2He
بوزيترون	$^0_{+1}e$ أو $^0_{+1}B$

النشاط الإشعاعي:

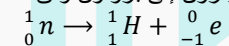
عملية تلجأ إليها النواة الغير المستقرة للوصول إلى حالة الاستقرار:

النشاط الإشعاعي:

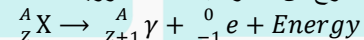
- نشاط إشعاعي طبيعي
- نشاط إشعاعي صناعي

أولاً: النشاط الإشعاعي الطبيعي (التحولات النووية الطبيعية)

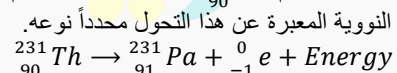
1- تحول من النوع بيتا: يحدث في النوى التي تقع فوق حزام الاستقرار نتيجة تحول نيوترون إلى بروتون وفق المعادلة الآتية:



يعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:

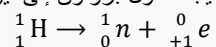


تطبيق: تتحول نواة الثوريوم $^{231}_{90}\text{Th}$ إلى نواة البروتكتينيوم $^{231}_{91}\text{Pa}$ تلقائياً، اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التحول محدداً نوعه.

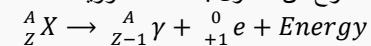


- التحول من نوع بيتا.

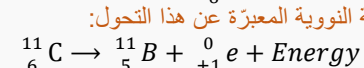
2- تحول من النوع بوزيترون: يحدث في النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار نتيجة تحول بروتون إلى نيوترون وفق المعادلة الآتية:



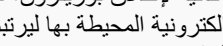
يعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:



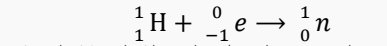
تتحول نواة الكربون المشع $^{11}_6\text{C}$ إلى نواة البور المستقر بإطلاقها بوزيترون، اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التحول:



3- الأسر الإلكتروني: يحدث في النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار و لا تملك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون، حيث تلتقط النواة إلكترونات من السحابة الإلكترونية المحيطة بها ليرتبط بروتون فيشكل نيوترون وفق المعادلة الآتية:

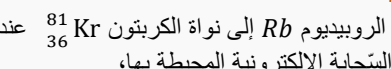


يعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:



تطبيق (3):

تتحول نواة الروبيديوم Rb إلى نواة الكريبتون $^{81}_{36}\text{Kr}$ عندما تأسر أحد الإلكترونات السحابة الإلكترونية المحيطة بها، اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول:



اختر الإجابة الصحيحة:

1. تتفكك نواة الثوريوم ${}_{90}^{228}Th$ بإطلاقها لجسيمات ألفا متحوّلة إلى نواة البولونيوم ${}_{84}^{216}Po$ فإن عدد جسيمات ألفا المنطلقة خلال هذا التحول يساوي:	(a) 2	(b) 3	(c) 4	(d) 5
الحل:	$Th \rightarrow X_2^4He + {}_{84}^{216}Po + E$ $228 = 4X + 216$ $12 = 4X \Rightarrow X = \frac{12}{4} \Rightarrow X = 3$			
2. عند تحوّل نواة النتروجين ${}_{7}^{14}N$ إلى نواة الكربون المشع ${}_{6}^{14}C$ فإن:	(a) تلتقط نيوترون وتطلق ألفا	(b) تلتقط بروتون وتطلق نيوترون	(c) تلتقط بوزيترون وتطلق نيوترون	(d) تلتقط نيوترون وتطلق بروتون
3. تطلق نواة عنصر مشع ${}_Z^AX$ جسيم ألفا ثم تطلق النواة الناتجة جسيم بيتا، فتنتج نواة:	(a) ${}_{Z-3}^{A-4}Y$	(b) ${}_{Z-2}^{A-4}Y$	(c) ${}_{Z+3}^{A-4}Y$	(d) ${}_{Z-1}^{A-4}Y$
الحل:	${}_Z^AX \rightarrow {}_2^4He + {}_{Z-2}^{A-4}Y + E$			

طاقة الارتباط: هي الطاقة اللازمة لفصل مكونات النواة عن بعضها البعض أو (لربط مكونات النواة مع بعضها البعض)

$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2$$

حيث: C : سرعة الضوء $m \cdot s^{-1}$ - Δm : النقصان في الكتلة (kg) - ΔE : طاقة الارتباط (J)

$$\Delta m = m_2 - m_1$$

حيث: m_2 : كتلة النواة (مكوناتها مجتمعة) / m_1 : كتلة النواة (مكوناتها غير مجتمعة)

- تنبع الشمس طاقة مقدارها 38×10^{27} في كل ثانية، احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال ثلاث دقائق علماً أن $C = 3 \times 10^8 m \cdot s^{-1}$

الحل:

$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{\Delta E}{C^2} \Rightarrow \Delta m = \frac{38 \times 10^{27} \times 180}{9 \times 10^{16}}$$

$$\Delta m = 76 \times 10^{12} kg$$

$$\Delta m = -76 \times 10^{12} kg$$

- تنقص كتلة نواة الأوكسجين ${}_{8}^{16}O$ عن مكوناتها وهي حرة بمقدار $-0.23 \times 10^{-27} kg$ ، و المطلوب: احسب طاقة الارتباط لهذا النواة. علماً أن: سرعة انتشار الضوء في الخلاء $(C = 3 \times 10^8 m \cdot s^{-1})$

الحل:

$$\Delta E = \Delta m \times C^2$$

$$\Delta E = -0.23 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$$

$$\Delta E = -207 \times 10^{-13} J$$

- طاقة ارتباط النواة تساوي بالقيمة وتعاكس بالإشارة الطاقة المنتشرة

$$\Delta E = +207 \times 10^{-13} J$$

عمر النصف للمادة المشعة:

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

- t : الزمن الكلي.
- n : عدد مرّات التكرار.

- يتعلق عمر النصف بنوع المادة المشعة (اختر) $t_{1/2} = \frac{t}{n}$ $n = \frac{t}{t_{1/2}}$

- إذا علمت أن عمر النصف لعنصر مشع $3 years$ احسب الزمن اللازم كي يصبح النشاط الإشعاعي $\frac{1}{8}$ ما كان عليه.

الحل:

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

$$N \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{4} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{8} \Rightarrow n = 3 \Rightarrow t = 3 \times 3 = 9 years$$

- يبلغ عدد النوى في عنصر مشع 16×10^5 وبعد زمن $150 S$ يصبح العدد 200000 نواة، المطلوب: احسب $t_{1/2}$.

الحل:

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

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

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

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

- يبلغ عمر النصف لمادة مشعة $t_{1/2} = 24 days$ وكتلتها $1 kg$ تكون نسبة ما تبقى منها بعد $72 days$ مستوية:

$$n = \frac{t}{t_{1/2}} \Rightarrow n = \frac{72}{24} \Rightarrow n = 3$$

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

ثانياً: النشاط الإشعاعي الصناعي:

التفاعلات النووية:

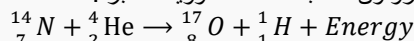
1- تفاعلات الانقراض: تحدث عندما تلتقط النواة القذيفة التي قذفت بها دون أن تنقسم.

- عند قذف نواة الذهب النظير غير المشع ${}_{79}^{197}Au$ بنيوترون تتحول إلى نواة الذهب النظير المشع، اكتب المعادلة النووية المعبرة:

$${}_{79}^{197}Au + {}_0^1n \rightarrow {}_{79}^{198}Au + Energy$$

2- تفاعلات التناظر: تحدث عندما تتحول النواة المقذوفة بجسيم إلى عنصر جديد مطلق جسيم آخر.

- عند قذف نواة النتروجين ${}_{7}^{14}N$ بجسيم ألفا تتحول إلى نواة الأوكسجين مطلق بروتون، اكتب المعادلة النووية المعبرة:



3- تفاعلات الانشطار النووي: تنقسم نواة ثقيلة الحجم إلى نواتين أخف.

- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:

$${}_{92}^{236}U \rightarrow {}_{56}^{141}Ba + {}_{36}^{92}Kr + 3{}_0^1n + Energy$$

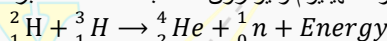
- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:

$${}_{92}^{236}U \rightarrow {}_{52}^{137}Te + {}_{40}^{97}Zr + 2{}_0^1n + Energy$$

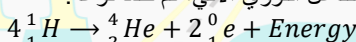
4- تفاعلات الاندماج النووية:

تندمج نواتان خفيفتان أو أكثر لتشكل نواة أثقل (تحدث في الشمس)

- تندمج نواتا نظيري الهيدروجين والتريتيوم ${}_{1}^2H$ و ${}_{1}^3H$ لينتج نواة الهيليوم ونيوترون، اكتب المعادلة المعبرة عن هذا التفاعل:



- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:



➤ أكمل كلاً من التفاعلات النووية الآتية، ثم حدد نوع كل منها:

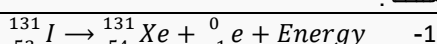
من نوع التناظر	${}_{29}^{63}Cu + {}_0^1n \rightarrow {}_{29}^{64}Cu + Energy$
تطافر	${}_{5}^{10}B + {}_0^1n \rightarrow {}_3^7Li + {}_2^4He + Energy$
انشطار نووي	${}_{92}^{236}U \rightarrow {}_{51}^{132}Sb + {}_{41}^{101}Nb + 3{}_0^1n + Energy$

❖ اعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

- يعد النيوترون أفضل قذيفة.
- لأنه معتدل الشحنة فلا يحدث تدافع كهربائي بينه وبين النواة المقذوفة.
- كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة.
- ج: بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة.
- إطلاق النواة للبروترون.
- ج: بسبب تحول بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة فينتقل بوزيترون خارج النواة.
- يرافق تفاعل الاندماج النووي انطلاق طاقة هائلة.
- ج: بسبب النقص في الكتلة وتحول هذا النقص في الكتلة إلى طاقة.
- إطلاق النواة للإلكترونات المؤلفة لجسيمات بيتا:
- ج: بسبب تحول نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فينتقل جسيم بيتا خارج النواة.

❖ تتحول نواة اليود المشع ${}_{53}^{131}I$ إلى نواة الكزنيون Xe مطلق جسيم بيتا، عند معالجة مرض سرطان الغدة الدرقية بجرعة منه، فإذا كان عمر النصف لليود المشع المستخدم $8 days$ ، المطلوب:

- اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول.
- احسب النسبة المتبقية من اليود المشع بعد $24 days$ ، ثم احسب النسبة المتفككة.



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

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

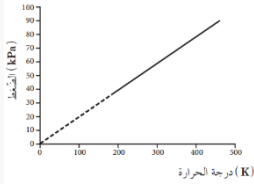
■ النسبة المتبقية: $1 - \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$ النسبة المتفككة

أجريت تجارب مخبرية على عينة غازية لإيجاد العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند حجم ثابت وكانت النتائج كما في الجدول:

$P/T (kPa \cdot K^{-1})$	درجة الحرارة $T(K)$	الضغط $P(KPa)$
0.208	173	36.5
0.208	223	46.4
0.208	273	56.8
0.208	323	67.2

- a- ارسم الخط البياني لتغير الضغط بدلالة درجة الحرارة مقدرة بالكلفن، ماذا تستنتج من الرسم.
- b- اكتب بالرموز العلاقة الرياضية المعبرة عنها النتيجة التي وصلت إليها.

الحل:



- a- 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 ثابت حجم الغاز.

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

- علبة معدنية تحوي غاز البوتان ضغطه $360kPa$ عند درجة $27^\circ C$ ، احسب قيمة الضغط الجديد للغاز في العلبة إذا تركت في سيارة وارتفعت درجة حرارتها إلى $47^\circ C$ في يوم حار (باهمال تمدد العلبة)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \times T_2}{T_1} \Rightarrow P_2 = \frac{360 \times 320}{300} \Rightarrow P_2 = 384 kPa$$

العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه " قانون أفوغادرو ":

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

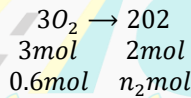
$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \dots \dots \text{const}$$

- عينة من غاز الأوكسجين O_2 حجمها $12L$ وعدد مولاتها $0.6mol$ عند الضغط $1atm$ ودرجة الحرارة $25^\circ C$ ، إذا تحول غاز الأوكسجين O_2 إلى غاز الأوزون O_3 عند الضغط نفسه ودرجة الحرارة ذاتها، المطلوب حساب:

1- عدد مولات غاز الأوزون الناتج.

2- حجم غاز الأوزون الناتج.

الحل:



$$n_2 = \frac{2 \times 0.6 \times 10^{-1}}{3} = 0.4mol$$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times n_2}{n_1} \Rightarrow V_2 = \frac{12 \times 0.4 \times 10^{-1}}{0.6 \times 10^{-1}} \Rightarrow V_2 = 8L$$

- عينة من غاز النيتروجين عدد جزئياتها 3.011×10^{23} وعدد أفوغادرو 6.022×10^{23} ، احسب عدد مولاتها.

$$n = \frac{3.011 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}} = 0.5mol$$

كثافة الغاز:

- يرتفع المنطاد في الجو عند تسخين الهواء داخله، استنتج القانون الذي يعمل بموجبه المنطاد، وأفسر ذلك!

الحل: قانون الغازات العام: $PV = nRT$

$$\frac{n}{V} = \frac{P}{RT}$$

$$\frac{M}{V} = \frac{PM}{RT}$$

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

تُعطي كثافة الغاز بالعلاقة:

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

يؤدي تسخين الهواء داخل المنطاد إلى نقصان كثافته لتصبح أقل من كثافة الهواء المحيط به، مما يؤدي إلى ارتفاعه.

- غاز كثافته $10g \cdot l^{-1}$ عند درجة الحرارة $47^\circ C$ والضغط $8.2atm$ احسب الكتلة المولية لهذا الغاز.

علماً أن: $(R = 0.082atm \cdot l \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1})$

$$d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow M = \frac{d \cdot R \cdot T}{P} \Rightarrow M = \frac{10 \times 0.082 \times 320}{8.2 \times 10^{-1}} \Rightarrow M = 32g \cdot mol^{-1}$$

الحل:

الغازات

قانون الغازات العام:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

حيث:

- T : درجة الحرارة
- R : ثابت الغازات العام.
- n : عدد المولات:
- V : الحجم.
- P : الضغط

$$\text{في عينة غازية: } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

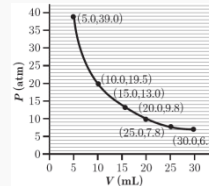
العلاقة بين حجم الغاز وضغطه " قانون بويل ":

أجريت تجارب مخبرية على عينة غازية لإيجاد العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه عند درجة حرارة ثابتة وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

$P \times V (Pa \times ml)$	الضغط $P(Pa)$	الحجم $V(ml)$
195	39.00	5
195	19.50	10
195	13.00	15
195	9.75	20

- a- ارسم الخط البياني لتغير الضغط بدلالة الحجم، وماذا تستنتج من الرسم؟
- b- اكتب بالرموز العلاقة الرياضية المعبرة عنها النتيجة التي وصلت إليها.

الحل:



- a- جداء حجم عينة من غاز في ضغطه مقدار

ثابت عند درجة حرارة ثابتة $PV = \text{const}$

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

$$PV = P_1 V_1 = P_2 V_2 = \dots \dots = \text{const}$$

- عينة من غاز NO_2 حجمها $1.5L$ عند الضغط $5.6 \times 10^3 Pa$ ، احسب حجم الغاز عندما يصبح ضغطه $1.5 \times 10^4 Pa$ بثبات درجة الحرارة.

الحل: $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{5.6 \times 10^3 \times 1.5}{1.5 \times 10^4} = 0.56L$$

العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة " قانون شارل ":

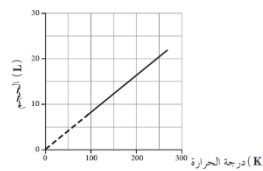
أجريت تجارب مخبرية على عينة غازية، لإيجاد العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ضغط ثابت وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

$V/T (L \cdot K^{-1})$	الضغط $P(Pa)$	الحجم $V(L)$
0.081	270	22
0.081	259	21
0.081	220	18
0.081	111	9

- a- ارسم الخط البياني لتغير الحجم بدلالة درجة الحرارة مقدرة بالكلفن، ماذا تستنتج من الرسم.

- b- اكتب بالرموز العلاقة الرياضية المعبرة عنها النتيجة التي وصلت إليها.

الحل:



- a- نسبة حجم عينة من غاز إلى درجة حرارته مقدرة بالكلفن تبقى ثابتة عند ضغط ثابت

ثابت $\frac{V}{T} = \text{const}$ ، يتناسب

حجم عينة من غاز طرداً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغط الغاز.

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

- b- يبلغ حجم عينة من غاز النيتون $0.3L$ عند الدرجة $330K$ وضغط ثابت، تسخن هذه العينة إلى الدرجة $550K$ مع بقاء الضغط ذاته، احسب حجم هذه العينة عندئذٍ.

الحل:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times T_2}{T_1} \Rightarrow V_2 = \frac{0.3 \times 550}{330} = 0.5L$$

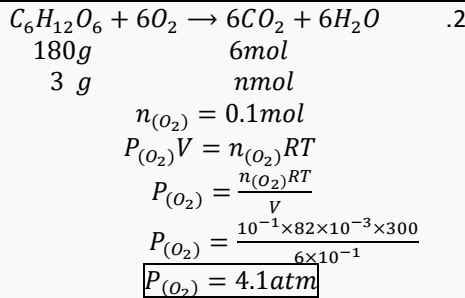
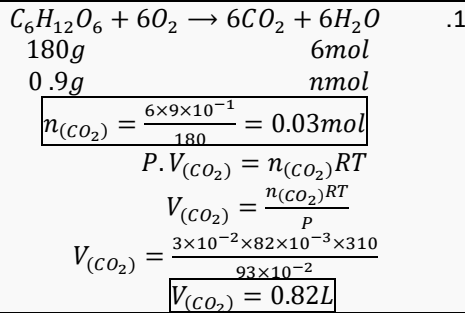
العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة الحرارة " قانون غاي لوساك ":

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \times T_2}{T_1} \Rightarrow P_2 = \frac{3 \times 10^{-1} \times 550}{330} = 0.5 \times 10^{-1} L$$

العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة الحرارة " قانون غاي لوساك ":

- 1- احسب حجم غاز CO_2 نتيجة تأكسد 0.9g من سكر العنب عند درجة الحرارة $37^\circ C$ والضغط 0.93atm
- 2- ضغط غاز الاوكسجين اللازم لأكسدة 3g إذا كان حجمه 0.6L ودرجة الحرارة 300K علماً أن: $R = 0.082$

الحل:



المسألة الخامسة:

- يحضر مزيج غازي مؤلف من 5% بوتان و 95% أرغون بملء وعاء مخلى من الهواء حجمه 16.4L بغاز البوتان حتى يصبح الضغط 1atm ودرجة الحرارة $127^\circ C$ والمطلوب حساب:
- 1- كتلة غاز الأرغون في المزيج.
 - 2- الضغط الكلي للمزيج النهائي.
- علماً أن ($Ar: 40 \setminus C: 12 \setminus H: 1 \setminus R = 0.082$)

الحل:

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

$$n_{\text{بوتان}} = \frac{1 \times 16.4 \times 10^{-1}}{82 \times 10^{-3} \times 400}$$

$$n_{\text{بوتان}} = 0.5mol$$

- نحسب نسبة غاز البوتان لغاز الأرغون $\frac{5}{95} = \frac{1}{19}$ وبالتالي فإن عدد مولات غاز الأرغون:
- $$n_{\text{أرغون}} = 19 \times n_{\text{بوتان}}$$
- $$n_{\text{أرغون}} = 19 \times 0.5$$
- $$n_{\text{أرغون}} = 9.5mol$$

$$m_{\text{أرغون}} = n_{\text{أرغون}} \times M$$

$$m_{\text{أرغون}} = 9.5 \times 40$$

$$m_{\text{أرغون}} = 380g$$

$$P_t = n_t \frac{RT}{V}$$

$$P_t = \frac{(0.5+9.5) \times 82 \times 10^{-3} \times 400}{16.4 \times 10^{-1}}$$

$$P_t = 20atm$$

المسألة السادسة:

- مزيج غازي وفي وعاء حجمه 300L يحوي على 48g من غاز الميثان CH_4 و 10g من غاز الهيدروجين H_2 و 56g من غاز النيتروجين N_2 عند الدرجة $27^\circ C$ ، والمطلوب حساب:
- 1- عدد مولات كل غاز.
 - 2- الضغط الجزئي لكل غاز في المزيج.
 - 3- الضغط الكلي للمزيج.
 - 4- الكسر المولي لغاز الهيدروجين. ($R = 0.082 \setminus N: 14 \setminus H: 1 \setminus C: 12$)

الحل:

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

$$n_{(CH_4)} = \frac{48}{16} = 3mol$$

$$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$$

56g	98g	22.4L
mg	m'g	$6 \times 10^6 L$

$$m = \frac{56 \times 6 \times 10^6}{22.4 \times 10^{-1}} = 15 \times 10^6 g$$

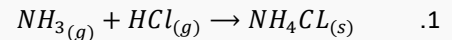
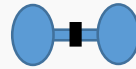
$$m' = \frac{98 \times 6 \times 10^6}{22.4 \times 10^{-1}} = 2.625 \times 10^7 g$$

المسألة الثانية:

يبين 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) كتلته 7.3g فإذا علمت أن حجم كل حوجلة 2L ودرجة حرارتهما $27^\circ C$ وعند فتح الصمام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلور الهيدروجين وينتج ملح كلوريد الأمونيوم الصلب والمطلوب:

- 1- اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل.
 - 2- بين حسابياً ما هو الغاز المتبقي بعد نهاية التفاعل؟
 - 3- احسب الضغط عند نهاية التفاعل بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصلب المتشكل.
 - 4- احسب كتلة ملح كلوريد الأمونيوم الناتج.
- علماً أن: ($R: 0.082 \setminus Cl: 35.5 \setminus H: 1 \setminus N: 14$)

الحل:



$$n_{(NH_3)} = \frac{m}{M} = \frac{8.5 \times 10^{-1}}{17} = 0.5mol$$

$$n_{(HCl)} = \frac{m}{M} = \frac{7.3 \times 10^{-1}}{36.5 \times 10^{-1}} = 0.2mol$$

- 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 1:1 فإن عدد المولات المتبقي يساوي:

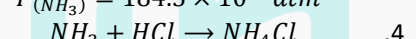
$$n_{(NH_3)} = 0.5 - 0.2 = 0.3mol$$

$$P_{(NH_3)} \cdot V = n_{(NH_3)} RT$$

$$P_{(NH_3)} = \frac{n_{(NH_3)} RT}{V}$$

$$P_{(NH_3)} = \frac{3 \times 10^{-1} \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{4}$$

$$P_{(NH_3)} = 184.5 \times 10^{-2} atm$$



$$1mol \quad 53.5g$$

$$0.2mol \quad Y$$

$$Y = \frac{53.5 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-1}}{1}$$

$$Y = 10.7g$$

المسألة الثالثة:

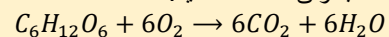
- مزيج حجمه $24.6m^3$ يحوي على 3.2Kg من غاز الميثان (CH_4) و 18Kg من غاز الإيثان (C_2H_6) و 8.8kg من غاز البروبان (C_3H_8)، وكمية من غاز مجهول فإذا علمت أن الضغط الكلي للوعاء 1.1atm عند الدرجة $27^\circ C$ ، احسب عدد مولات الغاز المجهول، علماً أن ($R = 0.082 \setminus C: 12 \setminus H: 1$)

الحل:

$P_t = n_t \frac{RT}{V}$ $n_t = \frac{P_t V}{RT}$ $n_t = \frac{1.1 \times 10^{-1} \times 24.6 \times 10^{-1} \times 10^{+3}}{82 \times 10^{-3} \times 300}$ $n_t = 1100mol$	$n_{(CH_4)} = \frac{m}{M}$ $n_{(CH_4)} = \frac{3.2 \times 10^{-1} \times 10^{+3}}{16}$ $n_{(CH_4)} = 200mol$ $n_{(C_2H_6)} = \frac{m}{M}$ $n_{(C_2H_6)} = \frac{18 \times 10^{+3}}{30}$ $n_{(C_2H_6)} = 600mol$	$n_{(C_2H_8)} = \frac{m}{M}$ $n_{(C_2H_8)} = \frac{8.8 \times 10^{-1} \times 10^{+3}}{44}$ $n_{(C_2H_8)} = 200mol$ $n_t = n_{(CH_4)} + n_{(C_2H_6)} + n_{(C_3H_8)} + n_x$ $1100 = 200 + 600 + 200 + n_x$ $n_x = 100mol$
---	---	---

المسألة الرابعة:

يتأكسد سكر العنب وفق المعادلة الآتية:



والمطلوب:

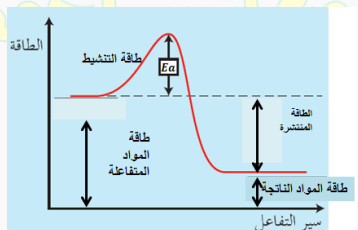
اختر الإجابة الصحيحة:

1. قيمة السرعة الوسطية لتكون 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: $2A + B \rightarrow 3C$ مساوية	(a) 0.1	(b) 0.225	(c) 0.15	(d) 0.3
الحل:				
$v_a v_g(A) = \frac{2}{3} \times v_a v_g(C)$ $v_a v_g(A) = \frac{2}{3} \times 15 \times 10^{-2} = 0.1 (C)$				
2. يتفكك المركب NO_2 في الدرجة 300°C وفق التفاعل: $2\text{NO}_2 \rightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$ فإذا علمت أن تركيز NO_2 يتغير من 0.01 إلى 0.0064 خلال 100S فتكون سرعة تشكل الأوكسجين الوسطية مقدرة بـ $\text{mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$ مساوية:	(a) 3.4×10^{-5}	(b) 6.8×10^{-5}	(c) 3.4×10^{-3}	(d) 1.8×10^{-5}
$v_a v_g(\text{NO}_2) = -\frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = -\frac{(0.0064 - 0.01)}{100 - 0}$ $= 36 \times 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$ $v_a v_g(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \times v_a v_g(\text{NO}_2) = \frac{1}{2} \times 36 \times 10^{-6} = 1.8 \times 10^{-5} (d)$				

مراحل حدوث التفاعل الكيميائي:

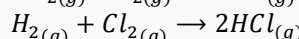
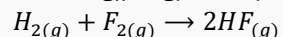
نظرية التصادمات:

- تقوم نظرية التصادم على فرضيتين ما هما؟
- 1- لحدوث تفاعل كيميائي يجب أن تتصادم دقائق المواد المتفاعلة (جزيئات أو ذرات أو أيونات) مع بعضها.
- 2- التصادم شرط لازم وغير كافٍ لحدوث التفاعل الكيميائي حيث توجد تصادمات فعالة وأخرى غير فعالة.
- حتى يكون التصادم فعال لابد من توافر شرطين ماهما؟
- 1- أن تأخذ دقائق المواد المتفاعلة وضِعاً فراغياً مناسباً.
- 2- أن تمتلك دقائق المواد المتفاعلة الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل (طاقة التنشيط).
- ارسم المخطط الطاقى لتفاعل ناشر للحرارة ثم عدد المراحل التي تمر من خلالها التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط وبماذا تتعلق طاقة التنشيط.
- 1. إضعاف روابط جزيئات المواد المتفاعلة.
- 2. تشكل الحالة الانتقالية أو ما يسمى المعقد النشط.
- 3. تفكك المعقد النشط وتشكل النواتج.
- * تتعلق بطبيعة المواد المتفاعلة / وتمثل الفرق بين المعقد النشط وطاقة المواد المتفاعلة.
- * يمكن تغيير الرسم إلى تفاعل ماص للحرارة.



فسر ما يلي:

- 1- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تكون سريعة؟
- ج: لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون كبيراً.
- 2- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط كبيرة تكون بطيئة؟
- ج: لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون صغيراً.
- العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل:
- 1. طبيعة المواد المتفاعلة:
- فسر: سرعة احتراق غاز البوتان C_4H_{10} أكبر من سرعة احتراق غاز الأوكتان $(\text{C}_8\text{H}_{18})$ ؟
- ج: لأن عدد الروابط C-H و C-C في غاز البوتان أقل منها في غاز الأوكتان.
- ليكن لديك التفاعلين الآتيين:



إن سرعة تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الفلور أكبر من تفاعل غاز الهيدروجين مع الكلور في الشروط ذاتها علماً أن:

$$\Delta H_b(F - F) = +156.9 \text{ KJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_b(Cl - Cl) = +243 \text{ KJ.mol}^{-1}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{10}{2} = 2 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}_2) = \frac{56}{28} = 2 \text{ mol}$$

$$P_i = n_i \frac{RT}{V} \begin{cases} P(\text{CH}_4) = \frac{3 \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{300} \\ P(\text{CH}_4) = 0.246 \text{ atm} \\ P(\text{H}_2) = \frac{5 \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{300} \\ P(\text{H}_2) = 0.41 \text{ atm} \\ P(\text{N}_2) = \frac{2 \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{300} \\ P(\text{N}_2) = 0.164 \text{ atm} \end{cases} \quad -2$$

$$P_t = P(\text{CH}_4) + P(\text{H}_2) + P(\text{N}_2) \quad -3$$

$$P_t = 0.246 + 0.41 + 0.164$$

$$P_t = 0.82 \text{ atm}$$

$$X(\text{H}_2) = \frac{P(\text{H}_2)}{P_t} \quad -4$$

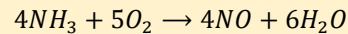
$$X(\text{H}_2) = \frac{0.41}{0.82} = 0.5$$

سرعة التفاعل الكيميائي

السرعة الوسطية للتفاعل:

المسألة الأولى:

يحترق غاز النشادر وفق المعادلة الآتية:



- 1- اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك الأوكسجين وعبارة السرعة الوسطية لتشكيل NO.
- 2- اكتب عبارة السرعة الوسطية للتفاعل.
- 3- اكتب عبارة السرعة الوسطية التي تربط استهلاك الأوكسجين مع تكون تجار الماء.
- 4- إذا كانت السرعة الوسطية لاحتراق النشادر 0.24 mol.l^{-1} احسب السرعة الوسطية لتشكيل بخار الماء والسرعة الوسطية للتفاعل.

الحل:

$$v_{avg}(\text{O}_2) = -\frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} \quad v_a v_g(\text{NO}) = +\frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t} \quad -1$$

$$v_a v_g = -\frac{1}{4} \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t} = -\frac{1}{5} \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{4} \frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t} = +\frac{1}{6} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t} \quad -2$$

$$v_a v_g(\text{O}_2) = \frac{5}{6} \times v_{avg}(\text{H}_2\text{O}) \quad -3$$

$$v_a v_g(\text{H}_2\text{O}) = \frac{6}{5} \times v_a v_g(\text{NH}_3) \quad -4$$

$$v_a v_g(\text{H}_2\text{O}) = \frac{6}{5} \times 24 \times 10^{-2}$$

$$v_a v_g(\text{H}_2\text{O}) = 36 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$v_a v_g = \frac{1}{4} \times v_a v_g(\text{NH}_3)$$

$$v_a v_g = \frac{1}{4} \times 24 \times 10^{-2}$$

$$v_a v_g = 6 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

المسألة الثانية:

يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة $A(\text{g}) \rightarrow 2B(\text{g})$

وقد تم تعيين تغير تركيز المادة $B(\text{g})$ خلال الزمن وفق الجدول الآتي:

0.12	0.1	0.06	0	$[B] \text{ mol.l}^{-1}$
60	40	20	0	الزمن S

والمطلوب:

- 1- احسب قيمة السرعة الوسطية لتشكيل المادة B بين اللحظتين $(0 \rightarrow 20\text{s})$
- 2- احسب قيمة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A بين اللحظتين $(40 \rightarrow 60\text{s})$

الحل:

$$v_a v_g(B) = +\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{(C_2 - C_1)}{t_2 - t_1} = +\frac{(0.06 - 0)}{(20 - 0)} = 0.003 \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1} \quad -1$$

$$v_a v_g(B) = +\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{(C_2 - C_1)}{t_2 - t_1} = +\frac{(0.12 - 0.1)}{(60 - 40)} = 0.001 \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1} \quad -2$$

$$v_a v_g(A) = \frac{1}{2} \times v_a v_g(B)$$

$$v_a v_g(A) = \frac{1}{2} \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

- راجع المسألة الأولى صفحـة 59 كتاب

الحل: لأن الطاقة اللازمة لتحطيم الرابطة $(Cl - Cl)$ أكبر بكثير من الطاقة اللازمة لتحطيم الرابطة $(F - F)$.

2. درجة الحرارة:

فسر: تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة درجة الحرارة.
بسبب ازدياد عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط فيزداد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل.

3. الوسيط:

مسرع للتفاعل يدعى حفاز - يبطئ للتفاعل يدعى مثبط
فسر: تحفظ الأغذية المعبأة لفترة طويلة دون أن تفسد؟
نتيجة إضافة مواد حافظة إليها تبطئ سرعة تفاعل تحللها.

4. تأثير التركيز:

تفاعلات متجانسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والنااتجة في طور واحد.
تفاعلات غير متجانسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والنااتجة في أطوار مختلفة.

- يتفاعل حمض الكبريت الممدد مع قطعة حديد اقترح طريقتين لزيادة سرعة هذا التفاعل؟

1- زيادة تركيز حمض الكبريت.

2- تحويل قطعة الحديد إلى مسحوق لزيادة سطح التماس بين المواد المتفاعلة.

فسر: يحترق مسحوق الفحم في الهواء بسرعة أكبر من احتراق قطعة فحم مماثلة له بالكتلة

أو: احتراق نشارة الخشب أسرع من احتراق قطعة خشب مماثلة له بالكتلة.
أو: تصدأ برادة الحديد بسرعة أكبر من قطعة الحديد؟

الحل: بسبب زيادة مساحة سطح التماس بين المواد المتفاعلة

1- تزداد سرعة التفاعل الكيميائي المتجانس بازدياد تراكيز المواد المتفاعلة.

الحل: بسبب ازدياد عدد التصادمات الفعالة بين جزيئات المواد المتفاعلة.

2- المواد الصلبة والسائلة الصرفة ذات تركيز ثابت؟

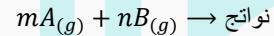
الحل: لأن تغير عدد المولات يؤدي لتغير الحجم والعكس صحيح فتبقى نسبة عدد المولات إلى الحجم (التركيز) ثابتة.

3- احتراق كتلة معينة من الصوف المعدني بأكسجين نقي 100% أسرع من احتراقها بأكسجين الهواء 21% ؟

الحل: لأن زيادة تركيز الأكسجين تؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل وذلك بسبب زيادة عدد التصادمات ما بين جزيئات المواد المتفاعلة.

السرعة اللحظية للتفاعل:

■ يحدث التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية:



1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية.

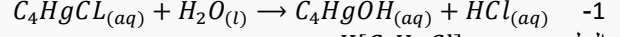
2- بماذا تتعلق قيمة ثابت السرعة.

الحل:

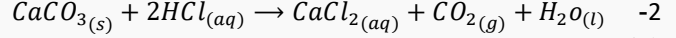
$$v = K[A]^m \cdot [B]^n$$

2- طبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة

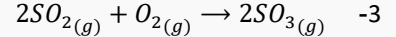
■ اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية لكل من التفاعلات الأولية الآتية:



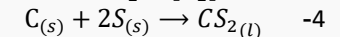
$$v = K[C_4H_9Cl]$$



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



$$v = K[SO_2]^2 \cdot [O_2]$$



$$v = K$$

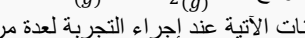
الحل:

■ فسر المواد الصلبة (s) و السائلة (l) لا تدخل تراكيزها في عبارة سرعة التفاعل؟

الحل: لأن تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميتها.

رتبة التفاعل:

■ يتفاعل أكسيد النيتروجين مع الهيدروجين وفق المعادلة:



وسجلت على البيانات الآتية عند إجراء التجربة لعدة مرات:

رقم التجربة	$[H_2] \text{ mol. l}^{-1}$	$[NO] \text{ mol. l}^{-1}$	سرعة التفاعل $\text{mol. l}^{-1} \text{ s}^{-1}$
1	0.1	0.1	1.23×10^{-3}
2	0.2	0.1	2.46×10^{-3}
3	0.1	0.2	4.92×10^{-3}

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

والمطلوب:

1- أوجد علاقة سرعة التفاعل وحدد رتبة التفاعل.

2- احسب قيمة ثابت السرعة.

3- احسب سرعة التفاعل عندما يكون:

$$[H_2] = 0.3 \text{ mol. l}^{-1} \quad [NO] = 0.1 \text{ mol. l}^{-1}$$

الحل:

$$v = k[NO]^x \cdot [H_2]^y$$

■ نعوض في نتائج التجربة الأولى:

$$v_1 = k(0.1)^x \cdot (0.1)^y = 123 \times 10^{-5}$$

■ نعوض في نتائج التجربة الثانية:

$$v_2 = k(0.1)^x \cdot (0.2)^y = 246 \times 10^{-5}$$

■ نعوض في نتائج التجربة الثالثة:

$$v_3 = k(0.2)^x \cdot (0.1)^y = 492 \times 10^{-5}$$

- نقسم $\frac{v_3}{v_1}$

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{k(0.2)^x \cdot (0.1)^y}{k(0.1)^x \cdot (0.1)^y} = \frac{492 \times 10^{-5}}{123 \times 10^{-5}} \Rightarrow (2)^x = 4 \Rightarrow (x = 2)$$

- نقسم $\frac{v_2}{v_1}$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k(0.1)^x \cdot (0.2)^y}{k(0.1)^x \cdot (0.1)^y} = \frac{246 \times 10^{-5}}{123 \times 10^{-5}} \Rightarrow (2)^y = 2 \Rightarrow (y = 1)$$

$$v = k[NO]^2 \cdot [H_2]$$

$$x + y$$

$$2 + 1 = 3$$

التفاعل من الرتبة الثالثة

$$v = k[NO]^2 \cdot [H_2]$$

■ نعوض قيم التجربة الأول

$$K = \frac{v}{[NO]^2 \cdot [H_2]}$$

$$K = \frac{123 \times 10^{-5}}{10^{-2} \times 10^{-1}} \Rightarrow K = 123 \times 10^{-2}$$

$$v = K[NO]^2 \cdot [H_2]$$

$$v = 123 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \times 3 \times 10^{-1}$$

$$v = 369 \times 10^{-5} \text{ mol. l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

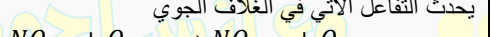
رتبة التفاعل:

هي مجموع أسس تراكيز المواد المتفاعلة في عبارة سرعة التفاعل
سرعة التفاعل في التفاعلات ذات الرتبة صفر تتحدد بمجموعة من العوامل

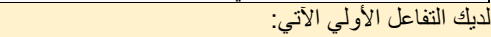
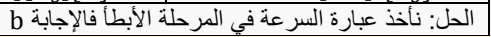
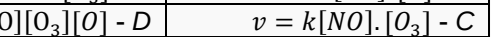
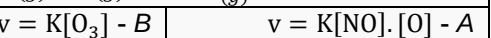
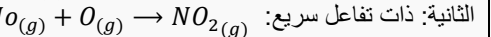
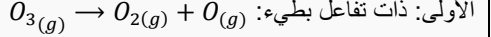
منها مساحة سطح التماس أو الحفز.
- التفاعلات الأولية وغير الأولية: في الأولية تتوافق عبارة السرعة اللحظية مع المعادلة المعطاة وفي غير الأولية تتوافق مع المرحلة الأبطأ.

اختر الإجابة الصحيحة:

يحدث التفاعل الآتي في الغلاف الجوي

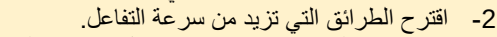


على مرحلتين:



الحل: نأخذ عبارة السرعة في المرحلة الأبطأ فالإجابة b

لديك التفاعل الأولي الآتي:



1- اكتب عبارة سرعة التفاعل وماهي رتبته.

2- اقترح الطرائق التي تزيد من سرعة التفاعل.

3- فسر بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها.

الحل:

$$v = K[Cl_2]^3$$

1- زيادة درجة الحرارة - إضافة حفاز - زيادة تركيز الكلور - وزيادة

سطح تماس الألمنيوم .

2- لأنه يوجد تصادمات فعالة وتصادمات غير فعالة ولحدوث التفاعل يجب أن يكون التصادم فعال.

3- أن يكون التصادم فعال.

$$V' = \frac{V}{2} \Rightarrow C' = 2C \quad -4$$

$$[A]' = 2[A]$$

$$v' = K[A]'^2$$

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

$$v' = 4K[A]^2$$

$$v' = 4v$$

تزداد أربع مرات.

$$v' = 2v \Rightarrow C' = \frac{C}{2} \quad -5$$

$$[A]' = \frac{[A]}{2}$$

$$v' = K[A]'^2$$

$$v' = K\left(\frac{[A]}{2}\right)^2$$

$$v' = \frac{K[A]^2}{4}$$

$$v' = \frac{v}{4} \text{ أي تنقص أربع مرات.}$$

$$P' = 2P \Rightarrow V' = \frac{V}{2} \Rightarrow C' = 2C \quad -6$$

نتابع الحل كما في الطلب الرابع.

المسألة الثالثة:

مزج 600ml من المادة A ذات التركيز 0.8 mol.l^{-1} مع 200ml من المادة B ذات التركيز 0.8 mol.l^{-1} لتتشكل المادة C في شروط مناسبة وفق

التفاعل الأولي الآتي: $3A(aq) + B(aq) \rightarrow 2C(aq)$

1- احسب سرعة التفاعل الابتدائية يفرض أن $K = 0.1$

2- احسب سرعة التفاعل عندما يصبح تركيز المادة C مساوياً 0.2 mol.l^{-1}

3- احسب تراكيز المواد A\B\C عند توقف التفاعل.

الحل:

1- بعد المزج $n = n'$ قبل المزج

$$C, V' = C'. V'$$

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

$$[A]_0 = \frac{8 \times 10^{-1} \times 600}{800}$$

$$[A]_0 = 0.6 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{8 \times 10^{-1} \times 200}{800}$$

$$[B]_0 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v_0 = K[A]_0^3 \cdot [B]_0$$

$$v_0 = 10^{-1} \times (6 \times 10^{-1})^3 \times 2 \times 10^{-1}$$

$$v_0 = 432 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$3A + B \rightarrow 2C \quad -2$$

$$\begin{array}{ccc} \text{بدء} & 0.6 & 0.2 & 0 \\ 0.6 - 3x & 0.2 - x & + 2x & \end{array}$$

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

$$2x = 0.2$$

$$x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[A] = 0.6 - 3x \Rightarrow 0.6 - 0.3 = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$v = K[A]^3 \cdot [B]$$

$$v = 10^{-1} \times (3 \times 10^{-1})^3 \cdot 10^{-1}$$

$$v = 27 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$-3 \text{ عند توقف التفاعل } v = 0 \text{ لكن } K \neq 0$$

$$[A] = 0 \text{ إما:}$$

$$0.6 - 3x = 0 \Rightarrow 3x = 0.6 \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B] = 0.2 - x$$

$$[B] = 0.2 - 0.2$$

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

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

مخطط حساب السرعة الابتدائية v_0

1. معي تراكيز البدء فوراً نعوض في عبارة السرعة - معي مولات البدء والحجم نحسب تراكيز البدء ونعوض في عبارة السرعة	2. مزج حجم + تركيز نحسب تراكيز البدء من: $n' = n$ قبل $C.V = C'.V'$ $C' = \frac{CV}{V'}$ ونعوض من عبارة السرعة	لإضافة حجم + عدد مولات نحسب تراكيز البدء من: $C = \frac{n}{V'}$ حيث: $V' = (V_1 + V_2)$ ونعوض في عبارة السرعة
---	--	---

المسألة الأولى:

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

فإذا كانت التراكيز الابتدائية $[A] = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$, $[B] = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$ وقيمة ثابت سرعة التفاعل $K = 0.3$ ، المطلوب حساب:

1- قيمة السرعة الابتدائية للتفاعل.

2- تركيز المادة C وسرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه تركيز المادة A بمقدار 0.1 mol.l^{-1}

الحل:

$$v_0 = K[A]_0 \cdot [B]_0^2 \quad -1$$

$$v_0 = 3 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-1} \times (4 \times 10^{-1})^2$$

$$v_0 = 96 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1} \text{ s}^{-1} \quad -2$$

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

$$\begin{array}{ccc} \text{بدء} & 0.2 & 0.4 & 0 \\ 0.2 - x & 0.4 - 2x & + 2x & \end{array}$$

$$x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \text{ من الفرض}$$

$$[C] = 2x = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$[B] = 0.4 - 2x \Rightarrow 0.4 - 0.2 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$v = 3 \times 10^{-1} \times 10^{-1} \times (2 \times 10^{-1})^2$$

$$v = 12 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

المسألة الثانية:

وضع 8mol من المادة A في وعاء مغلق سعته 10L فحدث التفاعل الأولي

الممثل بالمعادلة الآتية $2A_{(g)} \rightarrow 2B_{(g)} + C_{(g)}$ ، والمطلوب:

1- احسب سرعة التفكك الابتدائية لهذا التفاعل علماً أن: $K = 0.2$

2- احسب تركيز المادة C بعد زمن يتفكك فيه 25% من المادة A

3- احسب سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه $[B] = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$

4- كيف تتغير السرعة الابتدائية لهذا التفاعل إذا أصبح حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل نصف ما كان عليه بثبات درجة الحرارة.

5- بين بالحساب كيف تتغير السرعة الابتدائية إذا تضاعف الحجم.

6- بين بالحساب كيف تتغير السرعة الابتدائية إذا تضاعف الضغط.

الحل:

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

$$[A]_0 = \frac{8}{10} = 0.8 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v_0 = K[A]_0^2$$

$$v_0 = 2 \times 10^{-1} \times (8 \times 10^{-1})^2$$

$$v_0 = 128 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$-2 \text{ كل } 0.8 \text{ يتفكك منه } 2x$$

$$\text{كل } 100 \text{ يتفكك منه } 25\%$$

$$2x = \frac{8 \times 10^{-1} \times 25}{100}$$

$$2x = 0.2$$

$$x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[C] = x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$-3 \text{ من الفرض: } [B] = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$2x = 0.4$$

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

$$[A] = 0.8 - 2x$$

$$[A] = 0.8 - 0.4$$

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

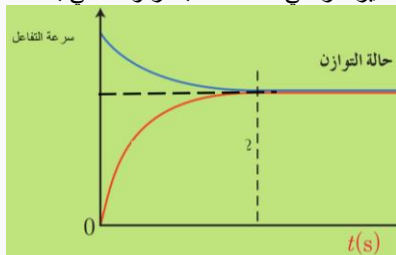
$$v = k[A]^2$$

$$v = 2 \times 10^{-1} \times (4 \times 10^{-1})^2$$

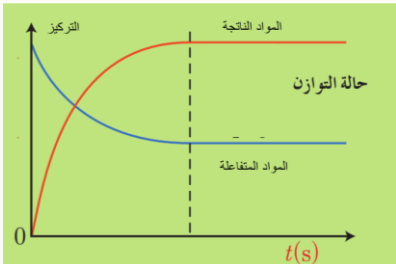
$$v = 32 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

3. تسمى حالة التوازن وهي الحالة التي تثبت فيها تراكيز المواد المتفاعلة و الناتجة وتكون عندها سرعة التفاعل المباشر تساوي سرعة التفاعل العكسي ($v_1 = v_2$)

4. (a) تغير سرعتي التفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزمن.



- (b) تغير تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة بدلالة الزمن.



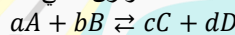
ملاحظة هامة جداً:

عند التوازن:

- 1- تتساوى سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي.
2- تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة.

اعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

- 1- يسمى التوازن في التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي.
ج: لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معدومة.
2- لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعل المتوازن.
ج: لأن المواد الناتجة تتفاعل فيما بينها لتعطي المواد المتفاعلة في نفس الشروط.
تمرين: ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:



بفرض أن كل من التفاعلين المباشر والعكسي أوليان.
المطلوب: ماهي العبارة الرياضية لسرعة التفاعل المباشر والتفاعل العكسي، ثم استنتج منهما عبارة ثابت التوازن.

الحل:

سرعة التفاعل المباشر (1): $v_1 = k_1[A]^a[B]^b$

سرعة التفاعل العكسي (2): $v_2 = k_2[C]^c[D]^d$

عند التوازن يكون: $v_1 = v_2$

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

نعزل الثوابت لطرف والتركيز لطرف آخر:

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

حيث أن النسبة $\frac{k_1}{k_2}$ مقدار ثابت نرمز له بـ k_C

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

وهي عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز (k_C)

ملاحظات:

1. يمكن التعبير (في التفاعلات الغازية) عن ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية:

$$K_p = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

إن k_C , K_p مقداران ثابتان ليس لهما وحدة.

3. لا تظهر المواد الصلبة (s) و السائلة (l) (كمذيبات فقط مثل الماء) في عبارة ثابت التوازن (علل) لأن تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميتها.

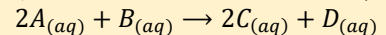
4. لا تتغير قيمة k_C و K_p لتفاعل محدد إلا بتغير درجة الحرارة.

5. العلاقة التي تربط بين K_p و k_C .

$$K_p = k_C(RT)^{\Delta n}$$

المسألة الرابعة:

يضاف 200ml تحوي على 1.2mol من محلول المادة A إلى 200ml تحوي على 0.8mol من محلول المادة B فيتم التفاعل الأولي الآتي:



- 1- احسب سرعة التفاعل الابتدائية علماً أن: $K = 2 \times 10^{-2}$
2- احسب سرعة التفاعل بعد زمن يتشكل فيه 0.4mol من المادة D.
3- تركيز كل المادتين C, B عند توقف التفاعل.

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

$$[A]_0 = \frac{12 \times 10^{-1}}{400 \times 10^{-3}}$$

$$[A]_0 = 3 \text{ mol.l}^{-1}$$

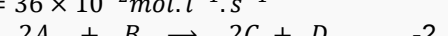
$$[B]_0 = \frac{8 \times 10^{-1}}{400 \times 10^{-3}}$$

$$[B]_0 = 2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v_0 = K[A]_0^2 \cdot [B]_0$$

$$v_0 = 2 \times 10^{-2} \times 9 \times 2$$

$$v_0 = 36 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$



$$\begin{array}{cccc} & & & \\ \text{بدء} & 3 & 2 & 0 & 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{cccc} & & & \\ \text{بعد زمن} & 3-2x & 2-x & +2x & +x \end{array}$$

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

$$[D] = \frac{4 \times 10^{-1}}{400 \times 10^{-3}}$$

$$[D] = 1 \text{ mol.l}^{-1} \Rightarrow 2x = 1 \Rightarrow x = 0.5 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[A] = 3 - 2x \Rightarrow 3 - 1 = 2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B] = 2 - x \Rightarrow 2 - 0.5 = 1.5 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v = K[A]^2 \cdot [B]$$

$$v = 2 \times 10^{-2} \times 4 \times 15 \times 10^{-1}$$

$$v = 12 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

- 3- عند توقف التفاعل $v = 0$ لكن $K \neq 0$

إما: $[A] = 0$

$$3 - 2x = 0 \Rightarrow 2x = 3 \Rightarrow x = 1.5 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$[C] = 2x = 3 \text{ mol.l}^{-1}$$

مقبول

أو $[B] = 0$

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

$$[A] = 3 - 2x \Rightarrow [A] = 3 - 4 = -1 \text{ mol.l}^{-1}$$

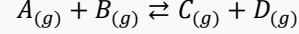
مرفوض

التوازن الكيميائي

- 1- حالة التوازن:

المفهوم الحركي للتوازن الكيميائي:

ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:



والمطلوب:

1. بين كيف تتغير تراكيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعل المتوازن.
2. اكتب العلاقة بين سرعتي التفاعل المباشر والعكسي عند ثبات التراكيز؟
3. ماذا نسمي الحالة التي تثبت فيها تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة؟
4. ارسم مخططاً بيانياً يوضح:

- (a) تغير سرعتي التفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزمن.

- (b) تغير تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة بدلالة الزمن.

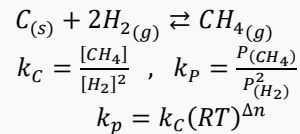
الحل:

1. في بداية التفاعل: تكون تراكيز المواد المتفاعلة كبيرة وأعطية أي أن سرعة التفاعل المباشر كبيرة وأعطية في حين تكون تراكيز المواد الناتجة معدومة أي أن سرعة التفاعل العكسي معدومة.
وبمرور الزمن: تنقص تراكيز المواد المتفاعلة (تستهلك) فتتغير سرعة التفاعل المباشر وتزداد تراكيز المواد الناتجة (تتكون) فتزداد سرعة التفاعل العكسي حتى تتساوى السرعتان فنصل إلى حال التوازن الذي يدعى توازن حركي.
2. ثبات التراكيز يدل على تساوي سرعتي التفاعلين: المباشر والعكسي أي أن: ($v_1 = v_2$)

حيث:

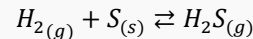
- Δn : الفرق بين عدد المولات الغازية الناتجة وعدد المولات الغازية المتفاعلة ($\Delta n = n_2 - n_1$)
- R : ثابت الغازات العام ($R = 0.082 \text{ atm.l.mol}^{-1}.K^{-1}$)
- T : درجة الحرارة المطلقة (كلفن).

- اكتب علاقة ثابتي التوازن k_C و k_P لكل من التفاعلات الآتية، ثم اكتب العلاقة التي تربط بينهما لكل منها:



$$\Delta n = n_2 - n_1 \Rightarrow \Delta n = 1 - 2 = -1$$

$$k_P = k_C(RT)^{-1} \Rightarrow k_P = \frac{k_C}{RT}$$



$$k_C = \frac{[H_2S]}{[H_2]}, \quad k_P = \frac{P(H_2S)}{P(H_2)}$$

$$k_P = k_C(RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = n_2 - n_1$$

$$\Delta n = 1 - 1 = 0$$

$$k_P = k_C(RT)^0$$

$$\Rightarrow k_P = k_C$$

اختر الإجابة الصحيحة:

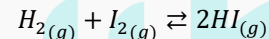
في التفاعل المتوازن الآتي $A_{(g)} + XB_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)}$ يكون $k_C = k_P(RT)^x$ عندما تكون قيمة x مساوية:

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

(الجواب b)

عند مزج حجمين متساويين من غازي الهيدروجين وبخار اليود ذو اللون البنفسجي في شروط مناسبة يلاحظ تضائل اللون البنفسجي ثم ثباته، اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل مفسراً بقاء اللون البنفسجي ثم اكتب عبارة كل من k_C ، k_P .

الحل:



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

$$k_C = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]}, \quad k_P = \frac{P^2(HI)}{P(H_2).P(I_2)}$$

أهمية ثابت التوازن:

تبيّن قيمة ثابت التوازن لتفاعل ما:

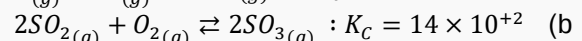
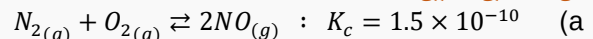
مدى تحول المواد المتفاعلة إلى نواتج عند حدوث التوازن.

1- إذا كانت قيمة $1 < k_C$ (كبيرة) $\Leftarrow$ كمية المواد الناتجة < كمية المواد المتفاعلة $\Leftarrow$ البسط < المقام.

$\Leftarrow$ التفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر.

2- إذا كانت قيمة $1 > k_C$ (صغيرة) $\Leftarrow$ كمية المواد الناتجة > كمية المواد المتفاعلة $\Leftarrow$ البسط > المقام $\Leftarrow$ التفاعل لا يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر.

- قارن بين كمية المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند بلوغ التوازن في كل من التفاعلين الآتيين:



التفاعل الأول $k_C < 1 \Leftarrow$ كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد المتفاعلة.

التفاعل الثاني $k_C > 1 \Leftarrow$ كمية المواد الناتجة أكبر من كمية المواد المتفاعلة.

حاصل التوازن:

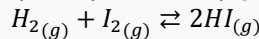
تمثّل عبارة حاصل التفاعل (Q) عبارة ثابت التوازن (k_C) حيث تؤخذ التراكيز في لحظة ما دون شرط الوصول لحالة التوازن ونميز ثلاث حالات:

1- $Q < k_C \Leftarrow$ تراكيز المواد الناتجة أقل من تراكيزها في حالة التوازن $\Leftarrow$ يرجح التفاعل المباشر على التفاعل العكسي للوصول إلى حالة التوازن.

2- $Q = k_C \Leftarrow$ التفاعل في حالة توازن

3- $Q > k_C \Leftarrow$ تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن $\Leftarrow$ يرجح التفاعل العكسي على التفاعل المباشر للوصول إلى حالة التوازن.

تطبيق: وضع $(4 \times 10^{-2} \text{ mol})$ من HI مع (10^{-2} mol) من H_2 و $(2 \times 10^{-2} \text{ mol})$ من I_2 في وعاء سعته $(2l)$ ، فإذا علمت أن قيمة ثابت التوازن $(K_C = 50.5)$ عند الدرجة $(440^\circ C)$ للتفاعل الآتي:



المطلوب:

- 1- احسب حاصل التفاعل Q .
- 2- حدد التفاعل الراجح (المباشر / العكسي) مع التفسير:

الحل:

$$C_{mol.l^{-1}} = n/V \quad -1$$

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

$$[I_2] = \frac{2 \times 10^{-2}}{2} = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$Q = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]} = \frac{(2 \times 10^{-2})^2}{(5 \times 10^{-3})(10^{-2})} = 8$$

- 2- التفاعل لم يصل إلى حالة التوازن لأن $(Q \neq k_C)$ والتفاعل المباشر هو التفاعل الراجح لأن $(Q < k_C)$

العوامل المؤثرة في حالة التوازن:

قاعدة لوشاتولييه: إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة في جملة كيميائية متوازنة مثل درجة الحرارة أو التركيز أو الضغط يختل التوازن فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي يعاكس فيه هذا التغير.

↑ ناتج $\Leftarrow$ متفاعل مباشر
↓ ناتج $\Leftarrow$ متفاعل عكسي

- 1- تأثير تغير التراكيز: يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة: $NO_{2(g)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + NO_{(g)}$

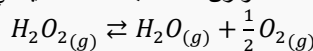
المطلوب أكمل الجدول الآتي:

التغير	تأثير على	حالة التوازن	كمية المواد المتفاعلة	كمية المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
زيادة كمية NO_2	يرجح التفاعل المباشر	تتقلص	تزداد	لا تتغير	لا تتغير
نقصان كمية NO	يرجح التفاعل المباشر	تتقلص	تزداد	لا تتغير	لا تتغير
زيادة كمية CO_2	يرجح التفاعل العكسي	تزداد	تتقلص	لا تتغير	لا تتغير
نقصان كمية CO	يرجح التفاعل العكسي	تزداد	تتقلص	لا تتغير	لا تتغير

2- تأثير تغير الضغط:

$\Delta n \neq 0$	$\Delta n = 0$
نقصان الضغط: ينزاح التوازن في الاتجاه الذي عدد مولاته أكبر	لا يؤثر زيادة أو إنقاص الضغط على حالة التوازن لأن عدد المولات متساوي على جانبي التفاعل
زيادة الضغط: ينزاح التوازن في الاتجاه الذي عدد مولاته أقل	

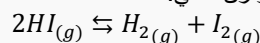
- يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:



المطلوب: أكمل الجدول الآتي:

التغير	تأثير على	حالة التوازن	كمية المواد المتفاعلة	كمية المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
زيادة الضغط	يرجح التفاعل العكسي	تزداد	تتقلص	لا تتغير	لا تتغير
نقصان الضغط	يرجح التفاعل المباشر	تتقلص	تزداد	لا تتغير	لا تتغير

- في التفاعل المتوازن الآتي:



بين أثر الضغط الكلي على حالة التوازن، فسر إجابتك.

ج: لا تتأثر حالة التوازن لأن عدد المولات الغازية متساوية في الطرفين.

3- تأثير تغير درجة الحرارة:

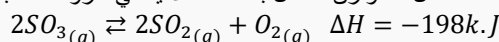
1. التفاعلات الناشئة للحرارة $\Delta H_{rxn} < 0$

2. التفاعلات الماصة للحرارة $\Delta H_{rxn} > 0$

- زيادة درجة الحرارة يرجح التفاعل بالاتجاه الماص.

- نقصان درجة الحرارة يرجح التفاعل بالاتجاه الناشئ.

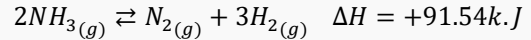
- يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:



المطلوب أكمل الجدول الآتي:

التأثير على التغير	حالة التوازن	كمية المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
زيادة درجة الحرارة	يرجح التفاعل العكسي	تزداد	تقل	تقل
خفض درجة الحرارة	يرجح التفاعل المباشر	تقل	تزداد	تزداد

- يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:



المطلوب أكمل الجدول الآتي:

التأثير على التغير	حالة التوازن	كمية المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
رفع درجة الحرارة	يرجح التفاعل المباشر	تتناقص	تزداد	تزداد
خفض درجة الحرارة	يرجح التفاعل العكسي	تزداد	تتناقص	تتناقص

4- تأثير الحفاز على حالة التوازن:

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

اختر الإجابة الصحيحة:

أي من التفاعلات المتوازنة الآتية سوف يرجح التفاعل العكسي عند نقصان حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل:	
-a $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$	
-b $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$	
-c $4Fe(s) + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2Fe_2O_{3(s)}$	
-d $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI(g)$	
الحل: نقصان الحجم $\Leftarrow$ زيادة الضغط $\Leftarrow$ الاتجاه الذي مولاته أقل (a)	
أي من المتغيرات الآتية سوف يؤدي إلى زيادة كمية النشادر في التفاعل المتوازن الآتي: $\Delta H = -91.54 kJ$	
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$	
-a زيادة درجة الحرارة	-b خفض كمية N_2
-c زيادة الضغط الكلي	-d إضافة حفاز
الحل: ©	

فسر:

في التفاعل الماص للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند خفض درجة الحرارة؟
ج: لأن التفاعل العكسي يرجح فتقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

في التفاعل الناشر للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند زيادة درجة الحرارة؟
ج: لأن التفاعل العكسي يرجح نحو الاتجاه الماص للحرارة وبالتالي تقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

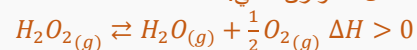
- قيس قيمة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية في درجات حرارة مختلفة:

قيمة ثابت التوازن K_p	درجة الحرارة °C
4.34×10^{-3}	300
1.64×10^{-4}	400

هل التفاعل ناشر للحرارة أم ماص للحرارة؟ فسر إجابتك.

الحل: عند رفع الحرارة تقل قيمة ثابت التوازن أي يرجح بالاتجاه العكسي الماص للحرارة وبالتالي التفاعل ناشر للحرارة.

لديك التفاعل المتوازن الآتي:



-a اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية.

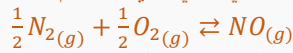
-b اقترح طريقة لزيادة قيمة ثابت التوازن مع التفسير.

الحل:

$$K_p = \frac{P(H_2O) \cdot P^{1/2}(O_2)}{P(H_2O_2)}$$

-b زيادة درجة الحرارة يرجح التفاعل المباشر الماص للحرارة فتزداد قيمة ثابت التوازن.

- لديك الخط البياني الآتي الذي يمثل قيم مختلفة لثابت التوازن:



K_c بدلالة درجة الحرارة والمطلوب فيما إذا كان التفاعل ناشر أم ماص للحرارة؟

الحل:

التفاعل ماص للحرارة لأنه عند رفع درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت التوازن وبالتالي يرجح التفاعل المباشر الماص للحرارة.

حساب قيمة ثابت التوازن من خلال المعادلات:

- إذا علمت أن قيمة $K_c = 10$ في التفاعل الآتي:

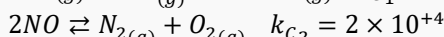
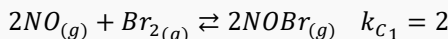


فتكون قيمة K_c للتفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:

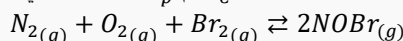


$$K'_c = \left(\frac{1}{K_c}\right)^2 = \left(\frac{1}{10}\right)^2 = 0.01$$

- لكن لديك المعادلات التي تمثل التفاعلات المتوازنة الآتية عند الدرجة 300K



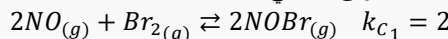
المطلوب: احسب قيمة K_c ثم K_p للتفاعل الآتي:



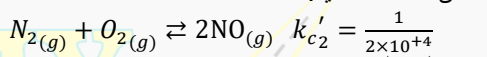
$$R = 0.082 \text{ حيث:}$$

الحل:

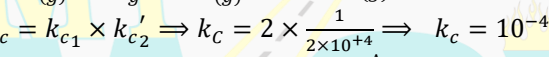
تبقى المعادلة الأولى كما هي:



نعكس المعادلة الثانية:



بجمع المعادلتين:



$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 2 - 3 = -1$$

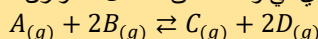
$$K_p = \frac{K_c}{R.T} \Rightarrow K_p = \frac{10^{-4}}{82 \times 10^{-3} \times 300} \Rightarrow K_p = \frac{10^{-3}}{246} \Rightarrow K_p = \frac{1}{246000}$$

مخطط حساب K_c

(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
غير الحالات السابقة تحسب تراكيز التوازن من السطرين ثم نعوض في عبارة K_c وضع مزج تفاعل (حالة ابتدائية) K_c إذا معنا قيمة K_c واحتجنا قيمة x ونعوض في عبارة K_c إذا معنا مخطط استنتج منه قيمة x	ترتيب معادلات معي K_{c1} و K_{c2} نرتب المعادلات: $K_c = K_{c1} \times K_{c2}$	معي K_1 و K_2 نحسب K_c من $K_c = \frac{K_1}{K_2}$	معي مولات التوازن و الحجم نحسب تراكيز التوازن من $C = \frac{n}{V}$ ونعوض في عبارة ثابت التوازن	معي تراكيز التوازن نعوض فوراً في عبارة K_c

المسألة الأولى:

يجري في وعاء مغلق التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية:



عند درجة حرارة مناسبة فإذا كانت التراكيز الابتدائية

$$[A]_0 = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}, [B]_0 = 0.6 \text{ mol.l}^{-1}$$

وعند بلوغ التوازن كانت $[D]_{eq} = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$ والمطلوب:

1- احسب قيمة ثابت التوازن K_c لهذا التفاعل.

2- ما قيمة K_p لهذا التفاعل.

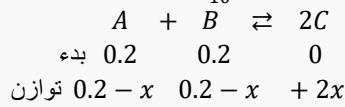
الحل:

1.	A	+	2B	$\rightleftharpoons$	C	+	2D
	0.4		0.6		0		0
	0.4 - x		0.6 - 2x		x		2x

$$C = \frac{n}{V} \quad -2$$

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

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



$$k_c = \frac{[C]^2}{[A].[B]}$$

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

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

$$2x = 2(0.2 - x)$$

$$2x = 0.4 - 2x$$

$$4x = 0.4$$

$$x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[A]_{eq} = 0.2 - x \Rightarrow 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$[C]_{eq} = 2x = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

المسألة الرابعة:

لديك التفاعل المتوازن الآتي: $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ فإذا علمت أن تراكيز التوازن بوحدة mol.l^{-1} هي:

$$[NO_2]_{eq} = 0.06, \quad [NO]_{eq} = 0.24, \quad [O_2]_{eq} = 0.12$$

المطلوب حساب:

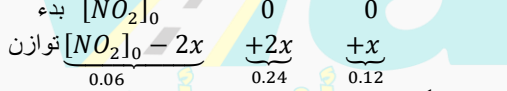
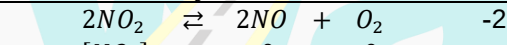
1. قيمة k_c .2. التركيز الابتدائي لغاز NO_2 .3. النسبة المئوية المتفككة من غاز NO_2 عند بلوغ التوازن.

الحل:

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

$$k_c = \frac{(24 \times 10^{-2})^2 \times 12 \times 10^{-2}}{(6 \times 10^{-2})^2}$$

$$k_c = 192 \times 10^{-2}$$



$$x = 0.12 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[NO_2]_0 - 2x = 0.06 \Rightarrow [NO_2]_0 = 0.06 + 0.24 = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$0.3 \text{ كل يتفكك منه}$$

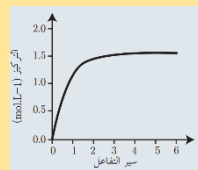
$$100 \text{ كل يتفكك منه } y$$

$$y = \frac{24 \times 10^{-2} \times 100}{3 \times 10^{-1}}$$

$$y = 80\%$$

المسألة الخامسة:

يتفاعل 1 mol من بخار اليود مع 1 mol من غاز الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه 1 L وفق المعادلة: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ حيث يبين المخطط الآتي تغير تركيز يود الهيدروجين بدلالة الزمن، والمطلوب:



1- احسب تراكيز التوازن لكل من المواد المتفاعلة والنتيجة.

2- احسب قيمة ثابت التوازن k_c .

3- ارسم خطاً بيانياً يوضح تركيز الهيدروجين بدلالة الزمن.

الحل:

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

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

$$[D]_{eq} = 0.4 \text{ mol.l}^{-1} \text{ من الفرض}$$

$$2x = 0.4 \Rightarrow x = 0.2$$

$$[A]_{eq} = 0.4 - x \Rightarrow 0.4 - 0.2 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B]_{eq} = 0.6 - 2x \Rightarrow 0.6 - 0.4 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[C]_{eq} = x = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$k_c = \frac{[C].[D]^2}{[A].[B]^2}$$

$$k_c = \frac{2 \times 10^{-1} \times (4 \times 10^{-1})^2}{2 \times 10^{-1} \times (2 \times 10^{-1})^2}$$

$$k_c = 4$$

$$k_p = k_c (RT)^{\Delta n} \quad .2$$

$$\Delta n = 0$$

$$k_p = k_c = 4$$

المسألة الثانية:

يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ في وعاء حجمه 10 L عند بلوغ التوازن كان عدد مولات الهيدروجين 7.2 mol وعدد مولات اليود 2.4 mol وعدد مولات يود الهيدروجين 0.4 mol والمطلوب حساب:

1. قيمة k_c ثم قيمة K_p .

2. التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة.

3. اقترح طريقتين تزيد من كمية HI .

الحل:

$$C = \frac{n}{V} \quad .1$$

$$[H_2]_{eq} = \frac{72 \times 10^{-1}}{10} = 0.72 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[I_2]_{eq} = \frac{24 \times 10^{-1}}{10} = 0.24 \text{ mol.l}^{-1}$$

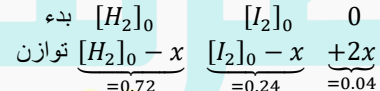
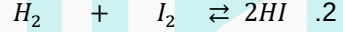
$$[HI]_{eq} = \frac{4 \times 10^{-1}}{10} = 0.04 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$k_c = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]} = \frac{(4 \times 10^{-2})^2}{72 \times 10^{-2} \times 24 \times 10^{-2}} = \frac{1}{108}$$

$$k_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 2 - 2 = 0$$

$$k_p = k_c \Rightarrow k_p = \frac{1}{108}$$



$$[HI]_{eq} = 2x$$

$$0.04 = 2x$$

$$x = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_2]_0 - x = 0.72$$

$$[H_2]_0 = 0.72 + 0.02$$

$$[H_2]_0 = 0.76 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[I_2]_0 - x = 0.24$$

$$[I_2]_0 = 0.24 + 0.02$$

$$[I_2]_0 = 0.26 \text{ mol.l}^{-1}$$

3. زيادة تركيز H_2 / زيادة تركيز I_2 / سحب HI من الوسط.

المسألة الثالثة:

مزج 2 mol من مادة A مع 2 mol من مادة B في وعاء سعته 10 L فيحدث التفاعل المتوازن وفق المعادلة: $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ فإذا علمت قيمة سرعة التفاعل المباشر $k_1 = 8.8 \times 10^{-2}$ وقيمة ثابت سرعة التفاعل العكسي $k_2 = 2.2 \times 10^{-2}$ والمطلوب حساب:

1- قيمة k_c ثم قيمة k_p .

2- تراكيز كل من المواد المتفاعلة و الناتجة عند بلوغ التوازن.

الحل:

$$k_c = \frac{k_1}{k_2} \quad -1$$

$$k_c = \frac{8.8 \times 10^{-1} \times 10^{-2}}{2.2 \times 10^{-1} \times 10^{-2}}$$

$$k_c = 4$$

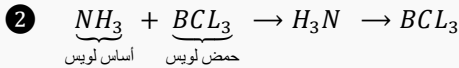
$$k_p = k_c (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 2 - 2 = 0$$

$$k_p = k_c = 4$$

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

تطبيق: حدد كلاً من حمض لويس وأساس لويس في كل من المعادلتين الآتيتين:

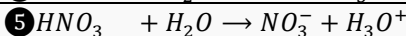
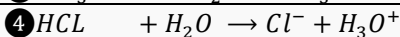
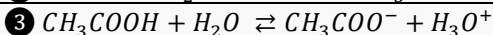
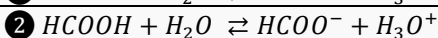
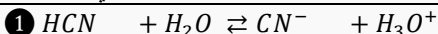


تذكرة:

- الحموض القوية: كلور الماء \ الأزوت \ الكبريت
 H_2SO_4 \ HNO_3 \ HCl
- الحموض الضعيفة: سيانيد الهيدروجين \ النمل \ الخل
 HCN \ HCOOH \ CH_3COOH
- الأسس القوية: هيدروكسيد الصوديوم \ هيدروكسيد البوتاسيوم
 NaOH \ KOH
- الأسس الضعيفة: هيدروكسيد الأمونيوم \ النشادر
 NH_4OH \ NH_3
- قوي تام التآين (→)
- ضعيف جزئي التآين (⇌)

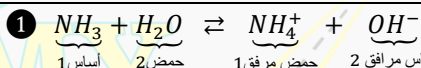
- معادلات التآين الحموض:

والأزواج المترافقة أساس/حمض وفق نظرية برونشتد - لوري:



جميع ما سبق حمض مرافق 2 أساس مرافق 1 حمض 1

معادلات تآين الأسس:



• أي أساس يحوي OH^- لا يكتب في معادلة التآين الماء.

تطبيق: محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين، المطلوب:

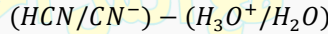
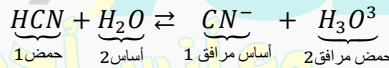
(a) اكتب معادلة تآين هذا الحمض وحدد عليها الأزواج المترافقة

أساس/حمض حسب نظرية برونشتد - لوري

(b) اكتب علاقة ثابت تآين هذا الحمض K_a بدلالة التراكيز

(يمكن أن يغير الحمض) / نفس التطبيق

الحل:



$K_a = \frac{[\text{CN}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]}$

التآين الذاتي للماء و ثابت تآينه:

• يعد الماء ناقلاً رديئاً للتيار الكهربائي لاحتوائه على أيونات قليلة،
المطلوب:

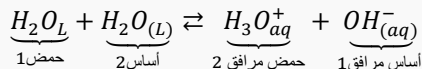
1- اكتب معادلة التآين الذاتي للماء وحدد الأزواج المترافقة أساس / حمض

حسب نظرية برونشتد - لوري.

2- اكتب عبارة ثابت التوازن (ثابت تآين الماء)

3- فسر يعد الماء مركب مذذب

الحل:



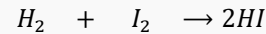
2- $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$

3- لأنه يسلك سلوك حمض أحياناً وسلوك أساس أحياناً أخرى.

اختر الإجابة:

أحد الأزواج الآتية لا يشكل (أساس/حمض) حسب برونشتد-لوري	
HCN/CN^- (b)	$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ (a)
$\text{HNO}_3/\text{HNO}_2$ (d)	$\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$ (c)

الإجابة d.



بدء 1 1 0

توازن $1-x$ $1-x$ $+2x$

من الخط البياني: $[\text{HI}]_{eq} = 2x$

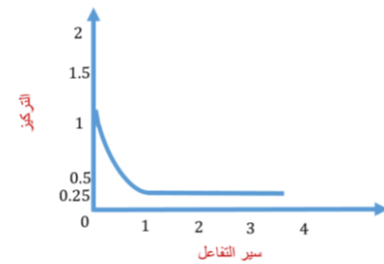
$1.5 = 2x$

$x = 0.75 \text{ mol. l}^{-1}$

$[\text{H}_2]_{eq} = [\text{I}_2]_{eq} = 1 - 0.75 = 0.25 \text{ mol. l}^{-1}$

2- $k_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(15 \times 10^{-1})^2}{25 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-2}}$
 $k_c = 36$

-3



الحموض والأسس

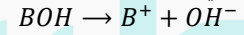
نظريات في الحموض والأسس:

1. نظرية أرينيوس:

- الحمض: كل مادة كيميائية تحرر أيون هيدروجين H^+ أو أكثر عند انحلالها في الماء



- الأساس: كل مادة كيميائية تحرر أيون هيدروكسيد OH^- أو أكثر عند انحلالها في الماء.



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: $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$ ، والمطلوب:

وضح أي المركبين يسلك سلوك حمض، وأيها يسلك سلوك أساس حسب نظرية برونشتد-لوري.

HA يمنح بروتون، ويسلك سلوك حمض.

H_2O يستقبل بروتون، يسلك سلوك أساس.

3. نظرية لويس:

الحمض: كل مادة كيميائية قادرة على استقبال زوج إلكترونات أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معها.

الأساس: كل مادة كيميائية قادرة على منح زوج إلكترونات أو أكثر لمادة أخرى تتفاعل معها.

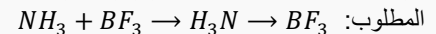
ملاحظة:

• أساس لويس: مركب يحوي N - أيون سالب.

• حمض لويس: مركب يحوي B - أيون موجب.

تطبيق:

لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الكيميائية الآتية:



1. وضح ما نوع الرابطة بين ذرتي البور والنيتروجين.

2. حدد الحمض والأساس حسب نظرية لويس مع التفسير.

الحل:

1- تساندية.

2- NH_3 أساس لويس لأنه منح زوج إلكترونات.

BF_3 حمض لويس لأنه استقبل زوج إلكترونات.

الأس الهيدروجيني PH



تطبيق: يبين الجدول الآتي قيم ثوابت التأيّن لبعض محاليل الحموض الضعيفة المتساوية التراكيز عند الدرجة 25°C

الحمض	الصيغة	ثابت التأيّن K_a
سيانيد الهيدروجين	HCN	5×10^{-10}
الكربون	H_2CO_3	4.3×10^{-7}
الثمل	$HCOOH$	1.8×10^{-4}
فلوريد الهيدروجين	HF	7.2×10^{-4}

اعتماداً على الجدول السابق أجب عن الأسئلة الآتية:

1- حدد الحمض الأقوى وما هو أساسه المرافق؟

ج: فلوريد الهيدروجين HF وأساسه المرافق F^-

2- حدد الحمض الأكبر قيمة PH والحمض الأصغر قيمة PH ؟

ج: أكبر PH : سيانيد الهيدروجين (HCN)

أصغر PH : فلوريد الهيدروجين HF

3- في أي محلول يكون $[OH^-]$ أكبر.

ج: في الحمض الأضعف سيانيد الهيدروجين HCN .

4- حدد الأساس المرافق الأقوى للمحاليل السابقة؟

ج: الأساس المرافق الأقوى يكون مع الحمض الأضعف فهو (CN^-)

قوانين الحموض والاسس

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

$$2. PH + PoH = 14 / PH = 14 - PoH / PoH = 14 - PH$$

$$3. PH = -\log[H_3O^+] / [H_3O^+] = 10^{-PH}$$

$$4. PoH = -\log[OH^-] / [OH^-] = 10^{-PoH}$$

$$5. \text{التركيز الابتدائي للحمض } [H_3O^+] = Ca \\ \text{ثنائي الوظيفة } [H_3O^+] = 2Ca$$

$$6. [H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot Ca} \\ K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{Ca} \quad Ca = \frac{[H_3O^+]^2}{K_a}$$

$$7. \alpha = \frac{[H_3O^+]}{Ca} \times 100\% / [H_3O^+] = \frac{\alpha \cdot Ca}{100\%} \\ \text{درجة تأيّن حمض ضعيف} \\ IC_a = \frac{[H_3O^+]}{\alpha} \times 100\%$$

$$8. \text{التركيز الابتدائي للأساس } [OH^-] = C_b$$

$$9. [OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b} \\ K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b} \quad C_b = \frac{[OH^-]^2}{K_b}$$

$$10. \alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \times 100\% / [OH^-] = \frac{\alpha \cdot C_b}{100\%} \\ \text{درجة تأيّن أساس ضعيف} \\ C_b = \frac{[OH^-]}{\alpha} \times 100\%$$

$$n = \frac{m}{M} \quad Cg, l^{-1} = Cmol. l^{-1} \times M$$

$$Cmol. l^{-1} = \frac{n}{V} \quad m = Cmol. l^{-1} \times V \times M$$

$$Cg, l^{-1} = \frac{m}{V} \quad \text{التركيز الغرامي}$$

اختر الإجابة الصحيحة:

- محلول مائي لحمض الثمل $HCOOH$ تركيزه الابتدائي $0.5 mol. l^{-1}$ وثابت تأيّن 2×10^{-4} فتكون قيمة PH مساوية:

2 -a	12 -b	10^{-2} -c	10^{-12} -d
------	-------	--------------	---------------

الحل:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot Ca} \Rightarrow \\ [H_3O^+] = \sqrt{2 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-1}} = 10^{-2} mol. l^{-1} \\ PH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow PH = -\log(10^{-2}) \Rightarrow PH = 2$$

تطبيق: لديك المحاليل المتساوية التراكيز الآتية:



1- رتب هذه المحاليل تصاعدياً وفق تزايد قيمة PH ((ممكن أن يأتي تنازلياً أو على شكل اختر))



الحل: قوة الحمض وقوة الأساس:

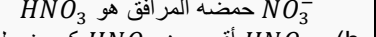
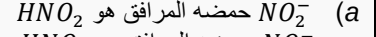
- كلما كان الحمض أقوى كان أساسه المرافق أضعف (والعكس صحيح).
- كلما كان الأساس أقوى كان حمضه المرافق أضعف (والعكس صحيح).

تطبيق: إذا كان NO_2^- أقوى من NO_3^- كأساس والمطلوب:

1- اكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما.

2- بين أي الحمضين أقوى.

الحل:



(b) HNO_3 أقوى من HNO_2 كحمض لأن NO_2^- أقوى من NO_3^- كأساس الحمض المرافق الأقوى لكونه مع الأساس الأضعف.

ثابت تأيّن الحموض الضعيفة:

- لديك محلول لحمض ضعيف HA ، المطلوب:

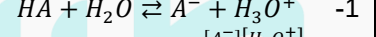
1- اكتب معادلة تأيّن.

2- اكتب عبارة ثابت تأيّن الحمض الضعيف K_a بدلالة التراكيز.

3- اكتب علاقة درجة التأيّن.

$$4- \text{أثبت أن } [H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot Ca}$$

الحل:



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

$$3- \alpha = \frac{[H_3O^+]}{Ca}$$

4- من معادلة تأيّن الحمض نجد $[H_3O^+] = [A^-]$ وبإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض يمكن أن نعتبر $[HA] = Ca$ نعوض في علاقة K_a

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

ثابت تأيّن الأساس الضعيف:

- لديك محلول أس ضعيف B تأيّن جزئي في الماء، والمطلوب:

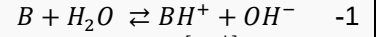
1- اكتب معادلة تأيّن.

2- اكتب عبارة ثابت تأيّن الأساس الضعيف K_b بدلالة التراكيز.

3- اكتب علاقة درجة التأيّن.

$$4- \text{أثبت أن } [OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$$

الحل:



$$2- K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

$$3- \alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$$

4- من معادلة تأيّن الأساس نجد $[BH^+] = [OH^-]$ وبإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الأساس يمكن أن نعتبر $[B] = C_b$ نعوض في علاقة K_b :

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

ملاحظات:

1- الحمض الأقوى $\leftarrow$ أكبر K_a $\leftarrow$ أكبر $[H_3O^+]$ أصغر $[OH^-]$ أصغر PH أكبر POH

2- الحمض الأضعف $\leftarrow$ أصغر K_a $\leftarrow$ أصغر $[H_3O^+]$ أكبر $[OH^-]$ أكبر PH أصغر POH

محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.01 mol.l^{-1} نمدده بالماء المقطر 100 فتصبح قيمة PH للمحلول مساوية:			
10	11	12	13
$C'_b = \frac{C_b}{100} \Rightarrow C'_b = \frac{10^{-2}}{100} = 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$ $[OH^-]' = C'_b = 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1} \Rightarrow PoH' = -\log[OH^-]'$ $= -\log(10^{-4}) = 4$ $PH' = 14 - PoH' \Rightarrow PH' = 10$			

محلول مائي لحمض الأزوت حجمه 50ml وتركيزه 0.2 mol.l^{-1} يمدد بالماء المقطر ليصبح تركيزه 0.04 mol.l^{-1} فيكون حجم الماء المقطر المضاف يساوي:			
200 ml	250ml	300 ml	100ml
الحل: بعد التمديد $n = n$ قبل التمديد $C_1 V_1 = C_2 V_2$ $V_2 = \frac{C_1 V_1}{C_2} \Rightarrow V_2 = \frac{2 \times 10^{-1} \times 50}{4 \times 10^{-2}}$ $\Rightarrow V_2 = 250 \text{ ml}$ $V = V_2 - V_1$ $V = 250 - 50 = 200 \text{ ml}$			

المسألة الأولى:

محلول مائي لحمض الخل تركيزه الابتدائي 0.05 mol.l^{-1} وثابت تأينه 2×10^{-5} ، والمطلوب:

- احسب $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$
- احسب قيمة PH .
- احسب درجة تأين الحمض.
- يمدد المحلول السابق 100 مرة احسب PH بعد التمديد

الحل:

1- بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$ $[H_3O^+] = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-2}}$ $[H_3O^+] = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ $[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$ $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}}$ $[OH^-] = 10^{-11} \text{ mol.l}^{-1}$		2- $PH = -\log[H_3O^+]$ $PH = -\log(10^{-3})$ $PH = 3$	
3- $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \times 100\%$ $\alpha = \frac{10^{-3}}{5 \times 10^{-2}} \times 100\%$ $\alpha = 2\%$		4- بعد $n = n$ قبل $C_1 V_1 = C_2 V_2$ $0.05 V_1 = C_2 \times 100 V_1$ $C_2 = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$ $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$ $[H_3O^+] = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-4}}$ $[H_3O^+] = 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$ $PH' = -\log[H_3O^+]$ $PH' = -\log 10^{-4}$ $PH' = 4$	

المسألة الثانية:

محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين له $PH = 5$ ودرجة تأينه $5 \times 10^{-3}\%$

- احسب التركيز الابتدائي للحمض و ثابت تأينه.
- بين بالحساب كيف يتغير $[H_3O^+]$ عندما تصبح $PH = 6$

الحل:

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

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \times 100\%$ $\Rightarrow C_a = \frac{[H_3O^+]}{\alpha} \times 100\%$ $C_a = \frac{10^{-5} \times 100\%}{5 \times 10^{-3}\%}$ $C_a = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$ بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض. $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$ $\Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a}$ $K_a = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-10}$		2- $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$ $[H_3O^+] = 10^{-PH'} = 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}$ $\frac{[H_3O^+]'}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-6}}{10^{-5}} = 10^{-1}$ $[H_3O^+] = \frac{[H_3O^+]'}{10}$ تتقص عشر مرات 1 $\rightarrow$ 10 2 $\rightarrow$ 100 3 $\rightarrow$ 1000 } اختر العلاقة عكسية	
---	--	---	--

المسألة الثالثة:

يذاب 8g من هيدروكسيد الصوديوم بالماء المقطر ويكمل الحجم إلى 2L، والمطلوب حساب:

- قيمة $[H_3O^+]$, $[OH^-]$
- قيمة PH , PoH للمحلول.
- حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 50ml من المحلول السابق ليصبح تركيزه $10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$

الحل:

1- $M(NaOH) = 40 \text{ g.mol}^{-1}$ $n = \frac{m}{M} = \frac{8}{40} = 0.2 \text{ mol}$ $C_b = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$ بما أن الأساس قوي وأحادي الوظيفة الأساسية $[OH^-] = C_b = 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$ $[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$ $[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}}$ $[H_3O^+] = 10^{-13} \text{ mol.l}^{-1}$		2- $PoH = -\log[OH^-]$ $PoH = -\log(10^{-1})$ $PoH = 1$ $PH = -\log[H_3O^+]$ $PH = -\log 10^{-13}$ $PH = 13$	
3- بعد $n = n$ قبل $C_1 V_1 = C_2 V_2$ $V_2 = \frac{C_1 V_1}{C_2}$ $V_2 = \frac{10^{-1} \times 50}{10^{-3}}$ $V_2 = 5000 \text{ mL}$ $V = V_2 - V_1$ $V = 5000 - 50$ $V = 4950 \text{ mL}$			

المسألة الرابعة:

محلول مائي لحمض الكبريت بفرض أنه تام التأين له قيمة $PH = 1$ ، والمطلوب:

- احسب تركيز هذا الحمض ب، mol.l^{-1}
 - احسب كتلة حمض الكبريت في 50 ml من محلول الحمض السابق.
 - يضاف بالتدريج 10ml من محلول الحمض السابق إلى 90ml من الماء المقطر احسب قيمة PH للمحلول الجديد
- علماً أن (H: 1 O: 16 S: 32)

الأملح

الملح: هو مركب أيوني يتألف من جزأين:

- 1) جزء أساسي موجب: أيوني معدني أو أكثر أو جذر الأمونيوم أو أكثر.
- 2) جزء حمضي سالب: أيون لا معدني أو أكثر أو جذر حمضي أو أكثر.

سؤال: علل: تتمتع الأملاح بخاصية قطبية:

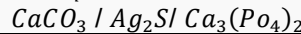
ج: لأنها مركبات أيونية تتألف من جزء أساسي موجب وجزء حمضي سالب.

تصنيف الأملاح وفق ذوبانيتها:

أملح قليلة الذوبان	أملح جيدة الذوبان	
التأين	جزئي في المحاليل المائية (⇌)	تام في المحاليل المائية (→)
المحاليل	غير متجانسة	متجانسة
الذوبانية	قيمة ذوبانيتها أقل من 0.001 mol.l^{-1} عند الدرجة 25°C	قيمة ذوبانيتها أكبر من 1 mol.l^{-1} عند الدرجة 25°C
الأمثلة	كبريتات الباريوم BaSO_4 كلوريد الفضة AgCl كربونات الكالسيوم CaCO_3 كلوريد الرصاص PbCl_2 فوسفات ثلاثي الكالسيوم $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ كبريتات الفضة Ag_2SO_4	أملاح: $\text{K}^+/\text{CH}_3\text{COO}^-/\text{Na}^+$ $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ كلوريد الباريوم BaCl_2 كلوريد الكالسيوم CaCl_2
المسائل	ثابت جداء الذوبان K_{sp}	ثابت الحمضية K_h

نشاط: اكتب معادلة التوازن غير المتجانس للأملاح قليلة الذوبان الآتية ثم

اكتب عبارة جداء الذوبان K_{sp} لكل منها:



1. $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{+2}_{(aq)} + \text{CO}_3^{-2}_{(aq)}$ $K_{sp}(\text{CaCO}_3) = [\text{Ca}^{+2}] \cdot [\text{CO}_3^{-2}]$
2. $\text{Ag}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{Ag}^{+}_{(aq)} + \text{S}^{-2}_{(aq)}$ $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{S}) = [\text{Ag}^{+}]^2 \cdot [\text{S}^{-2}]$
3. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightleftharpoons 3\text{Ca}^{+2}_{(aq)} + 2\text{PO}_4^{-3}_{(aq)}$ $K_{sp}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = [\text{Ca}^{+2}]^3 \cdot [\text{PO}_4^{-3}]^2$

يمثل ثابت جداء الذوبان K_{sp} جداء تركيز أيونات الملح قليل الذوبان بالماء مرفوع كل منهما إلى أس يساوي أمثاله التفاعلية (في المحلول المشبع)

يمثل الجداء الأيوني Q جداء تراكيز أيونات الملح قليلة الذوبان بالماء مرفوع كل منها إلى أس يساوي أمثاله التفاعلية ونميز ثلاث حالات:

- 1- $Q < K_{sp}$ (المحلول غير مشبع) لا يتشكل راسب.
- 2- $Q = K_{sp}$ (المحلول مشبع)
- 3- $Q > K_{sp}$ (المحلول فوق مشبع) يتشكل راسب.

تمرين:

عند وضع كمية من ملح كلوريد الرصاص (ملح قليل الذوبان) في الماء يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب و الطور المذاب، والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
- 2- اكتب عبارة الجداء الأيوني Q .
- 3- اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان K_{sp} إذا كان محلوله مشبعاً.

الحل:

1- $\text{PbCl}_2 \rightleftharpoons \text{Pb}^{+2}_{(aq)} + 2\text{Cl}^{-}_{(aq)}$
2- $Q = [\text{Pb}^{+2}] \cdot [\text{Cl}^{-}]^2$
3- $K_{sp}(\text{PbCl}_2) = [\text{Pb}^{+2}] \cdot [\text{Cl}^{-}]^2$

المحلول مشبع

تطبيق:

محلول مائي مشبع لملح كربونات الفضة ذوبانيته المولية S ، المطلوب:

- 1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
- 2- اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت جداء الذوبان ثم استنتج قيمة جداء الذوبان بدلالة S .

الحل:

1- $\text{Ag}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{Ag}^{+} + \text{CO}_3^{-2}$
2- $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = [\text{Ag}^{+}]^2 \cdot [\text{CO}_3^{-2}]$ $\text{Ag}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{Ag}^{+} + \text{CO}_3^{-2}$ $S \quad 2S \quad S$ $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 4S^2 \cdot S$ $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 4S^3$

الحل:

1- $[\text{H}_3\text{O}^{+}] = 10^{-\text{PH}} = 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$ بما أن حمض الكبريت قوي وثنائي الوظيفة الحمضية: $[\text{H}_3\text{O}^{+}] = 2C_a$ $C_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{+}]}{2} = \frac{0.1}{2} = 0.05 \text{ mol.l}^{-1}$
2- $m = C_{\text{mol.l}^{-1}} \times V \times M$ $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g.mol}^{-1}$ $m = 5 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3} \times 98$ $m = 0.245 \text{ g}$
3- بعد $n = n$ قبل $C_1V_1 = C_2V_2$ $C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2}$ $C_2 = \frac{5 \times 10^{-2} \times 10}{100}$ $C_2 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ $[\text{H}_3\text{O}^{+}]' = 2C_a = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ $\text{PH}' = -\log[\text{H}_3\text{O}^{+}]'$ $\text{PH}' = -\log(10^{-2})$ $\text{PH}' = 2$

المسألة الخامسة:

محلول مائي للنشادر له $\text{PoH} = 3$ ودرجة تأين النشادر 2%، والمطلوب:

- 1- احسب $[\text{OH}^{-}]$ المحلول.
- 2- احسب التركيز الابتدائي للمحلول.
- 3- احسب ثابت تأين النشادر.
- 4- يمدد المحلول السابق 100 مرة احسب PoH المحلول الناتج عن التمديد.

الحل:

1- $[\text{OH}^{-}] = 10^{-\text{POH}}$ $[\text{OH}^{-}] = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$
2- $\alpha = \frac{[\text{OH}^{-}]}{C_b} \times 100\%$ $C_b = \frac{[\text{OH}^{-}]}{\alpha} \times 100\%$ $C_b = \frac{10^{-3} \times 100\%}{2\%}$ $C_b = 0.05 \text{ mol.l}^{-1}$
3- بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الأساس $[\text{OH}^{-}] = \sqrt{k_b \cdot C_a}$ $K_b = \frac{[\text{OH}^{-}]^2}{C_b} = \frac{10^{-6}}{5 \times 10^{-2}}$ $K_b = 2 \times 10^{-5}$
4- بعد $n = n$ قبل $C_1V_1 = C_2V_2$ $C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2} = \frac{5 \times 10^{-2}}{100V_1} = \frac{5 \times 10^{-2}}{100}$ $C_2 = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$ $[\text{OH}^{-}]' = \sqrt{k_b \cdot C_b'}$ $[\text{OH}^{-}]' = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-4}}$ $[\text{OH}^{-}]' = 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$ $\text{PoH}' = -\log[\text{OH}^{-}]'$ $\text{PoH}' = -\log(10^{-4})$ $\text{PoH}' = 4$

مخطط حساب K_{sp}

ملح يعطيان ملح		ملح	
حجم+مول	حجم+تركيز	معى الذوبانية (التركيز)	معى k_{sp} نحسب التراكيز
$C = \frac{n}{V}$ ($V' = V_1 + V_2$)	$n = n_{قبل}$ $C \cdot V = C' \cdot V'$	K_{sp} من عبارة k_{sp}	معى k_{sp} من عبارة k_{sp}

تطبيق:

محلول مائي لكلوريد الفضة قليل الذوبان إذا علمت أن له $K_{sp}(AgCl) = 6.25 \times 10^{-10}$ في شروط التجربة، والمطلوب:

- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
- احسب تركيز أيونات الكلوريد و الفضة في المحلول
- احسب ذوبانية هذا الملح مقدراً بـ $g \cdot l^{-1}$
- يضاف إلى المحلول السابق ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه $1.5 \times 10^{-5} mol \cdot l^{-1}$ اكتب معادلة إمالة نترات الفضة ثم بين بالحساب إن كان ملح كلوريد الفضة يترسب أم لا؟
- اقترح طريقة ثانية لترسيب هذا الملح في محلوله المشبع.

الحل:

1- $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$
2- $AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$ $S \quad S \quad S$ حيث: $S = C mol \cdot l^{-1}$ $K_{sp}(AgCl) = [Ag^+].[Cl^-]$ $6.25 \times 10^{-10} = S^2$ $S = 2.5 \times 10^{-5} mol \cdot l^{-1}$ $[Ag^+] = S = 2.5 \times 10^{-5} mol \cdot l^{-1}$ $[Cl^-] = S = 2.5 \times 10^{-5} mol \cdot l^{-1}$
3- $S_{g \cdot l^{-1}} = S_{mol \cdot l^{-1}} \times M$ $M_{AgCl} = 143.5 g \cdot mol^{-1}$ $S_{g \cdot l^{-1}} = 2.5 \times 10^{-5} \times 143.5 \times 10^{-1}$ $S_{g \cdot l^{-1}} = 3.587 \times 10^{-7} g \cdot l^{-1}$
4- $AgNO_3 \rightarrow Ag^+ + NO_3^-$ $1.5 \times 10^{-5} \quad 1.5 \times 10^{-5} \quad 1.5 \times 10^{-5}$ $[Ag^+] = [Ag^+]_{AgCl} + [Ag^+]_{AgNO_3}$ $[Ag^+] = 2.5 \times 10^{-5} + 1.5 \times 10^{-5}$ $[Ag^+] = 4 \times 10^{-5} mol \cdot l^{-1}$ $Q = [Ag^+].[Cl^-]$ $Q = 4 \times 10^{-5} \times 2.5 \times 10^{-5}$ $Q = 10 \times 10^{-10}$ $Q > K_{sp}$ المحلول فوق مشبع يترسب قسم من ملح كلوريد الفضة.
5- إضافة مادة تامة التآين تحوي أيون يماثل أحد أيونات الملح قليل الذوبان مثل $KCl, HCl, NaCl$

تطبيق:

محلول مائي مشبع لملاح كلوريد الرصاص قليل الذوبان ذوبانيته $S = 2 \times 10^{-2} mol \cdot l^{-1}$ ، والمطلوب:

- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
- احسب قيمة جداء الذوبان K_{sp} .
- يضاف إلى المحلول السابق ملح نترات الرصاص الذواب بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-2} mol \cdot l^{-1}$
- بين بالحساب إن كان قسم من ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا.

الحل:

1- $PbCl_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2Cl^-$
2- $PbCl_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2Cl^-$ $S \quad S \quad 2S$ $K_{sp}(PbCl_2) = [Pb^{+2}].[Cl^-]^2$ $K_{sp}(PbCl_2) = S \times (2S)^2$ $K_{sp}(PbCl_2) = 2 \times 10^{-2} \times (4 \times 10^{-2})^2$ $K_{sp}(PbCl_2) = 2 \times 10^{-2} \times 16 \times 10^{-4}$ $K_{sp}(PbCl_2) = 32 \times 10^{-6}$
3- $Pb(NO_3)_2 \rightarrow Pb^{+2} + 2NO_3^-$ $10^{-2} \quad 10^{-2} \quad 2 \times 10^{-2}$ $[Pb^{+2}] = [Pb^{+2}]_{PbCl_2} + [Pb^{+2}]_{Pb(NO_3)_2}$

تطبيق:

تستخدم كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ (الجبس) في العديد من الصناعات مثل الدهانات / السيراميك / الاسمنت / جوائر تثبيت العظام المكسورة، والمطلوب:

احسب جداء الذوبان للمحلول المائي لكبريتات الكالسيوم إذا علمت أن ذوبانيته $0.68 g \cdot l^{-1}$.

الحل:

$Sg \cdot l^{-1} = Smol \cdot l^{-1} \times M$ حيث $Smol \cdot l^{-1} = \frac{Sg \cdot l^{-1}}{M}$ $Smol \cdot l^{-1} = \frac{0.68 \times 10^{-2}}{136} = 5 \times 10^{-3} mol \cdot l^{-1}$ $CaSO_4 \rightleftharpoons Ca^{+2}_{(aq)} + SO_4^{-2}_{(aq)}$ $S \quad S \quad S$ $K_{sp}(CaSO_4) = [Ca^{+2}].[SO_4^{-2}]$ $K_{sp}(CaSO_4) = S \cdot S$ $K_{sp}(CaSO_4) = 25 \times 10^{-6}$
--

تطبيقات جداء الذوبان:

- ترسب الملح في محلوله المشبع.
- لديك ملح كبريتات الباريوم قليل الذوبان، والمطلوب:
- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
- اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان K_{sp} بفرض المحلول مشبع.
- صف ما يحدث عند إضافة حمض الكبريت.
- اقترح طريقة ثانية لترسيب الملح في المحلول.

الحل:

1- $BaSO_4(s) \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO_4^{-2}_{(aq)}$
2- $K_{sp}(BaSO_4) = [Ba^{+2}].[SO_4^{-2}]$
3- $H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow 2H_3O^+ + SO_4^{-2}$ عند إضافة حمض الكبريت يزداد تركيز أيونات الكبريت فيصبح $K_{sp} > Q$ أي المحلول فوق مشبع فترسب كمية إضافية من كبريتات الباريوم للوصول إلى حالة توازن جديدة وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتولييه.
إضافة مادة تامة التآين تحوي أحد أيونات الملح مثل Na_2SO_4 ترسب مادة تامة التآين تحوي أيون يماثل أحد أيونات الملح قليل الذوبان

- إذابة ملح قليل الذوبان:
- لديك محلول مشبع من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ قليل الذوبان، والمطلوب:
- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
- اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان K_{sp} .
- صف ما يحدث عند إضافة حمض كلور الماء (اشرح آلية إذابة الملح).
- اقترح طريقة ثانية لإذابة الملح.

الحل:

1- $Ca_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3Ca^{+2} + 2PO_4^{-3}$
2- $K_{sp}(Ca_3(PO_4)_2) = [Ca^{+2}]^3 \cdot [PO_4^{-3}]^2$
3- $HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$
4- عند إضافة حمض كلور الماء تتحد أيونات الهيدرونيوم الناتجة عن تأينه مع أيونات الفوسفات وينتج حمض الفوسفور H_3PO_4 ضعيف التآين فيتناقص تركيز أيونات الفوسفات و يصبح $Q < K_{sp}$ المحلول غير مشبع فتذوب كمية إضافية من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم حتى الوصول إلى حالة توازن جديدة وهذا يتفق مع لوشاتولييه.
إذابته تحوي أيون يتحد مع أحد أيونات الملح قليل الذوبان ويشكلان معاً مركب ضعيف التآين

- 3- يضاف إلى محلول الملح السابق مسحوق كلوريد الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ ، المطلوب:
- بين حسابياً إن كان ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا؟
- 4- اقترح طريقة ثانية لترسيب الملح.

الحل:

$PbCl_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2Cl^{-}$	-1
$PbCl_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2Cl^{-}$	-2
$S \quad S \quad 2S$	
$Ksp(PbCl_2) = [Pb^{+2}] \cdot [Cl^{-}]^2$	
$4 \times 10^{-6} = S \cdot (2S)^2$	
$4 \times 10^{-6} = 4S^3$	
$S = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$	
$[Pb^{+2}] = S = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$	
$[Cl^{-}] = 2S = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$	
$NaCl \rightarrow Na^{+} + Cl^{-}$	-3
$10^{-2} \quad 10^{-2} \quad 10^{-2}$	
$[Cl^{-}]' = [Cl^{-}]_{PbCl_2} + [Cl^{-}]_{NaCl}$	
$[Cl^{-}]' = 2 \times 10^{-2} + 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$	
$[Cl^{-}]' = 3 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$	
$Q = [Pb^{+2}] \cdot [Cl^{-}]'^2$	
$Q = 10^{-2} \times 9 \times 10^{-4}$	
$Q = 9 \times 10^{-6}$	
$Q > Ksp$ المحلول فوق مشبع يترسب قسم من ملح كلوريد الرصاص	
4- إضافة مادة تامة التآين تحوي أيون يماثل أحد أيونات الملح قليل الذوبان مثل: $Pb(NO_3)_2, KCl, HCl$	

تطبيق:

محلول مائي مشبع من كبريتات الباريوم ذوبانيته $10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$ ، المطلوب:

- 1- احسب جداء الذوبان لهذا الملح
- 2- يضاف إلى محلول السابق ملح كلوريد الباريوم ($BaCl_2$) بحيث يصبح تركيزه في المحلول $2 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$ ، المطلوب:
- بين بالحساب إن كان ملح كبريتات الباريوم يترسب أم لا.

الحل:

$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$	-1
$S \quad S \quad S$	
$ksp(BaSO_4) = [Ba^{+2}] \cdot [SO_4^{-2}]$	
$ksp(BaSO_4) = S^2$	
$Ksp(BaSO_4) = (10^{-5})^2$	
$Ksp(BaSO_4) = 10^{-10}$	
$BaCl_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2Cl^{-}$	-2
$2 \times 10^{-5} \quad 2 \times 10^{-5} \quad 4 \times 10^{-5}$	
$[Ba^{+2}]' = [Ba^{+2}]_{BaSO_4} + [Ba^{+2}]_{BaCl_2}$	
$[Ba^{+2}]' = 1 \times 10^{-5} + 2 \times 10^{-5}$	
$[Ba^{+2}]' = 3 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$	
$Q = [Ba^{+2}]' \cdot [SO_4^{-2}]$	
$Q = 3 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-5}$	
$Q = 3 \times 10^{-10}$	
$Q > Ksp$ المحلول فوق مشبع ويترسب قسم من ملح كبريتات الباريوم	
3- إضافي: اقترح طريقة ثانية لترسيب الملح:	
ج: إضافة مادة تامة التآين وتحوي أيون مماثل أحد أيونات قليل الذوبان مثل: $H_2SO_4 - Na_2SO_4 - Ba(NO_3)_2$	

مسألة:

نضيف 500 mL من محلول كلوريد الباريوم ذي التركيز $2 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$ إلى 500 mL من محلول كبريتات البوتاسيوم ذي التركيز $4 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$ فإذا علمت أن قيمة ثابت جداء الذوبان لمُح كبريتات الباريوم تساوي 10^{-8} ، والمطلوب:

بين حسابياً إن كان ملح كبريتات الباريوم يترسب أم لا.

الحل:

$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$	
بعد $n = n$ قبل	
$C.V = C'.V'$	

$$[Pb^{+2}]' = 2 \times 10^{-2} + 10^{-2}$$

$$[Pb^{+2}]' = 3 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$Q = [Pb^{+2}]' \cdot [Cl^{-}]'^2$$

$$Q = 3 \times 10^{-2} \times 16 \times 10^{-4}$$

$$Q = 48 \times 10^{-6}$$

- $Q > Ksp$ المحلول فوق مشبع ويترسب قسم من ملح كلوريد الرصاص .

تطبيق:

يضاف 100 mL من محلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ ذي التركيز 0.05 mol.l^{-1} إلى 400 mL من محلول كلوريد الرصاص $NaCl$ ذي التركيز 0.1 mol.l^{-1} فإذا كان $Ksp(PbCl_2) = 1.6 \times 10^{-6}$ في شروط التجربة، والمطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لمُح كلوريد الرصاص.

2- بين حسابياً إن كان جزء من ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا؟

الحل:

1- بعد $n = n$ قبل	
$C.V = C'.V'$	
$C' = \frac{C.V}{V'}$	
$[Pb^{+2}]' = [Pb(NO_3)_2]$	
$[Pb^{+2}]' = \frac{5 \times 10^{-2} \times 100}{500}$	
$[Pb^{+2}]' = 1 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$	
$[Cl^{-}]' = [NaCl]$	
$[Cl^{-}]' = \frac{10^{-1} \times 400}{500}$	
$[Cl^{-}]' = 8 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$	
$Q = [Pb^{+2}]' \cdot [Cl^{-}]'^2$	-2
$Q = 10^{-2} \times (8 \times 10^{-2})^2$	
$Q = 64 \times 10^{-6}$	
$Q > Ksp$ المحلول فوق مشبع ويترسب جزء من ملح كلوريد الرصاص.	

تطبيق:

يضاف 200 mL من محلول يحتوي $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ من كلوريد الباريوم إلى 800 mL من محلول يحتوي على $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلول مشبع من كبريتات الباريوم، والمطلوب:

1- احسب قيمة جداء الذوبان لمُح كبريتات الباريوم.

2- يضاف قطرات من محلول حمض الكبريت المركز إلى المحلول المشبع السابق، ماذا تتوقع أن يحدث؟ فسر إجابتك وبين إذا كان ذلك يتفق مع لوشاتوليه.

الحل:

$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$	-1
$C = \frac{n}{V'}$	
$[Ba^{+2}] = [BaCl_2]$	
$[Ba^{+2}] = \frac{1 \times 10^{-5}}{1000 \times 10^{-3}}$	
$[Ba^{+2}] = 1 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$	
$[SO_4^{-2}] = [K_2SO_4]$	
$[SO_4^{-2}] = \frac{1 \times 10^{-5}}{1000 \times 10^{-3}}$	
$Ksp(BaSO_4) = [Ba^{+2}] \cdot [SO_4^{-2}]$	
$Ksp(BaSO_4) = 1 \times 10^{-5} \times 10^{-5}$	
$Ksp(BaSO_4) = 1 \times 10^{-10}$	
2- عند إضافة حمض الكبريت سوف يزداد تركيز أيونات الكبريت وتصبح $Q > Ksp$ أي المحلول فوق المشبع ويرجع التفاعل العكسي ويترسب قسم من ملح كبريتات الباريوم حتى الوصول إلى حالة توازن جديدة وهذا يتفق مع لوشاتوليه.	

تطبيق:

محلول مائي مشبع لمُح كلوريد الرصاص إذا علمت أن قيمة ثابت جداء الذوبانية $Ksp = 0.4 \times 10^{-5}$ ، والمطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2- احسب تركيز كل من أيونات الرصاص وأيونات الكلوريد في المحلول.

ثانياً: حلمة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي:

تطبيق: محلول مائي لملاح سيانيد الصوديوم، والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة إمالة هذا الملح.
- 2- اكتب معادلة حلمة الملح ثم حدد طبيعة الوسط الناتج.
- 3- اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح بدلالة التراكيز / وبدلالة ثابت تأين الماء (استنتج)

الحل:

$NaCN \xrightarrow{H_2O} Na^+ + CN^-$	-1
$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$	-2
$Kw = Kh.Ka$ / $Kh = \frac{[HCN].[OH^-]}{[CN^-]}$	-3

ثالثاً: حلمة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف

تطبيق: محلول مائي لملاح خلات الأمونيوم، والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة إمالة هذا الملح.
- 2- اكتب معادلة حلمة هذا الملح؟
- 3- عبارة ثابت حلمة هذا الملح Kh بدلالة التراكيز / بدلالة ثابت تأين الماء.

الحل:

$CH_3COONH_4 \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + NH_4^+$	-1
$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$	-2
$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$	-
بجمع المعادلتين:	
$CH_3COO^- + NH_4^+ \rightleftharpoons CH_3COOH + NH_3$	
$Kh = \frac{[CH_3COOH].[NH_3]}{[CH_3COO^-].[NH_4^+]}$	-3
$Kw = Kh.Ka.Kb \Rightarrow Kh = \frac{Kw}{Ka.Kb}$	

المحلول المنظم للحموضة (الموقي):

يتألف من محلول حمض ضعيف وأحد أملاحه الذوابة.

أو محلول أساس ضعيف وأحد أملاحه الذوابة.

مثال اختر:

المحلول المنظم للحموضة من بين المحاليل الآتية هو:	
$HCl \backslash KCl$ (b)	$HCOOH \backslash HCOOK$ (a)
$NaOH \backslash NaNO_3$ (d)	$NH_4OH \backslash NaCl$ (c)
الجواب: (a)	
محلول مائي لملاح Na_2CO_3 تركيزه 1.6 mol.l^{-1} يمدد بإضافة كمية من الماء المقطر إليه بحيث يصبح حجمه أربعة أضعاف ما كان عليه فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً:	
0.2 (d) 0.8 (c) 0.4 (b) 0.6 (a)	
الحل:	
بعد $n = n$ قبل	
$C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2} \Rightarrow C_2 = \frac{16 \times 10^{-10} \times V_1}{4V_1}$	
$\Rightarrow C_2 = 4 \times 10^{-10} \text{ mol.l}^{-1}$	
$Na_2CO_3 \rightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-}$	
$4 \times 10^{-1} \quad 8 \times 10^{-1} \quad 4 \times 10^{-1}$	
الجواب: ©	
عند تمديد محلول مائي لملاح KNO_3 تركيزه 2.4 mol.l^{-1} بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أمثال حجمه يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ mol.l^{-1} مساوياً:	
0.2 (h) 0.8 (g) 0.4 (f) 0.6 (e)	
الحل:	
بعد $n = n$ قبل	
$C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2} \Rightarrow C_2 = \frac{24 \times 10^{-1} \times V_1}{4V_1}$	
$\Rightarrow C_2 = 0.6$	
الجواب: (a)	

فسر ما يلي:

- 1- ذوبان ملح نترات البوتاسيوم في الماء لا يعد حلمة؟
- ج: لأن الأيونات الناتجة عن تأين هذا الملح حيادية لا تتفاعل في الماء.
- 2- أملاح الصوديوم جيدة الذوبان بالماء؟ ج: لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أصغر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.
- 3- ملح كرومات الفضة قليل الذوبان في الماء؟
- ج: لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أكبر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء في أثناء عملية الذوبان.

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

$$[Ba^{+2}]' = [BaCl_2]$$

$$[Ba^{+2}]' = \frac{2 \times 10^{-4} \times 500}{1000}$$

$$[Ba^{+2}]' = 1 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[SO_4^{2-}]' = [K_2SO_4]$$

$$[SO_4^{2-}]' = \frac{4 \times 10^{-4} \times 500}{1000}$$

$$[SO_4^{2-}]' = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$Q = [Ba^{+2}]' \cdot [SO_4^{2-}]'$$

$$Q = 1 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-4}$$

$$Q = 2 \times 10^{-8}$$

$Q > Ksp$ المحلول فوق مشبع يترسب قسم من ملح كبريتات الباريوم.

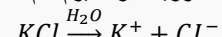
حلمة الأملاح:

تذكرة:

نتائج عن حمض قوي $[SO_4^{2-} \backslash Cl^- \backslash NO_3^-]$ لا يتحلله ويحدد قيمة PH	
نتائج عن أساس قوي $[Ca^{2+} \backslash K^+ \backslash Na^+]$	
نتائج عن حمض ضعيف $[CO_3^{2-} \backslash CH_3COO^- \backslash HCOO^- \backslash CN^-]$ يتحلله	
نتائج عن أساس ضعيف NH_4^+	

تطبيق:

اكتب معادلة إمالة كلوريد البوتاسيوم، ثم حدد طبيعة الوسط مفسراً الإجابة.



الوسط معتدل $PH = 7$ لأن أيونات الملح حيادية لا تتفاعل مع الماء.

اختر الإجابة الصحيحة:

1- الملح الذوابة الذي يتحلله في الماء من الأملاح الآتية هو:	$CaSO_4$	NH_4NO_3	$NaNO_3$	KCl
2- الملح الذوابة الذي يتحلله في الماء من بين الأملاح الآتية هو:	KCN	$HCOONH_4$	$NaNO_3$	NH_4Cl
3- الأيون الحيادي الذي لا يتحلله في الماء من الأيونات الآتية هو:	NH_4^+	CN^-	SO_4^{2-}	CH_3COO^-
4- الملح الذوابة الذي قيمة PH لمحلوله المائي من الأملاح الآتية المتساوية التراكيز هو:	Na_2SO_4	$HCOONH_4$	NH_4NO_3	KCN
5- الملح الذوابة الذي قيمة $PH < 7$ لمحلوله المائي من الأملاح الآتية المتساوية التراكيز هو:	Na_2SO_4	NH_4NO_3	KCN	KCl
6- المحلول المائي الذي له أكبر قيمة PH من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو:	H_3COONa	NH_4NO_3	CH_3COONH_4	$NaCl$
7- محلول مائي لملاح $CaCl_2$ له $PH = 7$ يمدد بالماء المقطر مائة مرة فإن قيمة PH' للمحلول الناتج تساوي:	$PH' = 7$	$PH' = 0.7$	$PH' = 9$	$PH' = 5$

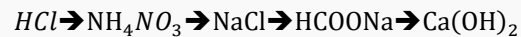
تطبيق:

لديك المحاليل المائية المتساوية في التراكيز الآتية:

$(NaCl \backslash HCl) \backslash HCOONa \backslash NH_4NO_3 \backslash Ca(OH)_2$ رتبها وفق تزايد

الـ PH :

الحل:



أولاً: حلمة ملح ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف:

تطبيق: محلول مائي لملاح نترات الأمونيوم، والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة إمالة هذا الملح.
- 2- اكتب معادلة حلمة الملح ثم حدد طبيعة الوسط الناتج.
- 3- اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح بدلالة التراكيز، وبدلالة ثابت تأين الماء (استنتج).

الحل:

$NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + NO_3^-$	-1
$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$	-2
الوسط حمضي بسبب ظهور أيونات الهيدرونيوم في معادلة الحلمة $PH < 7$	
$Kw = Kh.Kb$ / $Kh = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$	-3

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

مخطط حساب Kh

لا يوجد معي Kb أو Ka نحسب Kh من السطرين x هي إما $[H_3O^+]$ أو $[OH^-]$	معي Ka أو Kb نحسب Kh من Kw
---	-------------------------------

تطبيق:

محلول مائي لملاح كلوريد الأمونيوم تركيزه 0.18 mol.l^{-1} إذا علمت أن ثابت تأين محلول النشادر عند الدرجة 25°C يساوي 1.8×10^{-5} احسب:

- 1- قيمة ثابت الحملة لهذا الملح.
- 2- احسب قيمة $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$.
- 3- قيمة PH المحلول ثم حدد طبيعة الوسط.
- 4- النسبة المئوية المتحللة من هذا الملح.

الحل:

1- $Kw = Kh \cdot Kb$ $\Rightarrow Kh = \frac{Kw}{Kb} = \frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = \frac{1}{1.8} \times 10^{-9}$	
2- $NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$ $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ بدء 0.18 0 0 نحسب 0.18 - x + x + x $Kh = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$ $\frac{1}{18} \times 10^{-9} = \frac{x^2}{1.8 \times 10^{-2} - x}$ $x^2 = 10^{-10} \Rightarrow x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$ $[H_3O^+] = x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$ $[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$ $\Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$	
3- $PH = -\log[H_3O^+]$ $PH = -\log(10^{-5}) \Rightarrow PH = 5$ الوسط حمضي لأن $PH < 7$	
4- كل 0.18 يتحلله منه 10^{-5} كل 100 يتحلله منه y $y = \frac{100 \times 10^{-5}}{1.8 \times 10^{-2}} = \frac{1}{1.8} \times 10^{-1} \%$	

تطبيق:

محلول مائي لملاح كلوريد الأمونيوم تركيزه 0.2 mol.l^{-1} ، وله قيمة $PH = 5$ ، والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة حملة هذا الملح.
- 2- احسب قيمة ثابت الحملة.
- 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 المتحللة من ملح كلوريد الأمونيوم في هذه الحالة.

الحل:

1- إمارة $NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$	
2- $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ $[H_3O^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$ $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ بدء 0.2 0 0 نحسب 0.2 - x + x + x $Kh = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$ تعمل x المطروحة في المقام لصغرها. $Kh = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-10}$	
3- $Kw = Kh \cdot Kb$ $\Rightarrow Kb = \frac{Kw}{Kh} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = \frac{1}{5} \times 10^{-4}$ $\Rightarrow Kb = 2 \times 10^{-5}$	
4- $HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$ $10^{-2} \quad 10^{-2} \quad 10^{-2}$ $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$	

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

بدء 0.2 0 10^{-2}	
نحسب 0.2 - x' + x' $10^{-2} + x'$	
$Kh = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$	
$5 \times 10^{-10} = \frac{x'(10^{-2} + x')}{10^{-2}}$	
- تهمل x' المجموعة في البسط والمطروحة في المقام لصغرها.	
$x' = \frac{5 \times 10^{-10} \times 2 \times 10^{-1}}{10^{-2}}$	
$x' = 10^{-8} \text{ mol.l}^{-1}$	
كل 0.2 يتحلله منه 10^{-8}	
كل 100 يتحلله منه y	
$y = \frac{100 \times 10^{-8}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-6} \%$	

تطبيق:

محلول مائي لملاح خلاات البوتاسيوم تركيزه 0.2 mol.l^{-1} فإذا علمت أن: $PH = 9$ له عند الدرجة 25°C ، والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة حملة هذا الملح.
- 2- احسب قيمة $[H_3O^+]$.
- 3- احسب قيمة ثابت الحملة للمحلول الملحي.
- 4- احسب ثابت تأين حمض الخل.
- 5- احسب النسبة المئوية المتحللة.
- 6- ما طبيعة الوسط الناتج من الحملة؟ علل إجابتك.

الحل:

1- إمارة $CH_3COOK \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + K^+$	
2- $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$ $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$	
3- $[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$ $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-9}}$ $[OH^-] = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$ $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$ بدء 0.2 0 0 نحسب 0.2 - x + x + x $Kh = \frac{[CH_3COOH].[OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{x^2}{0.2 - x}$ تهمل x المطروحة في المقام لصغرها. $Kh = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-10}$	
4- $Kw = Kh \cdot Ka$ $\Rightarrow Ka = \frac{Kw}{Kh} = \frac{10 \times 10^{-15}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5}$	
5- كل 0.2 يتحلله منه 10^{-5} كل 100 يتحلله منه y $y = \frac{100 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-3} \%$	
6- الوسط أساسي لأن $PH > 7$.	

تطبيق:

محلول مائي لملاح خلاات الصوديوم تركيزه 0.2 mol.l^{-1} ، وقيمة ثابت تأين حمض الخل في شروط التجربة يساوي 2×10^{-5} ، والمطلوب:

- 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 المتحللة من ملح خلاات الصوديوم في هذه الحالة.

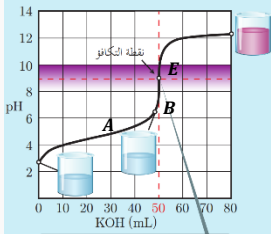
الحل:

1- إمارة $CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + Na^+$	
2- $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$ $k_w = K_h \cdot K_a$ $Kh = \frac{Kw}{Ka} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10}$ $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$ بدء 0.2 0 0 نحسب 0.2 - x + x + x	

- 4- E : معتدل لأن $PH = 7$
 A : الوسط أساسي لأن $PH > 7$
 B : الوسط حمضي لأن $PH < 7$
 5- $PH = 1$
 6- الوسط أساسي.
 7- $PH = 7$ لأن أيونات الملح الناتجة عن معايرة حمض قوي بأساس قوي حيادية لا تتفاعل مع الماء.
 8- أزرق بروم التيمول لأن مداه (6 → 7.6) يحوي قيمة PH نقطة نهاية المعايرة.
 9- $n(H_3O^+) = n(OH^-)$
 $C_1V_1 = C_2V_2$

الحالة الثانية: معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:

يمثل المنحني البياني المجاور تغير قيم لمحلول حمض الخل بدلالة حجم الأساس المضاف (هيدروكسيد البوتاسيوم).



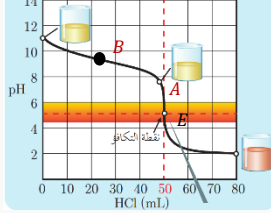
- 1- اكتب المعادلة الكيميائية والأيونية المعبرة.
 2- ماذا نسمي النقطة E ؟
 3- حدد طبيعة الوسط في $B \setminus A \setminus E$ مع التفسير.
 4- حدد طبيعة الوسط وقيمة PH عند الوصول إلى نقطة نهاية المعايرة مع التفسير.
 5- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة؟ مع التفسير؟
 6- اكتب القانون المعبر عن هذه المعايرة.

الحل:

- 1- $CH_3COOH + KOH \rightarrow CH_3COOK + H_2O$
 $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$
 2- نقطة نهاية المعايرة أو نقطة التكافؤ.
 3- E : الوسط أساسي لأن $PH > 7$
 A : الوسط حمضي لأن $PH < 7$
 B : الوسط معتدل لأن $PH = 7$
 4- $PH = 8.72$ الوسط أساسي لأن أيونات الخلايا الناتجة تسلك سلوك أساس ضعيف.
 5- الفينول فتالين لأن مداه $10 \rightarrow 8.2$ يحوي قيمة PH نقطة نهاية المعايرة.
 6- $n(CH_3COOH) = n(OH^-)$
 $C_1V_1 = C_2V_2$

الحالة الثالثة: معايرة أساس ضعيف لحمض قوي:

يمثل المنحني البياني المجاور تغير قيم PH عند معايرة هيدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء، والمطلوب:



- 1- اكتب المعادلة الكيميائية والأيونية المعبرة.
 2- ماذا نسمي النقطة E .
 3- حدد طبيعة الوسط في $B \setminus A \setminus E$ مع التفسير.
 4- حدد طبيعة الوسط وقيمة PH عند الوصول إلى نقطة نهاية المعايرة مع التفسير.
 5- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة مع التفسير؟
 6- اكتب القانون المعبر عن هذه المعايرة.

الحل:

- 1- $NH_4OH + HCl \rightarrow NH_4Cl + H_2O$
 $NH_4OH + H_3O^+ \rightarrow NH_4^+ + 2H_2O$
 2- نقطة نهاية المعايرة أو نقطة التكافؤ.
 3- E : الوسط حمضي لأن $PH < 7$
 A : الوسط معتدل لأن $PH = 7$
 B : الوسط أساسي لأن $PH > 7$
 4- $PH = 5.27$ الوسط حمضي لأن أيونات الأمونيوم الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك حمض ضعيف.
 5- أحمر الميتل لأن مداه $6.2 \rightarrow 4.2$ يحوي قيمة PH نقطة نهاية المعايرة.
 6- $n(H_3O^+) = n(NH_4OH)$
 $C_1V_1 = C_2V_2$

- $Kh = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.2-x}$
 - تهمل x المطروحة في المقام لصغرها.
 $x^2 = 5 \times 10^{-10} \times 0.2 = 10^{-10}$
 $x = 10^{-5} mol.l^{-1}$
 $[OH^-] = x \Rightarrow [OH^-] = 10^{-5} mol.l^{-1}$
 $PoH = -Log[OH^-] \Rightarrow POH = -Log(10^{-5})$
 $PoH = 5$
 - الوسط أساسي لأن $PH > 7$
 $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$
 $10^{-2} \quad 10^{-2} \quad 10^{-2}$
 $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$
 بدء 0.2 0 0
 $+ x \quad (10^{-2} + x')$
 $Kh = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} \Rightarrow$
 $5 \times 10^{-10} = \frac{x'(10^{-2} + x')}{0.2 - x'}$
 - تهمل x' المجموعة في البسط والمقام لصغرها.
 $x' = \frac{5 \times 10^{-10} \times 0.2}{10^{-2}} = 10^{-8} mol.l^{-1}$
 كل 0.2 يتحلله منه 10^{-8}
 كل 100 يتحلله منه y
 $y = \frac{100 \times 10^{-8}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-6} \%$

أي المنحنيات الآتية تشير إلى تغير ذوبانية ملح كربونات الباريوم $BaCO_3$ بدلالة الزمن عند إضافة محاليل مختلفة:



- a- أي المنحنيات تشير لإضافة HNO_3 ؟
 b- أي المنحنيات تشير لإضافة Na_2CO_3 ؟
 c- أي المنحنيات تشير لإضافة $NaNO_3$ ؟

المعايرة الحجمية

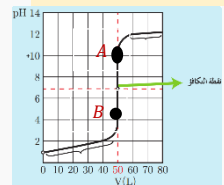
مشعرات المعايرة:

لون المشعر	مجال PH المشعر	لون المشعر	المشعر
أصفر	4.2 – 6.2	أحمر	أحمر الميتل
أزرق	6 – 7.6	أصفر	أزرق بروم
بنفسجي	8.2 – 10	عديم اللون	فينول فتالين

الحالة الأولى: معايرة حمض قوي بأساس قوي:

تمرين:

لديك المخطط المجاور يبين تغير قيمة PH لمعايرة حمض كلور الماء لهيدروكسيد الصوديوم، والمطلوب:



- 1- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.
 2- اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن التفاعل الحاصل.
 3- ماذا نسمي النقطة E .
 4- حدد طبيعة الوسط في $A \setminus B \setminus E$ ؟
 5- ما قيمة PH عند بداية المعايرة.
 6- ما طبيعة الوسط عند إضافة قطرات من هيدروكسيد الصوديوم بعد الوصول لنقطة نهاية المعايرة.
 7- ما قيمة PH عند نهاية المعايرة مع التفسير.
 8- ما أفضل مشعر يجب استخدامه مع التفسير.
 9- اكتب القانون المعبر عن المعايرة.

الحل:

- 1- $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$
 2- $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$
 3- نقطة نهاية المعايرة / نقطة التكافؤ.

$$M(HCOOH): 46g.mol^{-1} \quad -3$$

$$m = C.mol.l^{-1} \times V \times M$$

$$m = 15 \times 10^{-3} \times 400 \times 10^{-3} \times 46 = 0.276g \quad -4$$

الفينول فتالين.

يعاير 50mL من محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الأزوت تركيزه $0.1 mol.l^{-1}$ فيلزم منه 25mL لإتمام المعايرة، والمطلوب:

1- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

2- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الأمونيوم المستعمل.

الحل:

المعطيات:

$$V_2 = 5 mL \quad C_2 = ? \quad mol.l^{-1} \quad NH_4OH$$

$$V_1 = 25mL \quad C_1 = 10^{-1} mol.l^{-1} \quad HNO_3$$

$$HNO_3 + NH_4OH \rightarrow NH_4NO_3 + H_2O \quad -1$$

$$n(H_3O^+) = n(NH_4OH)$$

$$C_1.V_1 = C_2.V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1.V_1}{V_2} = \frac{10^{-1} \times 25}{5}$$

$$\Rightarrow C_2 = 5 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$$

محلول مائي لحمض كلور الماء تركيزه $10^{-2} mol.l^{-1}$ ، والمطلوب:

- 1- احسب قيمة PH المحلول.
- 2- لمعايرة 20mL من محلول الحمض السابق يلزم 5mL من هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز $0.02 mol.l^{-1}$ وحجم V_2 من هيدروكسيد البوتاسيوم ذي التركيز $0.05 mol.l^{-1}$
- a- اكتب المعادلة الأيونية المعبرة.
- b- احسب حجم هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام المعايرة.
- c- احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10mL من الحمض السابق لتصبح 3 PH.

الحل:

1- بما أن الحمض قوي وأحادي الوظيفة الحمضية

$$[H_3O^+] = Ca$$

$$[H_3O^+] = 10^{-2} mol.l^{-1}$$

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

2- المعطيات:

$$V_2 = ? \quad C_2 = 5 \times 10^{-2} \quad KOH$$

$$V_1 = 5mL \quad C_1 = 2 \times 10^{-2} \quad NaOH$$

$$V = 20mL \quad C = 10^{-2} \quad HCl$$

a- $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$

b- $n(H_3O^+) = n(OH^-)_1 + n(OH^-)_2$

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

$$10^{-2} \times 20 = 2 \times 10^{-2} \times 5 + 5 \times 10^{-2} \times V_2$$

$$10^{-2} \times 20 = 0.1 + 5 \times 10^{-2} \times V_2$$

$$0.2 = 0.1 + 5 \times 10^{-2} \times V_2$$

$$V_2 = \frac{10^{-1}}{5 \times 10^{-2}} \Rightarrow V_2 = 2mL$$

c- $PH' = 3 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-PH'}$

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

بعد $n = n$ قبل

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

$$V_2 = \frac{C_1.V_1}{C_2} \Rightarrow V_2 = \frac{10^{-2} \times 10}{10^{-3}} = 100mL$$

$$V = V_2 - V_1 \Rightarrow V = 100 - 10 \Rightarrow V = 90mL$$

تذاب عينة غير نقية كتلتها 2.8g من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء ويكمل الحجم على 200mL فإذا علمت أنه يلزم لتعديل 25mL منه 30mL من حمض كلور الماء تركيزه $0.1 mol.l^{-1}$ و 20mL من حمض الكبريت تركيزه $0.05 mol.l^{-1}$ ، والمطلوب:

- 1- احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم.
- 2- احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقي في العينة.
- 3- النسبة المئوية للشوائب في العينة.

الحل:

$$V_2 = 20mL \quad C_2 = 5 \times 10^{-2} mol.l^{-1} \quad H_2SO_4$$

$$V_1 = 30mL \quad C_1 = 10^{-1} mol.l^{-1} \quad HCl$$

$$V = 25mL \quad C = ? \quad KOH$$

$$n(OH^-) = n(H_3O^+)_1 + n(H_3O^+)_2 \quad -1$$

مخطط مسائل المعايرة:

1. معايرة حمض بأساس
$n(\text{حمض}) = n(\text{أساس})$ $C_1V_1 = C_2V_2$
2. معايرة حمض بأساسين:
$n(H_3O^+) = n(OH^-)_1 + n(OH^-)_2$ $C.V = C_1V_1 + C_2V_2$
3. معايرة أساس بحمضين:
$n(OH^-) = n(H_3O^+) + n(H_3O^+)$ $C.V = C_1V_1 + C_2V_2$
4. حساب كتلة الحمض أو الأساس:
$m = C.mol.l^{-1} \times V \times M$
5. حساب تركيز الملح:
$n(\text{ملح}) = n(\text{حمض أو أساس})$ $C.V = \frac{C_1V_1}{C_2V_2}$
6. حساب كتلة الملح:
$n(\text{ملح}) = n(\text{ملح أو أساس})$ $\frac{m}{M_{\text{ملح}}} = \frac{C_1V_1}{C_2V_2}$

تطبيق:

- يؤخذ 20mL من حمض الكبريت تركيزه $0.05 mol.l^{-1}$ ويضاف إلى 10mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى تمام التعديل، والمطلوب:
- 1- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة.
- 2- احسب تركيز هيدروكسيد الصوديوم المستعمل.
- 3- ما قيمة PH المحلول الناتج عن المعايرة.
- 4- اكتب اسم أفضل مشعر يجب استخدامه.
- 5- احسب التركيز المولي الحجمي لملح كبريتات الصوديوم الناتج.

الحل:

المعطيات:

$$V_2 = 10mL \quad C_2 = ? \quad NaCl$$

$$V_1 = 20mL \quad C_1 = 5 \times 10^{-2} mol.l^{-1} \quad H_2SO_4$$

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O \quad -1$$

$$n(H_3O^+) = n(OH^-) \quad -2$$

$$2C_1.V_1 = C_2.V_2$$

$$C_2 = \frac{2C_1.V_1}{V_2} = \frac{2 \times 5 \times 10^{-2} \times 20}{10} = 0.2 mol.l^{-1}$$

3- $PH = 7$ لأن أيونات الملح الناتجة عن معايرة حمض قوي بأساس قوي حيادية لا تتفاعل مع الماء.

4- أزرق البروم التيمول لأن مداه 7.6 $\rightarrow$ 6 تقع ضمنه قيمة PH عند نقطة نهاية المعايرة.

5- $n(Na_2SO_4) = n(H_3O^+)$

$$2C.V = 2C_1.V_1 \Rightarrow C = C_1 \cdot \frac{V_1}{V} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 20}{30}$$

$$C = \frac{1}{30} mol.l^{-1}$$

حل آخر:

$$n(Na_2SO_4) = n(OH^-)$$

$$2.C.V = C_2.V_2 \Rightarrow C = \frac{C_2.V_2}{2V} = \frac{2 \times 10^{-1} \times 10}{2 \times 30} = \frac{1}{30} mol.l^{-1}$$

عند معايرة 20mL من محلول حمض النمل، لزم 15mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.02 mol.l^{-1}$ ، والمطلوب:

- 1- اكتب المعادلة الأيونية للتفاعل.
- 2- احسب تركيز حمض النمل المعيار.
- 3- احسب كتلة حمض النمل اللازم لتحضير 400mL من محلوله السابق.
- 4- أتعرف أفضل المشعرات الواجب استخدامه.

الحل:

المعطيات:

$$V_2 = 15mL \quad C_2 = 2 \times 10^{-2} \quad KOH$$

$$V_1 = 20mL \quad C_1 = ? \quad HCOOH$$

$$HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O \quad -1$$

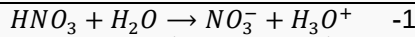
$$n(HCOOH) = n(OH^-) \quad -2$$

$$C_1.V_1 = C_2.V_2 \Rightarrow C_1 = \frac{C_2.V_2}{V_1} = \frac{2 \times 10^{-2} \times 15}{20}$$

$$C_1 = 15 \times 10^{-3} mol.l^{-1}$$

-C ما طبيعة الوسط عند الوصول لنقطة نهاية المعايرة علل إجابتك.

الحل:



-1 بما أن الحمض قوي وأحادي الوظيفة الحمضية.

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

$$PH = -\text{Log}[H_3O^+] \Rightarrow PH = -\text{Log}(10^{-1}) = 1$$

-3

$$C_2 = 2 \times 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1} \text{ و } V_1 = 50 \text{ ml}$$

$$V_2 = ? \text{ و } C_1 = 1 \times 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$n(H_3O^+) = n(OH^-)$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{C_1 \cdot V_1}{C_2} = 25 \text{ mL}$$

$$m = C \text{ mol.l}^{-1} \times V \times M$$

$$m = 2 \times 10^{-1} \times 200 \times 10^{-3} \times 40 = 16 \times 10^{-1}$$

$$m = 1.6 \text{ g}$$

-C الوسط معتدل، 7، PH لأن أيونات الملح الناتجة عن معايرة

حمض قوي لأساس قوي حيادية لا تتفاعل مع الماء.

انتهت..

$$C \cdot V = C_1 \cdot V_1 + 2C_2 \cdot V_2$$

$$C \cdot 25 = 10^{-1} \times 30 + 2 \times 5 \times 10^{-2} \times 20$$

$$25C = 3 + 2 \Rightarrow 25C = 5 \Rightarrow C = \frac{5}{25} = \frac{1}{5}$$

$$C = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$M_{KOH} = 56 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$m = C \text{ mol.l}^{-1} \times V \times M$$

$$m = 2 \times 10^{-1} \times 200 \times 10^{-3} \times 56$$

$$m = 224 \times 10^{-2} = 2.24 \text{ g}$$

$$m' = 2.8 - 2.24 = 0.56 \text{ g}$$

كل 2.8g تحوي شوائب

كل 100g تحوي شوائب y

$$y = \frac{56 \times 10^{-2} \times 100}{28 \times 10^{-1}} = 20\%$$

أذيت عينة مقدارها 4.24g من كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء وأكمل الحجم إلى 100mL إذا علمت أنه يلزم لمعايرة المحلول السابق 50mL من محلول حمض كلور الماء تركيزه 0.4 mol.l^{-1} ، والمطلوب:

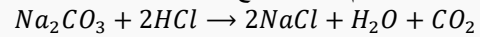
-1 اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة.

-2 احسب تركيز كربونات الصوديوم في المحلول السابق.

-3 احسب النسبة المئوية لكل من الملح.

الحل:

-1 كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع الماء لأن أيوناته حيادية.



$$n(Na_2CO_3) = n(H_3O^+)$$

$$2C \cdot V = C_1 \cdot V_1$$

$$C = \frac{C_1 \cdot V_1}{2V} = \frac{4 \times 10^{-1} \times 50}{2 \times 100} = 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$m = C \text{ mol.l}^{-1} \times V \times M$$

$$m = 10^{-1} \times 10^{-3} \times 100 \times 106$$

$$m = 1.06 \text{ g}$$

كل 4.24g يحوي من كربونات الصوديوم

كل 100g يحوي من كربونات الصوديوم y

$$y = \frac{106 \times 10^{-2} \times 100}{424 \times 10^{-2}} = 25\%$$

$$100 - 25 = 75\% = \text{نسبة كلوريد الصوديوم}$$

محلول مائي لحمض الخل تركيزه 0.05 mol.l^{-1} وله $PH = 3$.

-1 اكتب معادلة تأين الحمض.

-2 احسب $[H_3O^+]$ المحل.

-3 احسب ثابت تأين هذا الحمض.

-4 لمعايرة محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز 0.1 mol.l^{-1} يلزم

40mL من محلول الحمض السابق.

-a احسب حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازم لإتمام المعايرة.

-b كتلة هيدروكسيد الصوديوم اللازم لتحضير 0.8L من المحلول السابق.

الحل:



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

-3 بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض.

$$[H_3O^+] = \sqrt{k_a \cdot C_a}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} = \frac{10^{-6}}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow K_a = 2 \times 10^{-5}$$

-4

$$n(CH_3COOH) = n(OH^-) \quad -a$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{C_1 \cdot V_1}{C_2} \Rightarrow V_2 = \frac{5 \times 10^{-2} \times 40}{10^{-1}}$$

$$V_2 = 20 \text{ mL}$$

$$M(NaOH) = 40 \text{ g.mol}^{-1} \quad -b$$

$$m = C \text{ mol.l}^{-1} \cdot V \cdot M$$

$$m = 10^{-1} \times 8 \times 10^{-1} \times 40 = 3.2 \text{ g}$$

محلول مائي لحمض الازوت تركيزه 0.1 mol.l^{-1} ، والمطلوب:

-1 اكتب معادلة تأين الحمض.

-2 احسب قيمة PH محلول الحمض السابق.

-3 يعاير 50mL من محلول الحمض السابق بمحلول هيدروكسيد الصوديوم

ذي التركيز 0.2 mol.l^{-1} ، والمطلوب:

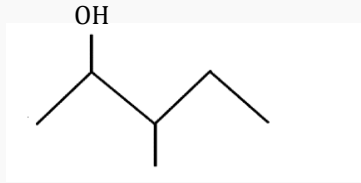
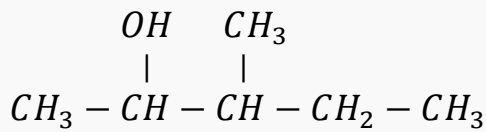
-a احسب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم لإتمام المعايرة.

-b احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم في 200mL من محلوله المستعمل.

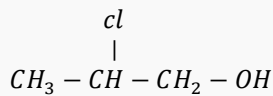
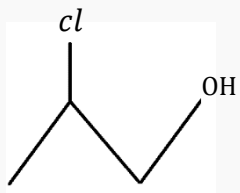
مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

سؤال:

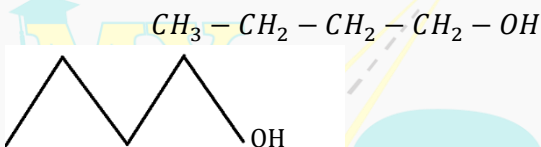
اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركبات الآتية:
1. 3- ميتيل بنتان - 2- ول:



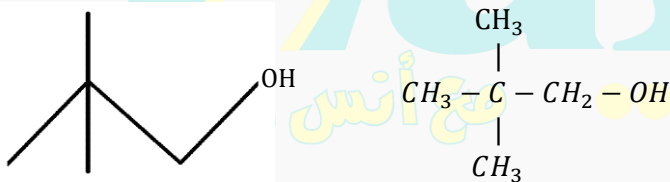
2. 2- كلورو البروبان - 1- ول:



3. البوتان - 1- ول (البوتانول):



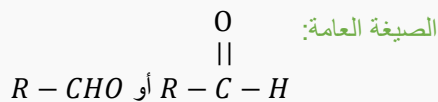
4. 2. 2- ثنائي ميتيل البروبان - 1- ول



الألدهيدات والكيونات

$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{C} - \end{array}$ - زمرة الكربونيل مشترك فيها الألدهيدات والكيونات.

أولاً: الألدهيدات:



الزمرة الوظيفية: $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{C} - \text{H} \end{array}$ أو CHO - وتأتي في طرف السلسلة دوماً.
اسم اللاحقة: آل.
تسمية الألدهيدات.

الكيمياء العضوية

الأغوال

الصيغة العامة: $\text{R} - \text{OH}$

الرمز الوظيفية: OH - ممكن أن تأتي في طرف السلسلة وممكن لا.
اسم اللاحقة: ول.
تصنيف الأغوال:

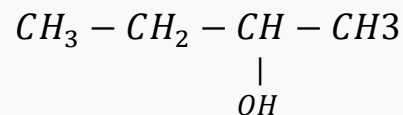
غول أولي	غول ثانوي	غول ثالثي
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R}' \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R}' \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{R}'' \end{array}$

تسمية الأغوال بحسب الـ IUPAC:

تطبيق:

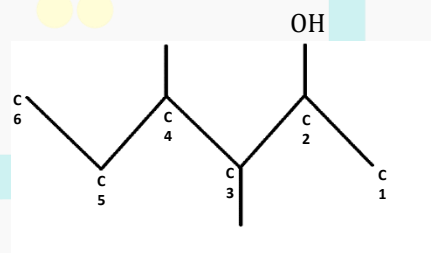
سم المركبات الآتية بحسب الـ IUPAC:

1.



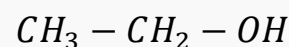
البوتان - 2- ول

2.



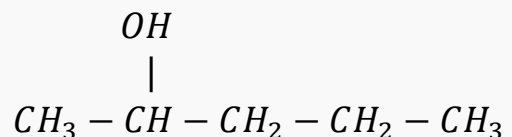
4. 4- ثنائي ميتيل الهكسان - 2- ول

3. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



الإيثانول

4. $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



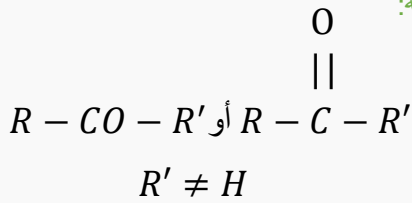
البنتان - 2- ول

5. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$

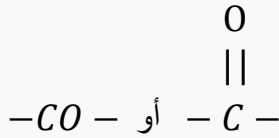
البروبان - 1- ول

الكيتونات

الصيغة العامة:



الزمرة الوظيفية:

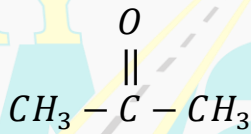
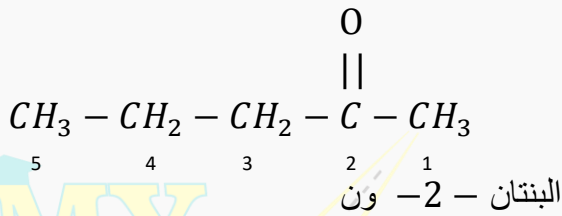


لا تأتي في طرف السلسلة
اسم اللاحقة: ون.

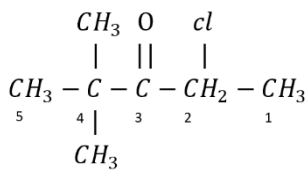
تسمية الكيتونات:

تطبيق:

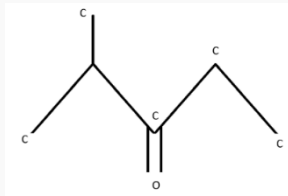
سمّ المركبات الآتية بحسب الـ IUPAC:



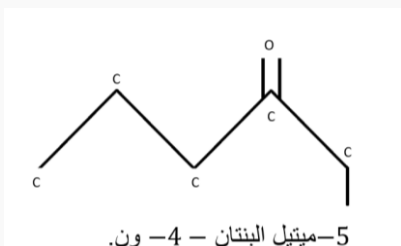
البروبان - 2 - ون (البروبانون) الاسم الشائع (الاسيتون).



2- كلورو، 4.4- ثنائي ميثيل البنتان - 3 - ون.

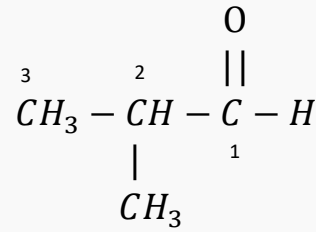


2- ميثيل البنتان - 3 - ون.

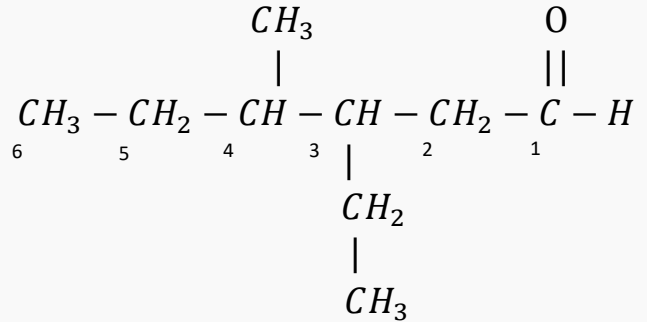


تطبيق:

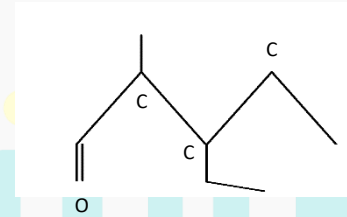
سمّ المركبات الآتية بحسب الـ IUPAC:



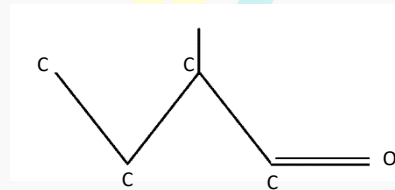
2- ميثيل البروبانال.



3- إيثيل، 4- ميثيل الهكسانال.



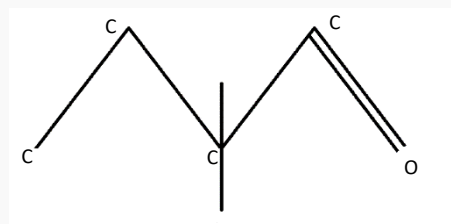
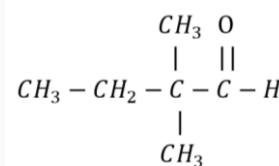
2- ميثيل 3- إيثيل البنتانال



2- ميثيل البوتانال

تطبيق:

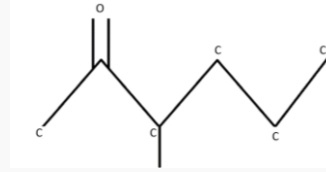
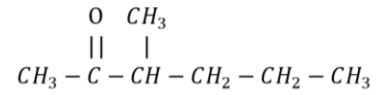
اكتب الصيغة نصف المنشورة، والصيغة الهيكلية للمركبات الآتية: 2. 2- ثنائي ميثيل البوتانال.



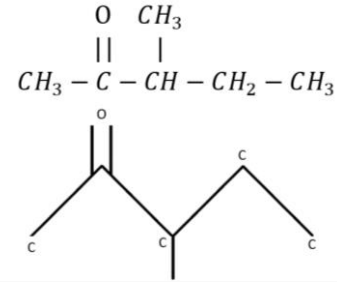
تطبيق:

اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركبات التالية:

1. 3-ميثيل هكسان-2-ون.

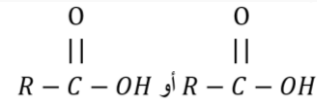


3.2-ميثيل بنتان-2-ون.

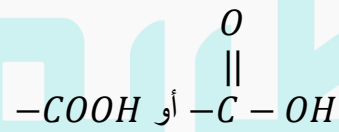


الحموض الكربوكسيلية

الصيغة العامة:



الصيغة الوظيفية:



وتأتي في طرف السلسلة دوماً.

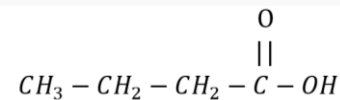
اسم اللاحقة: ونيك.

تسمية الحموض الكربوكسيلية:

تطبيق:

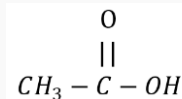
سمِّ المركبات الآتية بحسب الـ IUPAC:

1.



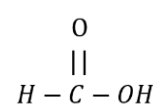
حمض البوتانويك.

2.



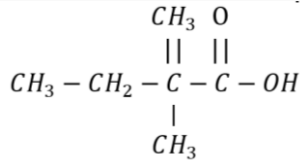
حمض الإيتانويك (حمض الخل) شائع.

3.



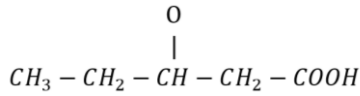
حمض الميتانويك (حمض النمل) شائع.

4.



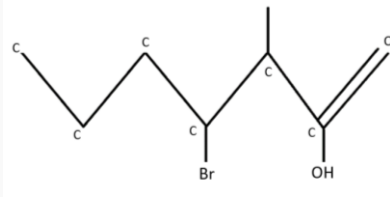
حمض 2.2-ثنائي ميثيل البوتانويك.

5.

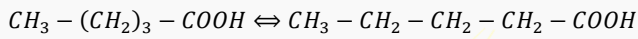
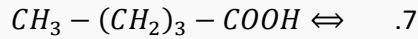


حمض 3-هيدروكسي البنتانويك.

6.



حمض 2-ميثيل، 3-برومو الهكسانويك.

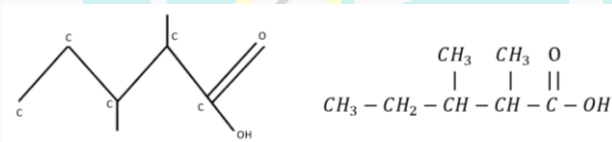


حمض البنتانويك

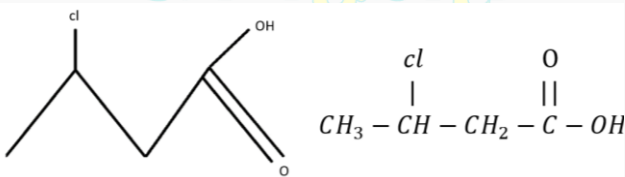
تطبيق

اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركبات التالية:

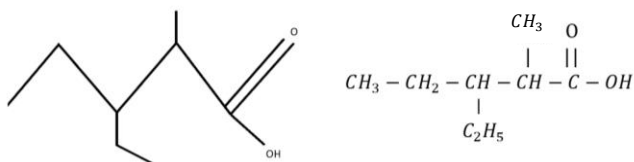
1. حمض 2.3-ثنائي ميثيل البنتانويك.



2. حمض 3-كلورو البنتانويك.



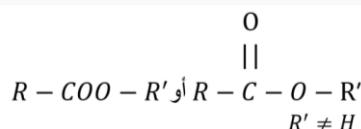
3. حمض 3-إيثيل - 2-ميثيل البنتانويك



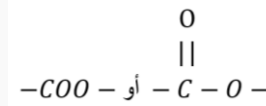
مشتقات الحموض الكربوكسيلية

أولاً: الاسترات:

الصيغة العامة:



الزمرة الوظيفية:



لا تأتي في طرف السلسلة.

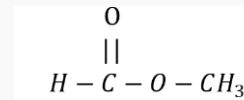
اسم اللاحقة: وات.

تسمية الأسترات:

تطبيق:

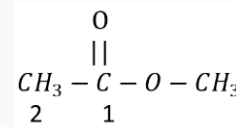
سمّ المركبات الآتية بحسب الـ IUPAC:

1.



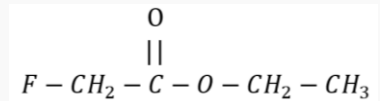
ميثانوات الميثيل.

2.



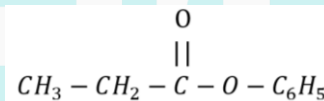
إيثانوات الميثيل

3.



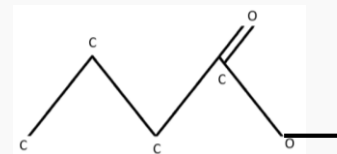
2- فلورو إيثانوات الايثيل.

4.



بروبانوات الفينيل.

5.

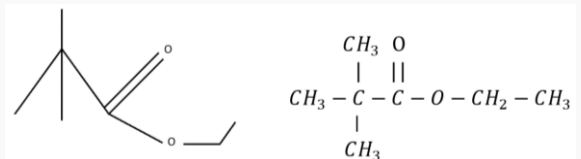


بوتانوات الميثيل.

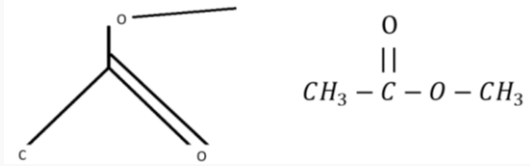
تطبيق:

اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركبات التالية:

1. 2. 2- ثنائي ميثيل بروبانوات الايثيل.

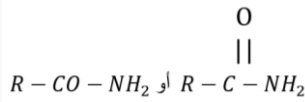


2. خلات الميثيل (إيثانوات الميثيل).

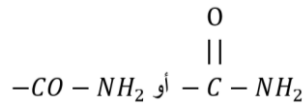


ثانياً: الأميدات:

الصيغة العامة:



الزمرة الوظيفية:



اسم اللاحقة: أميد.

تصنيف الأميدات:

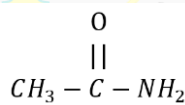
أميد ثلاثي	أميد ثانوي	أميد أولي
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{N}-\text{R}' \\ \\ \text{R}'' \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{N}-\text{R}' \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$

تسمية الأميدات:

تطبيق:

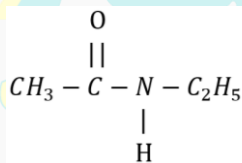
سمّ المركبات الآتية بحسب الـ IUPAC

1.



إيثان أميد (أسيت أميد).

2.

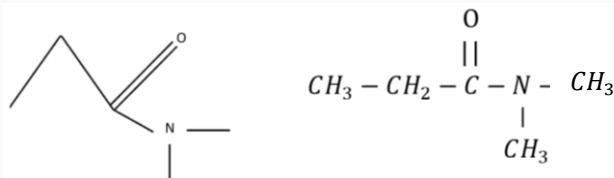


N- إيثان أميد.

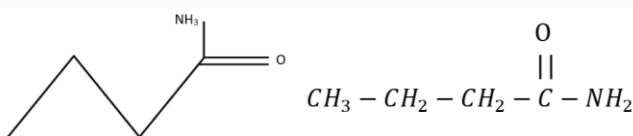
تطبيق:

اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركبات التالية:

1. N, N- ثنائي ميثيل بروبان أميد.



2. البوتان أميد



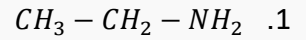
الأمينات:

الصيغة العامة: $R - NH_2$
 الزمرة الوظيفية: $-NH_2$
 اسم اللاحقة: أمين.
 تصنيف الأمينات

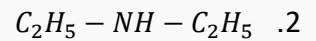
النشادر	أمين أولي	أمين ثانوي	أمين ثالثي
$\begin{array}{c} H \\ \\ H - N - H \end{array}$	$\begin{array}{c} H \\ \\ R - N - H \end{array}$	$\begin{array}{c} R' \\ \\ R - N - H \end{array}$	$\begin{array}{c} R' \\ \\ R - N - R'' \end{array}$

تسمية الأمينات:

تطبيق:

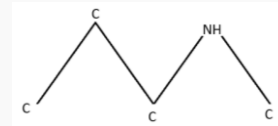


(إيثان - 1 - أمين).



(N - إيثيل إيثان - 1 - أمين)

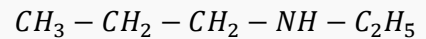
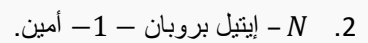
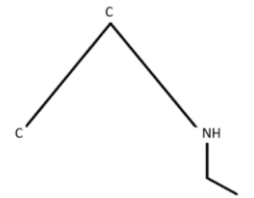
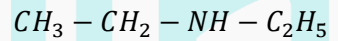
3.



N - ميثيل بروبان أمين (N ميثيل بروبان - 1 - أمين).

تطبيق:

اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركبات التالية:



- تتفاعل الأغوال مع الحموض الكربوكسيلية لتعطي أستر وماء بوجود حفاز.
- البلمهة عند الأغوال إما داخلية لإعطاء الكن أو بين جزيئية لإعطاء إيثير.
- تتأكسد الأغوال الأولية أكسدة تامة معطية حموض كربوكسيلية.
- تتأكسد الأغوال الثانوية أكسدة تامة معطية كيتونات.
- تتأكسد الألدهيدات بسهولة إلى حموض كربوكسيلية.
- ترجع الألدهيدات إلى أغوال أولية.
- ترجع الكيتونات إلى أغوال ثانوية.
- تتحلل الأسترات بتفاعلها مع الماء معطية الحمض الكربوكسيلي والغول.
- تتفاعل الأسترات مع القلويات معطية غول وملح الحمض الكربوكسيلي.
- ترجع الأميدات إلى أمينات بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم.
- ينتج عن حلمهة الأميد في وسط حمض الحمض الكربوكسيلي والنشادر.

الأغوال:

1. مزوجية (انحلال) الايتانول في الماء بالنسب كافة.
- ج: بسبب تشكل الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الايتانول وجزيئات الماء.
2. تتناقص مزوجية الأغوال في الماء بازدياد كتلتها الجزيئية.
- ج: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي OH على حساب تأثير الجزء غير القطبي R.
3. درجة غليان الأغوال مرتفعة نسبياً مقارنة مع الألكانات الموافقة لها بعدد ذرات الكربون أو:
- درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألكانات.
- ج: بسبب قدرة الأغوال على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، بينما لا تتشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الألكانات.
4. تتفاعل الأغوال مع المعادن النشيطة.
- ج: لأن المعادن النشيطة تستطيع إزاحة الهيدروجين في الرابطة O - H.
5. الهكسان - أول أقل مزوجية في الماء من الأيتانول.
- ج: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي OH على حساب تأثير الجزء غير القطبي R.

الألدهيدات و الكيتونات:

1. كيف تتغير درجة غليان الألدهيدات ودرجة غليان الكيتونات بحسب كتلتها المولية.
- ج: تزداد درجة غليان الألدهيدات و الكيتونات بازدياد كتلتها المولية.
2. قارن بين درجة غليان الألدهيدات و الأغوال الموافقة لها مع التفسير؟
- ج: درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألدهيدات و الكيتونات الموافقة لها، لأن قطبية الرابط OH في الأغوال أقوى من قطبية الرابطة $C=O$ في الألدهيدات و الكيتونات إضافة إلى أن جزيئات الأغوال تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها بينما لا تشكل الألدهيدات و الكيتونات روابط هيدروجينية.
3. قارن بين درجة غليان الألدهيدات و الألكانات الموافقة مع التفسير.
- ج: درجة غليان الألدهيدات و الكيتونات أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة، لأن قطبية روابط الألدهيدات و الكيتونات أعلى من قطبية روابط الألكانات.
4. قارن بين درجة غليان الكيتونات و الايترات الموافقة مع التفسير.
- ج: درجة غليان الكيتونات أعلى من الايترات الموافقة لأن قطبية الرابطة $C=O$ في الألدهيدات و الكيتونات أقوى من قطبية الرابطة C - O - C في الايترات.
5. تقل مزوجية الكيتونات في الماء بزيادة كتلتها الجزيئية.
- ج: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي على حساب تأثير الجزء غير القطبي.
6. تتأكسد الألدهيدات بسهولة بينما تقاوم الكيتونات الأكسدة في الشروط ذاتها.

تطبيق:

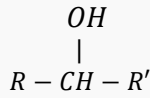
غول ثانوي يحتوي على 26.66% أوكسجين.

- احسب الكتلة الجزيئية للأغوال.

- أوجد الصيغة المجملية ونصف المنشورة وسمّه.

حيث: $C: 12 \quad O: 16 \quad H: 1$

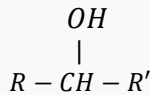
الحل:



$M(g)$ غول يحتوي على $16(g)$ أوكسجين.

$100(g)$ غول يحتوي على $26.66(g)$ أوكسجين.

$$M = \frac{16 \times 100}{26.66} = 60(g.mol^{-1})$$



$$M = R + R' + 12 + 2 + 16$$

$$60 = R + R' + 30$$

$$\Rightarrow R + R' = 30 \blacklozenge$$

$$R: C_n H_{2n} + 1 \rightarrow R = 14n + 1$$

$$R': C_{n'} H_{2n'} + 1 \rightarrow R' = 14n' + 1$$

نعوض في $\blacklozenge$:

$$14n + 1 + 14n' + 1 = 30$$

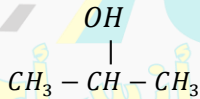
$$14n + 14n' = 28$$

$$n + n' = 2$$

$$R: CH_3 \leftarrow n = 1$$

$$R': CH_3 \leftarrow n' = 1$$

صيغة الغول:



بروبان-2-ول

الصيغة المجملية: C_3H_8O

مسألة:

مركب غولي كتلته المولية $74(g.mol^{-1})$ يمكن الحصول

عليه من ضم الماء إلى ألكن نظامي، ماهي الصيغة نصف

المنشورة وما اسم الألكن المستعمل؟

الحل: $R - OH$

$$M = R + 16 + 1$$

$$74 = R + 17 \rightarrow R = 57(g.mol^{-1})$$

$$R: C_n H_{2n} + 1 \Rightarrow R = 14n + 1 = 57$$

$$14n = 56$$

$$C: C_4 H_9 \leftarrow n = 4$$

صيغة الغول: $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$

(بوتانول)

الألكن المستعمل: بوتن.

مسألة:

ينتج من تفاعل البلمهة ما بين الجزيئية لحمض كربوكسيلي

$R - COOH$ مركب عضوي كتلته المولية $102(g.mol^{-1})$.

1. اكتب معادلة البلمهة ما بين الجزيئية.

2. احسب الكتلة المولية للحمض الكربوكسيلي.

3. استنتج صيغة الحمض والمركب العضوي وسمّه.

ج: بسبب وجود ذرة الهيدروجين مرتبطة بذرة الكربون الزمرة

الكربونيلية في الألدهيدات وعدم وجودها في الكيتونات.

الحموض الكربوكسيلية:

1. فسر الحموض الكربوكسيلية التي تحوي 4 - 1 تتمازج في الماء بالنسب كافة.

ج: بسبب تشكل الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الحموض

الكربوكسيلية وجزيئات الماء.

2. فسر نقصان مزوجية الحموض الكربوكسيلية في الماء بازدياد

كتلتها الجزيئية.

ج: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي $COOH$ وزيادة تأثير الجزء غير القطبي R .

3. درجة غليان الحموض الكربوكسيلية مرتفعة مقارنة مع المركبات العضوية الموافقة.

ج: بسبب تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية حيث أن زمرة

الكربوكسيل تتكون من زميرتين قطبيتين هما الهيدروكسيل و الكربونيل

بالإضافة إلى تشكيل رابطتين هيدروجينيتين بين كل جزيئين من

الحمض الكربوكسيلي.

4. فسر تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية مقارنة مع باقي المواد العضوية الموافقة.

ج: الزمرة الوظيفية المميزة للحموض الكربوكسيلية تحتوي على

زميرتين قطبيتين هما زمرة الهيدروكسيل وزمرة الكربونيل.

5. نقصان مزوجة الحموض الكربوكسيلية في الماء بارتفاع كتلتها الجزيئية.

6. درجة غليان الحموض الكربوكسيلية أعلى من درجة غليان

الألدهيدات الموافقة.

ج: بسبب الرابطتين الهيدروجينيتين بين كل جزيئين من الحمض

الكربوكسيلية بينما الألدهيدات لا تشكل روابط هيدروجينية.

الاسترات:

1. فسر تزداد درجة غليان الاسترات بازدياد كتلتها الجزيئية إلى أنها أقل من درجات غليان الحموض الكربوكسيلية الموافقة.

ج: بسبب تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الحموض

الكربوكسيلية وعدم تشكلها بين جزيئات الاسترات.

2. فسر سبب عدم قدرة الاسترات على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

ج: لعدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية.

الأميدات:

1. فسر الأميدات مواد صلبة أو سائلة ذات درجة غليان وانصهار مرتفعة نسبياً.

ج: بسبب تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الأميدات الأولية و الثانوية.

2. فسر سبب عدم تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الأميدات الثالثة.

ج: بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية.

3. المركب $N - N$ ثنائي مثيل إيثان أميد غير قادر على تشكيل

روابط هيدروجينية بين جزيئاته.

ج: بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية.

الأمينات:

1. فسر درجة غليان الأمينات الأولية والثانوية أعلى من غليان الألكانات الموافقة.

ج: الأمينات الأولية والثانوية تتشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها بينما لا تشكل الألكانات روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

2. فسر مزوجية ميثان أمين شديدة في الماء.

ج: بسبب قطبية روابطه بالإضافة إلى تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئات الماء.

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

$$PoH = -\log[OH^-] = \log 1 = 0$$

$$PH = 14 - PoH = 14 - 0 = 14$$

حساب تركيز الملح عند تمام المعايرة ((CH₃COONa))

$$n_{(CH_3COOH)} = n_{(CH_3COONa)}$$

$$n = CV \times 1$$

$$\frac{1}{2} = C(V_1 + V_2) \times 1$$

$$\frac{1}{2} = C\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{1}{2} = \frac{3}{4}C \Rightarrow C = \frac{2}{3} \text{ mol.l}^{-1}$$

مسألة:

محلول لحمض الخل تركيزه 0.05 mol.l⁻¹ للحصول على 5(l) من محلول الحمض السابق يؤكسد الايتانول أكسدة تامة.

- اكتب معادلة الأكسدة.
- احسب كتلة الايتانول اللازمة لذلك.
- يتفاعل 1(l) من الحمض تالسابق مع هيدروكسيد الصوديوم. احسب كتلة الملح الناتج.

الحل:

نحسب عدد مولات حمض الخل في 5(l)

$$n_1 = C_1V_1 = 5 \times 10^{-2} \times 5 = 25 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

$$CH_3 - CH_2 - OH + 2(O) \rightarrow CH_3COOH + H_2O$$

46(g)	1(mol)
m(g)	25 × 10 ⁻² mol

$$m = 46 \times 25 \times 10^{-2} g$$

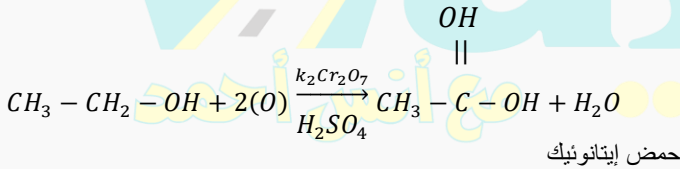
$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

1(mol)	82(g)
5 × 10 ⁻² (mol)	m(g)

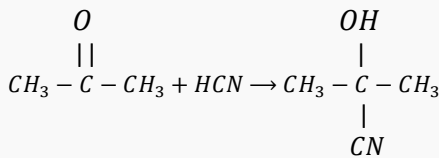
$$m = 5 \times 10^{-2} \times 82 = 410 \times 10^{-2} = 4.1(g)$$

معادلات

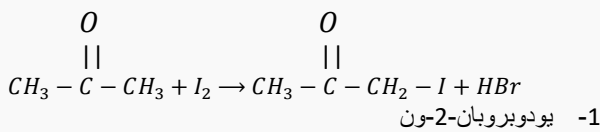
- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الأكسدة التامة للايتانول بمؤكسد قوي، ثم اكتب اسم المركب العضوي الناتج.



- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن نوع الهيدروجين من غول أولي في درجة حرارة مناسبة بوجود حفاز (وسيط). ثم اكتب اسم هذا الحفاز.



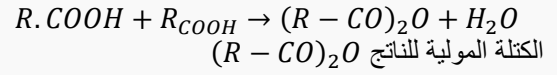
- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الإيتانويك مع الميتانول، بين اسم هذا النوع من التفاعلات وسمّ النواتج.



اسم التفاعل: أسترة.

الحل:

1.



$$M' = 2R + 2C + 2O + 0$$

$$102 + 2R + 24 + 32 + 16$$

$$102 = 2R + 72 \rightarrow R = 15(g.mol.l^{-1})$$

لكن: R: C_nH_{2n} + 1

$$R = 14n + 1 = 15$$

$$R = CH_3 \leftarrow n = 1$$

2. كتلة مولية للحمض R - COOH

$$M = R + 12 + 16 + 16 + 1 = 15 + 45 = 60g.mol^{-1}$$

3. صيغة الحمض CH₃ - COOH حمض الايتانويك

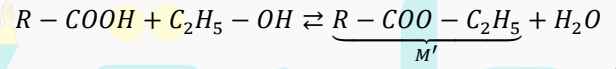
صيغة المركب الناتج: (CH₃ - CO)₂O بلا ماء حمض الايتانويك.

مسألة:

يتفاعل إيتانول مع حمض كربوكسيلي وحيد الوظيفة فيتشكل مركب عضوي كتلته المولية 88(g.mol⁻¹).

- معادلة التفاعل.
- استنتج صيغة الحمض المركب العضوي الناتج وسمها.

الحل:



لكن:

$$M' = R + 12 + 16 + 16 + 24 + 5$$

$$88 = R + 73$$

$$R = 14n + 1 = 15$$

$$R = CH_3 \leftarrow n = 1$$

$$R = 15(g.mol^{-1})$$

$$R: C_nH_{2n} + 1$$

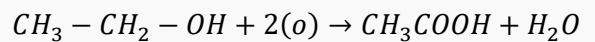
صيغة الحمض: CH₃ - COOH حمض الايتانويك
صيغة المركب: CH₃ - COO - C₂H₅ إيتانول الايتل

مسألة:

تأكسد 23(g) من الايتانول أكسدة تامة ويكمل الحجم بالماء (l) 1/4 ثم يعاير المحلول الناتج بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 1 mol.l⁻¹: المطلوب:

- اكتب المعادلات المعبرة.
- احسب حجم NaOH المستعمل حسب PH
- احسب تركيز الملح الناتج عن المعايرة.

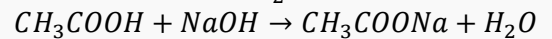
الحل:



$$46(g) \quad 1(mol)$$

$$23(g) \quad n(mol)$$

$$n = \frac{1}{2} (mol)$$



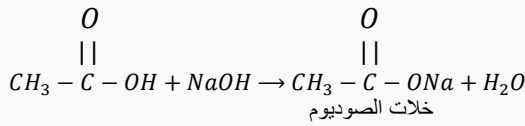
عند تمام المعايرة

$$n_{(CH_3COOH)} = n_{(OH^-)}$$

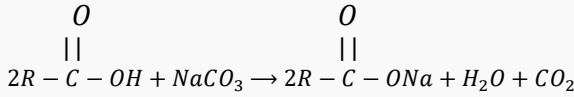
$$n_1 = C_2V_2 \Rightarrow \frac{1}{2} = 1 \times V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{1}{2} cl$$

NaOH أساس قوي

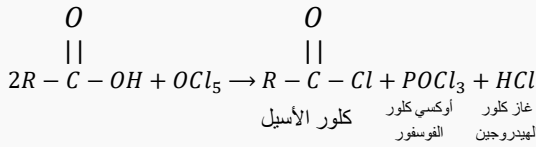
11. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل حمض الإيتانويك مع $NaOH$. ثم اكتب اسم المركب العضوي الناتج.



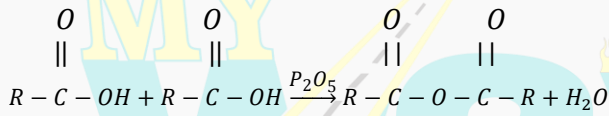
12. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع كربونات الصوديوم ووازنها.



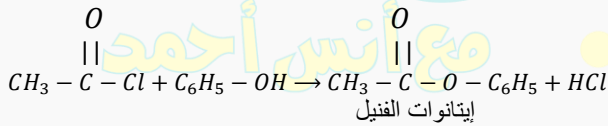
13. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع خماسي كلور الفوسفور وسم النواتج.



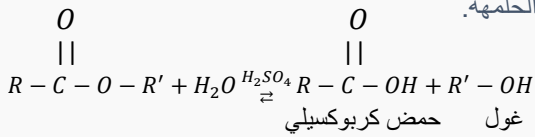
14. تتبله الحموض الكربوكسيلية بلمهة ما بين الجزيئية بوجود وسيط مناسب، اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن ذلك بالصيغ العامة، واذكر الوسيط المبله.



الحفاز المستعمل: خماسي أكسيد الفوسفور P_2O_5
15. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل كلوريد الأسيتيل مع الفينول. وسم المركب العضوي الناتج.



16. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة حلمهة الأسترات. ماهي نواتج الحلمهة.

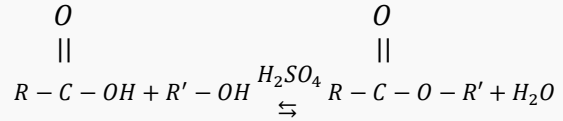


4. تتفاعل الحموض الكربوكسيلية وحيدة الوظيفة الحمضية مع

$R' - OH$ بوجود حمض الكبريت. المطلوب:

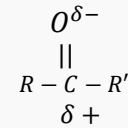
a- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

b- ماذا يسمى هذا التفاعل.



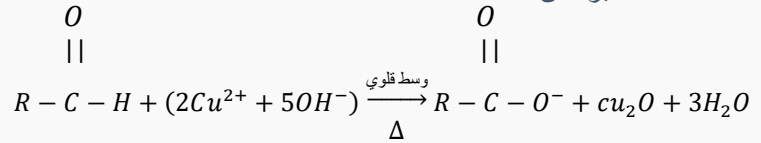
اسم التفاعل: أسترة.

5. اكتب الصيغة العامة للكتونات. موضعاً عليها استقطاب الزمرة الكربونيلية ثم بين لماذا لا تشكل الكيتونات روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

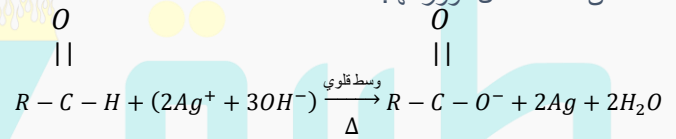


لا تشكل الكيتونات روابط هيدروجينية بين جزيئاتها لعدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية مثل: N, O

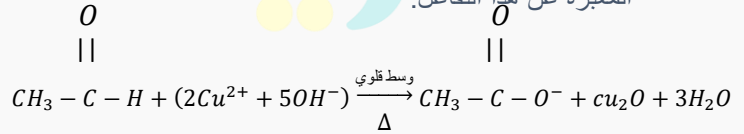
6. يتفاعل الألدريد $R - CHO$ مع محلول فهلنغ، اكتب المعادلة المعبرة عن هذا التفاعل.



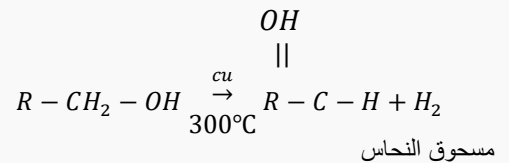
7. يتفاعل الإيتانال مع محلول فهلنغ. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن هذا التفاعل، ووازنها.



8. يتفاعل الألدريد $R - CHO$ مع محلول تولن، اكتب المعادلة المعبرة عن هذا التفاعل.



9. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن ضم سيان الهيدروجين إلى البروبانول (الأسيتون) وسم المركب الناتج.



2- هيدروكسي - 2- ميثيل بروبان نتريل

10. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل اليود I_2 مع البروبانول (الأسيتون) في وسط حمضي

