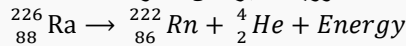


٤- التحول من النوع ألفا: يمكن أن يحدث في النوى التي يزيد عددها الذري عن 83

تتحول نواة الراديوم $^{226}_{88}\text{Ra}$ إلى نواة الزادون 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 إلكترون	$^{92}_{44}\text{Ru} + ^0_{-1}e \rightarrow ^{92}_{43}\text{TC} + E$
ملاحظات أتمتة	

خصائص جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة غاما

جسيمات بيتا (β)	جسيمات ألفا (α)	أشعة غاما (γ)
الطبيعية	تطابق نواة الهليوم ^4_2He	أمواج كهرومغناطيسية طاقتها عالية جداً
الشحنة	تحمل شحنتين موجبتين	لا تحمل شحنة كهربائية
الكتلة	كتلتها تساوي أربعة أضعاف كتلة الهيدروجين العادي	كتلتها تساوي كتلة الإلكترون
تأيين الغاز	تأين الغازات التي تمر من خلالها	أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات بيتا
النفوذية	نفوذيتها ضعيفة	نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات بيتا
السرعة	0.05C	تساوي سرعة الضوء C
التأثير بالحقل الكهربائي	تنحرف نحو اللبوس السالب لمكتفة مشحونة	لا تتأثر
التأثير بالحقل المغناطيسي	تنحرف بتأثير مدى قوة لورنز القوة المغناطيسية	لا تتأثر

سلاسل النشاط الإشعاعي:

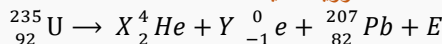
يتحول اليورانيوم المشع $^{235}_{92}\text{U}$ إلى الرصاص المستقر $^{207}_{82}\text{Pb}$ ، والمطلوب: المعادلة النووية المعبرة عن تحول نظير الثوريوم $^{232}_{90}\text{Th}$ المشع، إلى نظير الرصاص غير المشع $^{208}_{82}\text{Pb}$ وفق سلسلة نشاط إشعاعي هي:

(a)	$^{232}_{90}\text{Th} \rightarrow 6\ ^4_2\text{He} + 3\ ^0_{-1}e + ^{208}_{82}\text{Pb} + \text{Energy}$
(b)	$^{232}_{90}\text{Th} \rightarrow 8\ ^4_2\text{He} + 6\ ^0_{-1}e + ^{208}_{82}\text{Pb} + \text{Energy}$
(c)	$^{232}_{90}\text{Th} \rightarrow 6\ ^4_2\text{He} + 4\ ^0_{-1}e + ^{208}_{82}\text{Pb} + \text{Energy}$
(d)	$^{232}_{90}\text{Th} \rightarrow 3\ ^4_2\text{He} + 4\ ^0_{-1}e + ^{208}_{82}\text{Pb} + \text{Energy}$

١- احسب عدد التحولات من النمط ألفا، وعدد التحولات من النمط بيتا التي

يقوم بها اليورانيوم حتى يستقر.

٢- اكتب المعادلة النووية الكلية.



١.	$235 = 4X + Y(0) + 207$ $235 = 4X + 207$ $4X = 28$ $X = 7$	$92 = 2X + Y(-1) + 82$ $92 = 14 - Y + 82$ $92 = -Y + 96$ $Y = 4$
٢.	$^{235}_{92}\text{U} \rightarrow 7\ ^4_2\text{He} + 4\ ^0_{-1}e + ^{207}_{82}\text{Pb} + E$	

الكيمياء النووية

الذرة: ١- نواة تحتوي بروتونات موجبة ونيوترونات معتدلة

٢- والإلكترونات شحنتها سالبة تدور حول النواة.

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 $\Rightarrow \left(\frac{N}{Z}\right)_P = 1$

$N \neq P$	
$P > n$	$N > P$
طاقة $^1_0n \rightarrow ^1_1H + ^0_{-1}e + \text{Energy}$	طاقة $^1_0n \rightarrow ^1_1H + ^0_{-1}e + \text{Energy}$
يتحول البروتون إلى نيوترون بإطلاق بوزيترون ويكون للأنوية التي تقع تحت حزام الاستقرار	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_1H أو 1_1P
جسيم بيتا	$^0_{-1}e$ أو $^0_{-1}\beta$
جسيم ألفا	^4_2He أو $^4_2\alpha$
بوزيترون	0_1e أو 0_1B

النشاط الإشعاعي:

عملية تلجأ إليها النواة الغير المستقرة للوصول إلى حالة الاستقرار:

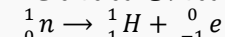
النشاط الإشعاعي:

■ نشاط إشعاعي طبيعي

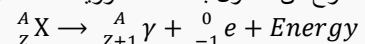
■ نشاط إشعاعي صناعي

أولاً: النشاط الإشعاعي الطبيعي (التحولات النووية الطبيعية)

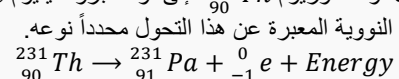
١- تحول من النوع بيتا: يحدث في النوى التي تقع فوق حزام الاستقرار نتيجة تحول نيوترون إلى بروتون وفق المعادلة الآتية:



يعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:



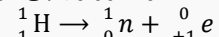
تطبيق: تتحول نواة الثوريوم $^{231}_{90}\text{Th}$ إلى نواة البروتكتينيوم $^{231}_{91}\text{Pa}$ تلقائياً، اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التحول محدداً نوعه.



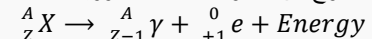
- التحول من نوع بيتا.

٢- تحول من النوع بوزيترون: يحدث في النوى التي تقع تحت حزام

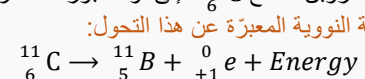
الاستقرار نتيجة تحول بروتون إلى نيوترون وفق المعادلة الآتية:



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:

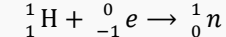


٣- الأسر الإلكتروني: يحدث في النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار ولا

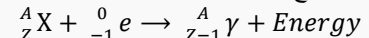
تملك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون، حيث تلتقط النواة إلكترونات من

السحابة الإلكترونية المحيطة بها ليرتبط بروتون فيشكل نيوترون وفق

المعادلة الآتية:



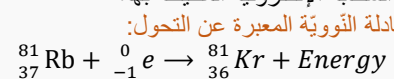
يعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:



تطبيق (٣):

تتحول نواة الروبيديوم $^{81}_{36}\text{Rb}$ إلى نواة الكريبتون $^{81}_{36}\text{Kr}$ عندما تأسر أحد

الإلكترونات السحابة الإلكترونية المحيطة بها، اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول:



اختر الإجابة الصحيحة:

١. 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: $Th \rightarrow X_2^4He + {}_{84}^{216}Po + E$ $228 = 4X + 216$ $12 = 4X \Rightarrow X = \frac{12}{4} \Rightarrow X = 3$			
٢. عند تحوّل نواة النروجين ${}_{7}^{14}N$ 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
الحل: بالتجريب (d)			
٣. تطلق نواة عنصر مشع AX جسيم ألفا ثم تطلق النواة الناتجة جسيم بيتا، فتنتج نواة:			
(a) ${}^{A-4}_{Z-3}Y$	(b) ${}^{A-4}_{Z-2}Y$	(c) ${}^{A-4}_{Z+3}Y$	(d) ${}^{A-4}_{Z-1}Y$
الحل: ${}^AX \rightarrow {}^4_2He + {}^{A-4}_{Z-2}e + {}^{A-4}_{Z-1}Y + E$			

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)

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

- تشع 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:

$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{\Delta E}{C^2} \Rightarrow \Delta m = \frac{38 \times 10^{27} \times 180}{9 \times 10^{16}} \\ \Delta m = 76 \times 10^{12} \text{ kg}$$

- تنقص كتلة نواة الأوكسجين ${}^{16}_8O$ 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) $t_{1/2} \times n / n = \frac{t}{t_{1/2}}$

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

الحل:

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

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

الحل:

$$t = t_{1/2} \times n \\ 16 \times 10^5 \xrightarrow{\frac{t_{1/2}}{2}} 8 \times 10^5 \xrightarrow{\frac{t_{1/2}}{4}} 4 \times 10^5 \xrightarrow{\frac{t_{1/2}}{8}} 2 \times 10^5 \\ \Rightarrow n = 3 \Rightarrow t_{1/2} = \frac{150}{3} = 50 S$$

مكتبة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

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

$$\text{الحل: } n = \frac{t}{t_{1/2}} \Rightarrow n = \frac{72}{24} \Rightarrow n = 3 \\ 1 \xrightarrow{\frac{t_{1/2}}{2}} \frac{1}{2} \xrightarrow{\frac{t_{1/2}}{4}} \frac{1}{4} \xrightarrow{\frac{t_{1/2}}{8}} \frac{1}{8}$$

ثانياً: النشاط الإشعاعي الصناعي:
التفاعلات النووية:

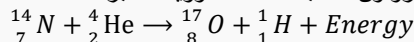
١- تفاعلات الانقراض: تحدث عندما تلتقط النواة القذيفة التي قذفت بها دون أن تنقسم.

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

$${}^{197}_{79}Au + {}^1_0n \rightarrow {}^{198}_{79}Au + \text{Energy}$$

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

- عند قذف نواة النروجين ${}^{14}_7N$ بجسيم ألفا تتحول إلى نواة الاوكسجين مطلق بروتون، اكتب المعادلة النووية المعبرة:



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

- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:

$${}^{236}_{92}U \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3 {}^1_0n + \text{Energy}$$

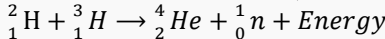
- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:

$${}^{236}_{92}U \rightarrow {}^{137}_{52}Te + {}^{97}_{40}Zr + 2 {}^1_0n + \text{Energy}$$

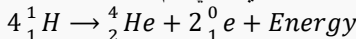
٤- تفاعلات الاندماج النووية:

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

- تندمج نواتا نظيري الهيدروجين والتريتيوم 2_1H و 3_1H 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 التناثر	${}^{63}_{29}Cu + {}^1_0n \rightarrow {}^{64}_{29}Cu + \text{Energy}$
تطافر	${}^{10}_5B + {}^1_0n \rightarrow {}^7_3Li + {}^4_2He + \text{Energy}$
انشطار نووي	${}^{236}_{92}U \rightarrow {}^{132}_{51}Sb + {}^{101}_{41}Nb + 3 {}^1_0n + \text{Energy}$
ملاحظات أتمتة	

❖ اعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

١. يعد النيوترون أفضل قذيفة.

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

❖ تتحول نواة اليود المشع ${}^{131}_{53}I$ إلى نواة الكزيتون ${}^{131}_{54}Xe$ مطلق جسيم بيتا، عند معالجة مرض سرطان الغدة الدرقية بجرعة منه، فإذا كان عمر النصف لليود المشع المستخدم 8 days ، المطلوب:

١- اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول.

٢- احسب النسبة المتبقية من اليود المشع بعد 24 days ، ثم احسب النسبة المتفككة.

$${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^0_{-1}e + \text{Energy} \\ t = t_{1/2} \times n \Rightarrow n = \frac{t}{t_{1/2}} \Rightarrow n = \frac{24}{8} \Rightarrow n = 3 \\ 1 \xrightarrow{\frac{t_{1/2}}{2}} \frac{1}{2} \xrightarrow{\frac{t_{1/2}}{4}} \frac{1}{4} \xrightarrow{\frac{t_{1/2}}{8}} \frac{1}{8}$$

■ النسبة المتبقية: $\frac{1}{8}$

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

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.

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

كثافة الغاز:

$$d = \frac{m}{V} \quad \text{تُعطي كثافة الغاز بالعلاقة:}$$

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

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

- مثال: غاز كثافته 10 g.l^{-1} عند درجة الحرارة 47°C والضغط 8.2 atm احسب الكتلة المولية لهذا الغاز.

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

$$d = \frac{P.M}{R.T} \Rightarrow M = \frac{d.R.T}{P} \Rightarrow M = \frac{10 \times 82 \times 10^{-3} \times 320}{8.2 \times 10^{-1}} \Rightarrow M = 32 \text{ g.mol}^{-1}$$

- مثال: يحوي وعاء مغلق عينة من غاز الإيثان C_2H_6 عند الضغط 0.82 atm والدرجة 300 K فتكون كثافة الغاز مساوية: حيث:

$$100 \text{ g.l}^{-1} (d) \quad 10 \text{ g.l}^{-1} (c) \quad 0.1 \text{ g.l}^{-1} (b) \quad 1 \text{ g.l}^{-1} (a)$$

قانون دالتون للضغوط الجزئية:

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

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

علاقة الضغوط الجزئية بالكسور المولية

$$\frac{P_i}{P_t} = \frac{n_i}{n_t}$$

تدعى النسبة $X_i = n_i/n_t$ بالكسر المولي لغاز. $P_i = X_i P_t$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \quad \text{قانون غراهام في الانتشار والتسرب}$$

حيث: تزداد سرعة انتشار غاز كلما نقصت كتلته المولية وفق قانون غراهام.

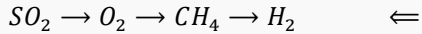
- لديك العينات الغازية الآتية الموجودة عند الضغط نفسه ودرجة الحرارة ذاتها $(\text{H}_2 - \text{O}_2 - \text{CH}_4 - \text{SO}_2)$

- ا- رتب هذه العينات حسب تزايد سرعة انتشارها معللاً إجابتك، علماً أن $(\text{H}: 1 - \text{C}: 12 - \text{O}: 16 - \text{S}: 32)$

الحل:

$$M(\text{SO}_2) = 64 \text{ g.mol}^{-1} - M(\text{CH}_4) = 16 \text{ g.mol}^{-1} - M\text{H}_2 = 2 \text{ g.mol}^{-1} - M(\text{O}_2) = 32 \text{ g.mol}^{-1}$$

تتزايد سرعة انتشار غاز كلما نقصت كتلته المولية وفق قانون غراهام



- مثال: إذا كانت سرعة انتشار غاز الهيدروجين 4 m.s^{-1} فإن سرعة انتشار غاز الأوكسجين O_2 تساوي: حيث: $(\text{O}: 16, \text{H}: 1)$

$$16 \text{ m.s}^{-1} (d) \quad 4 \text{ m.s}^{-1} (c) \quad 1 \text{ m.s}^{-1} (b) \quad \frac{1}{4} \text{ m.s}^{-1} (a)$$

- مثال: احسب نسبة سرعة انتشار غاز الهيدروجين إلى سرعة انتشار غاز الأوكسجين $(\text{O}: 16/\text{H}: 1)$

$$\frac{v_{\text{H}_2}}{v_{\text{O}_2}} = \sqrt{\frac{M_{\text{O}_2}}{M_{\text{H}_2}}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = \sqrt{16} = 4 \quad \text{الحل:}$$

النظرية الحركية للغازات:

- عشوائية الحركة.
- علل: يهمل حجم جزيء الغاز مقابل الغاز؛ نتيجة تباعد الجزيئات.
- تزداد الطاقة الحركية لجزيئات الغاز بازدياد درجة الحرارة.

- يزداد ضغط غاز موجود في وعاء مغلق عند:

-a زيادة حجم الوعاء

-b زيادة عدد الجزيئات

-c نقصان درجة الحرارة

-d تغيير نوع الغاز

$$P = \frac{n.R.T}{V} \quad \text{الحل:}$$

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

-a حجمه 22.4 L يحوي مول واحد من الغاز.

-b حجمه 22.4 L يحوي مولين من الغاز.

-c حجمه 11.2 L يحوي مولين من الغاز.

-d حجمه 11.2 L يحوي مول واحد من الغاز.

الضغط: P

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

العلاقة بين حجم الغاز وضغطه " قانون بويل":

● جداء حجم عينة من غاز في ضغطه مقدار ثابت

$$PV = \text{const}$$

عند درجة حرارة ثابتة

يتناسب حجم عينة من غاز عند درجة

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

● مثال: عينة من غاز NO_2 حجمها 1.5 L عند

الضغط $5.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ ، احسب حجم الغاز عندما يصبح ضغطه

$1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ بثبات درجة الحرارة.

$$\text{الحل: } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

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

العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة " قانون شارل"

● نسبة حجم عينة من غاز إلى درجة حرارته

مقدرة بالكلفن تبقى ثابتة عند ضغط ثابت $\frac{V}{T} = \text{const}$

● يتناسب حجم عينة من غاز طردياً

مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغط

الغاز.

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

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

الحل:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times T_2}{T_1} \Rightarrow V_2 = \frac{3 \times 10^{-1} \times 550}{330} = V_2 = 5 \times 10^{-1} \text{ L}$$

العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة الحرارة

"قانون غاي لوساك"

● نسبة ضغط عينة من غاز إلى درجة

حرارته مقدرة بالكلفن ثابتة عند حجم ثابت

$$\frac{P}{T} = \text{const}$$

يتناسب ضغط عينة من غاز طردياً مع درجة

حرارته المطلقة عند ثابت حجم الغاز.

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

- مثال: علبة معدنية تحوي غاز البوتان ضغطه 360 kPa عند درجة 27°C ، احسب قيمة الضغط الجديد للغاز في العلبة إذا تركت في سيارة

و ارتفعت درجة حرارتها إلى 47°C في يوم حار (بإهمال تمدد العلبة)

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

العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه " قانون أفوغادرو":

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

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

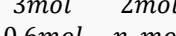
- مثال: عينة من غاز الأوكسجين O_2 حجمها 12 L وعدد مولاتها 0.6 mol عند الضغط 1 atm ودرجة الحرارة 25°C ، إذا تحول غاز

الأوكسجين O_2 إلى غاز الأوزون O_3 عند الضغط نفسه ودرجة الحرارة ذاتها، المطلوب حساب:

١- عدد مولات غاز الأوزون الناتج.

٢- حجم غاز الأوزون الناتج.

الحل:



$$\frac{3 \text{ mol}}{0.6 \text{ mol}} = \frac{2 \text{ mol}}{n_2 \text{ mol}}$$

$$n_2 = \frac{2 \times 6 \times 10^{-1}}{3} = 0.4 \text{ mol}$$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times n_2}{n_1} \Rightarrow V_2 = \frac{12 \times 4 \times 10^{-1}}{6 \times 10^{-1}} \Rightarrow V_2 = 8 \text{ L}$$

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

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

- ١- اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك الأوكسجين وعبارة السرعة الوسطية لتشكّل NO.
- ٢- اكتب عبارة السرعة الوسطية للتفاعل.
- ٣- اكتب عبارة السرعة الوسطية التي تربط استهلاك الأوكسجين مع تكون تجار الماء.
- ٤- إذا كانت السرعة الوسطية لاحتراق النشادر 0.24 mol.l^{-1} احسب السرعة الوسطية لتشكّل بخار الماء والسرعة الوسطية للتفاعل.

الحل:

$$\begin{aligned} 1- v_{avg}(O_2) &= -\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} \quad v_g(NO) = +\frac{\Delta[NO]}{\Delta t} \\ 2- v_g &= -\frac{1}{4} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} = -\frac{1}{5} \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{4} \frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = +\frac{1}{6} \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} \\ 3- v_g(O_2) &= \frac{5}{6} \times v_{avg}(H_2O) \\ 4- v_g(H_2O) &= \frac{6}{4} \times v_g(NH_3) \\ v_g(H_2O) &= \frac{6}{4} \times 24 \times 10^{-2} \\ v_g(H_2O) &= 36 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}.S^{-1} \\ v_g &= \frac{1}{4} \times v_g(NH_3) \\ v_g &= \frac{1}{4} \times 24 \times 10^{-2} \\ v_g &= 6 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}.S^{-1} \end{aligned}$$

اختر الإجابة الصحيحة:

١. قيمة السرعة الوسطية لتكون المادة C تساوي $0.15 \text{ mol.l}^{-1}.S^{-1}$ فتكون السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A بوحدة $\text{mol.l}^{-1}.S^{-1}$ في التفاعل الآتي: $2A + B \rightarrow 3C$ مساوية	(a) 0.1	(b) 0.225	(c) 0.15	(d) 0.3
---	---------	-----------	----------	---------

الحل:

$$\begin{aligned} v_g(A) &= \frac{2}{3} \times v_g(C) \\ v_g(A) &= \frac{2}{3} \times 15 \times 10^{-2} = 0.1 (C) \end{aligned}$$

٢. يتفكك المركب NO_2 في الدرجة 300C وفق التفاعل: $2NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$ فإذا علمت أن تركيز NO_2 يتغير من 0.01 إلى 0.0064 خلال 100S فتكون سرعة تشكّل الأوكسجين الوسطية مقدرة بـ $\text{mol.l}^{-1}.S^{-1}$ مساوية:

(a) 3.4×10^{-5}	(b) 6.8×10^{-5}	(c) 3.4×10^{-3}	(d) 1.8×10^{-5}
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

$$\begin{aligned} v_g(NO_2) &= -\frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = -\frac{(0.0064 - 0.01)}{100} \\ &= 36 \times 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}.S^{-1} \\ v_g(O_2) &= \frac{1}{2} \times v_g(NO_2) = \frac{1}{2} \times 36 \times 10^{-6} = 1.8 \times 10^{-5} (d) \end{aligned}$$

مراحل حدوث التفاعل الكيميائي:

نظرية التصادمات:

- تقوم نظرية التصادم على فرضيتين ما هما؟
- ١- لحدوث تفاعل كيميائي يجب أن تتصادم دقائق المواد المتفاعلة (جزيئات أو ذرات أو أيونات) مع بعضها.
- ٢- التصادم شرط لازم وغير كافٍ لحدوث التفاعل الكيميائي حيث توجد تصادمات فعالة وأخرى غير فعالة.
- حتى يكون التصادم فعال لا بد من توافر شرطين ماهما؟
- ١- أن تأخذ دقائق المواد المتفاعلة وضعا فراغياً مناسباً.
- ٢- 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.
- ١. إضعاف روابط جزيئات المواد المتفاعلة.
- ٢. تشكّل الحالة الانتقالية أو ما يسمى المعقد النشط.
- ٣. تفكك المعقد النشط وتشكّل النواتج
- * تتعلق بطبيعة المواد المتفاعلة / وتمثل الفرق بين المعقد النشط وطاقة المواد المتفاعلة.

$$\begin{aligned} P_{(O_2)} &= \frac{10^{-1} \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{6 \times 10^{-1}} \\ P_{(O_2)} &= 4.1 \text{ atm} \end{aligned}$$

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°C والمطلوب حساب:
- ١- كتلة غاز الأرغون في المزيج.
 - ٢- الضغط الكلي للمزيج النهائي.

علماً أن (Ar: 40\ C: 12\ H: 1\ R = 0.082)

الحل:

$$\begin{aligned} 1- P.V &= nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} \\ n_{\text{بوتان}} &= \frac{1 \times 16.4 \times 10^{-1}}{82 \times 10^{-3} \times 400} \\ n_{\text{بوتان}} &= 0.5 \text{ mol} \\ - \text{نحسب نسبة غاز البوتان لغاز الأرغون } \frac{5}{95} = \frac{1}{19} \text{ و بالتالي فإن عدد مولات غاز الأرغون:} \\ n_{\text{بوتان}} &= 19 \times n_{\text{أرغون}} \\ n_{\text{أرغون}} &= 19 \times 0.5 \\ n_{\text{أرغون}} &= 9.5 \text{ mol} \\ m_{\text{أرغون}} &= n_{\text{أرغون}} \times M \\ m_{\text{أرغون}} &= 9.5 \times 40 \\ m_{\text{أرغون}} &= 380 \text{ g} \\ 2- P_t &= n_t \frac{RT}{V} \\ P_t &= \frac{(0.5 + 9.5) \times 82 \times 10^{-3} \times 400}{16.4 \times 10^{-1}} \\ P_t &= 20 \text{ atm} \end{aligned}$$

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°C ، والمطلوب حساب:
- ١- عدد مولات كل غاز .
 - ٢- الضغط الجزئي لكل غاز في المزيج.
 - ٣- الضغط الكلي للمزيج.
 - ٤- الكسر المولي لغاز الهيدروجين. (R = 0.082\ N: 14\ H: 1\ C: 12)

الحل:

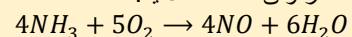
$$\begin{aligned} 1- n &= \frac{m}{M} \\ n_{(CH_4)} &= \frac{48}{16} = 3 \text{ mol} \\ n_{(H_2)} &= \frac{10}{2} = 5 \text{ mol} \\ n_{(N_2)} &= \frac{56}{28} = 2 \text{ mol} \\ 2- P_i &= n_i \frac{RT}{V} \begin{cases} P_{(CH_4)} = \frac{3 \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{300} \\ P_{(CH_4)} = 0.246 \text{ atm} \\ P_{(H_2)} = \frac{5 \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{300} \\ P_{(H_2)} = 0.41 \text{ atm} \\ P_{(N_2)} = \frac{2 \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{300} \\ P_{(N_2)} = 0.164 \text{ atm} \end{cases} \\ 3- P_t &= P_{(CH_4)} + P_{(H_2)} + P_{(N_2)} \\ P_t &= 0.246 + 0.41 + 0.164 \\ P_t &= 0.82 \text{ atm} \\ 4- X_{(H_2)} &= \frac{P_{(H_2)}}{P_t} \\ X_{(H_2)} &= \frac{0.41}{0.82} = 0.5 \end{aligned}$$

سرعة التفاعل الكيميائي

السرعة الوسطية للتفاعل:

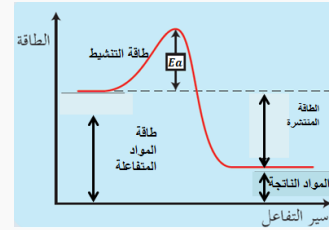
المسألة الأولى:

يحترق غاز النشادر وفق المعادلة الآتية:



مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

* يمكن تغير الرسم إلى تفاعل ماص للحرارة.



فسر ما يلي:

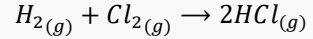
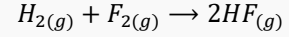
- 1- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تكون سريعة؟
ج: لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون كبيراً.
- 2- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط كبيرة تكون بطيئة؟
ج: لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون صغيراً.

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل:

1. طبيعة المواد المتفاعلة:

فسر: سرعة احتراق غاز البوتان C_4H_{10} أكبر من سرعة احتراق غاز الأوكتان (C_8H_{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 الكلور أكبر من تفاعل غاز الهيدروجين مع الكلور في الشروط ذاتها علماً أن:

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

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

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 المعلبة لفترة طويلة دون أن تفسد؟
نتيجة إضافة مواد حافظة إليها تبطئ سرعة تفاعل تحللها.

4. تأثير التركيز:

تفاعلات متجانسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والنتيجة في طور واحد.
تفاعلات غير متجانسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والنتيجة 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: احتراقاً 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.
- 2- بسبب ازدياد عدد التصادمات الفعالة بين جزيئات المواد المتفاعلة.

المواد الصلبة والسائلة الصرفة ذات تركيز ثابت؟

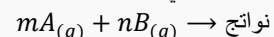
الحل: لأن تغير عدد المولات يؤدي لتغير الحجم والعكس صحيح فتبقى نسبة عدد المولات إلى الحجم (التركيز) ثابتة.

- 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:



أكتب عبارة سرعة التفاعل وبماذا تتعلق قيمة ثابت السرعة؟

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

الجواب: $v = K[A]^m \cdot [B]^n$

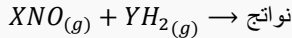
تتعلق قيمة ثابت السرعة بطبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة.

- 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 أكسد النيتروجين مع الهيدروجين وفق المعادلة:



وسجلت على البيانات الآتية عند إجراء التجربة لعدة مرات:

رقم التجربة	$[H_2].mol.l^{-1}$	$[NO].mol.l^{-1}$	سرعة التفاعل $mol.l^{-1}.s^{-1}$
١	0.1	0.1	1.23×10^{-3}
٢	0.2	0.1	2.46×10^{-3}
٣	0.1	0.2	4.92×10^{-3}

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:

- 1- عبارة سرعة التفاعل اللحظية $v = k[NO]^x \cdot [H_2]^y$

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 $\frac{v_2}{v_1}$

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

تكون عبارة سرعة التفاعل: $v = k[NO]^2 \cdot [H_2]$

$$x + y$$

$$2 + 1 = 3$$

التفاعل من الرتبة الثالثة

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

نعوض قيم التجربة الأولى

$$K = \frac{v}{[NO]^2 \cdot [H_2]} = \frac{123 \times 10^{-5}}{10^{-2} \times 10^{-1}} \Rightarrow K = 123 \times 10^{-2}$$

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

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

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

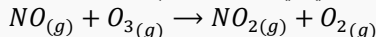
رتبة التفاعل:

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 الحفاز.

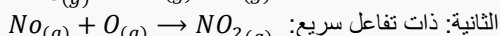
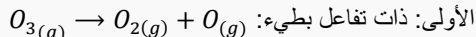
- التفاعلات الأولية وغير الأولية: في الأولية تتوافق عبارة السرعة اللحظية مع المعادلة المعطاة وفي غير الأولية تتوافق مع المرحلة الأبطأ.

اختر الإجابة الصحيحة:

يحدث التفاعل الآتي في الغلاف الجوي



على مرحلتين:



$$v = K[O_3] - B$$

$$v = K[NO] \cdot [O] - A$$

$$v = K[NO][O_3][O] - D$$

$$v = k[NO] \cdot [O_3] - C$$

الحل: نأخذ عبارة السرعة في المرحلة الأبطأ فالإجابة b

لديك التفاعل الأولي الآتي:

$$\begin{aligned}
 x &= 0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 [C] &= x = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 [B] &= 0.4 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \quad \text{من الفرض:} \\
 2x &= 0.4 \\
 x &= 0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 [A] &= 0.8 - 2x \\
 [A] &= 0.8 - 0.4 \\
 [A] &= 0.4 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 v &= k[A]^2 \\
 v &= 2 \times 10^{-1} \times (4 \times 10^{-1})^2 \\
 v &= 32 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 V' &= \frac{V}{2} \Rightarrow C' = 2C \\
 [A]' &= 2[A] \\
 v' &= K[A']^2 \\
 v' &= K(2[A])^2 \\
 v' &= 4K[A]^2 \\
 v' &= 4v \\
 \text{تزداد أربع مرات.} \\
 v' &= 2v \Rightarrow C' = \frac{C}{2} \\
 [A]' &= \frac{[A]}{2} \\
 v' &= K[A']^2 \\
 v' &= K\left(\frac{[A]}{2}\right)^2 \\
 v' &= \frac{K[A]^2}{4} \\
 v' &= \frac{v}{4} \quad \text{أي تنقص أربع مرات.} \\
 P' &= 2P \Rightarrow V' = \frac{V}{2} \Rightarrow C' = 2C
 \end{aligned}$$

تتابع الحل كما في الطلب الرابع.

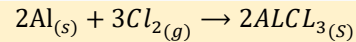
المسألة الثالثة:

مزج 600ml من المادة A ذات التركيز $0.8 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ مع 200ml من المادة B ذات التركيز $0.8 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ لتتشكل المادة C في شروط مناسبة وفق التفاعل الأولي الآتي: $3A(aq) + B(aq) \rightarrow 2C(aq)$

- احسب سرعة التفاعل الابتدائية بفرض أن $K = 0.1$
- احسب سرعة التفاعل عندما يصبح تركيز المادة C مساوياً $0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$
- احسب تراكيز المواد A\B\C عند توقف التفاعل.

الحل:

$$\begin{aligned}
 \text{بعد المزج } n &= n' \\
 C, V &= C', V' \\
 C' &= \frac{CV}{V'} \\
 [A]_0 &= \frac{8 \times 10^{-1} \times 600}{800} \\
 [A]_0 &= 0.6 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 [B]_0 &= \frac{8 \times 10^{-1} \times 200}{800} \\
 [B]_0 &= 0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 v_0 &= K[A]_0^3 \cdot [B]_0 \\
 v_0 &= 10^{-1} \times (6 \times 10^{-1})^3 \times 2 \times 10^{-1} \\
 v_0 &= 432 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ s}^{-1} \\
 3A + B &\rightarrow 2C \\
 \text{بدء} \quad 0.6 \quad 0.2 \quad 0 \\
 0.6 - 3x \quad 0.2 - x \quad + 2x \\
 [C] &= 0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 2x &= 0.2 \\
 x &= 0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 [A] &= 0.6 - 3x \Rightarrow 0.6 - 0.3 = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 [B] &= 0.2 - x \Rightarrow 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 v &= K[A]^3 \cdot [B] \\
 v &= 10^{-1} \times (3 \times 10^{-1})^3 \cdot 10^{-1} \\
 v &= 27 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \\
 \text{عند توقف التفاعل } v &= 0 \text{ لكن } K \neq 0
 \end{aligned}$$

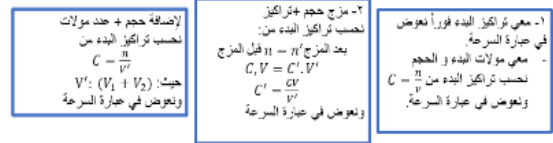


- اكتب عبارة سرعة التفاعل وماهي رتبته.
- اقتراح الطرائق التي تزيد من سرعة التفاعل.
- فسر بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها.

الحل:

- $v = K[Cl_2]^3$ من المرتبة الثالثة.
- زيادة درجة الحرارة - إضافة حفاز - زيادة تركيز الكلور - وزيادة سطح تماس الألمنيوم .
- لأنه يوجد تصادمات فعالة وتصادمات غير فعالة ولحدوث التفاعل يجب أن يكون التصادم فعال.

مخطط حساب السرعة الابتدائية v_0



المسألة الأولى:

يحدث التفاعل الأولي بين A, B وفق المعادلة $A(g) + 2B(g) \rightarrow 2C(g)$ فإذا كانت التراكيز الابتدائية $[A] = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$, $[B] = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ وقيمة ثابت سرعة التفاعل $K = 0.3$ المطلوب حساب:

- قيمة السرعة الابتدائية للتفاعل.
- تركيز المادة C وسرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه تركيز المادة A بمقدار $0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$

الحل:

$$\begin{aligned}
 v_0 &= K[A]_0 \cdot [B]_0^2 \\
 v_0 &= 3 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-1} \times (4 \times 10^{-1})^2 \\
 v_0 &= 96 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \\
 A + 2B &\rightarrow 2C \\
 \text{بدء} \quad 0.2 \quad 0.4 \quad 0 \\
 0.2 - x \quad 0.4 - 2x \quad + 2x \\
 x &= 0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \quad \text{من الفرض} \\
 [C] &= 2x = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 [A] &= 0.2 - x \Rightarrow 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 [B] &= 0.4 - 2x \Rightarrow 0.4 - 0.2 = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 v &= K[A][B]^2 \\
 v &= 3 \times 10^{-1} \times 10^{-1} \times (2 \times 10^{-1})^2 \\
 v &= 12 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}
 \end{aligned}$$

المسألة الثانية:

وضع 8mol من المادة A في وعاء مغلق سعته 10L فحدث التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية $2A(g) \rightarrow 2B(g) + C(g)$ احسب سرعة التفكك الابتدائية لهذا التفاعل علماً أن: $K = 0.2$

- احسب تركيز المادة C بعد زمن يتفكك فيه 25% من المادة A
- احسب سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه $[B] = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$
- كيف تتغير السرعة الابتدائية لهذا التفاعل إذا أصبح حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل نصف ما كان عليه بثبات درجة الحرارة.
- بين بالحساب كيف تتغير السرعة الابتدائية إذا تضاعف الحجم.
- بين بالحساب كيف تتغير السرعة الابتدائية إذا تضاعف الضغط.

الحل:

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{n}{V} \\
 [A]_0 &= \frac{8}{10} = 0.8 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \\
 v_0 &= K[A]_0^2 \\
 v_0 &= 2 \times 10^{-1} \times (8 \times 10^{-1})^2 \\
 v_0 &= 128 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \\
 \text{كل } 0.8 &\text{ يتفكك منه } 2x \\
 \text{كل } 100 &\text{ يتفكك منه } 25\% \\
 2x &= \frac{8 \times 10^{-1} \times 25}{100} \\
 2x &= 0.2
 \end{aligned}$$

مكتبة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

وهي عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز (k_c)

ملاحظات:

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

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

٢. إن k_p , k_c مقداران ثابتان ليس لهما وحدة.

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

٤. لا تتغير قيمة k_p و k_c لتفاعل محدد إلا بتغير درجة الحرارة.

٥. العلاقة التي تربط بين k_p و k_c .

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

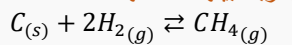
حيث:

• 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_p و k_c لكل من التفاعلات الآتية، ثم اكتب العلاقة التي تربط بينهما لكل منها:

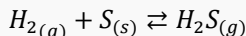


$$k_c = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}, \quad k_p = \frac{P_{CH_4}}{P_{H_2}^2}$$

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

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

$$k_p = k_c(RT)^{-1} \Rightarrow k_p = \frac{k_c}{RT}$$



$$k_c = \frac{[H_2S]}{[H_2]}, \quad k_p = \frac{P_{H_2S}}{P_{H_2}}$$

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

$$\Delta n = n_2 - n_1$$

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

$$k_p = k_c(RT)^0$$

$$\Rightarrow k_p = k_c$$

اختر الإجابة الصحيحة:

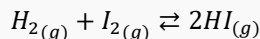
في التفاعل المتوازن الآتي $A_{(g)} + XB_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)}$ يكون $k_c = k_p(RT)$ عندما تكون قيمة x مساوية:

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

(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_p , k_c .

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:

تبين قيمة ثابت التوازن لتفاعل ما:

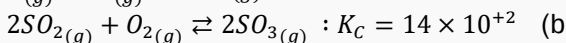
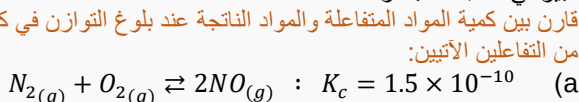
مدى تحول المواد المتفاعلة إلى نواتج عند حدوث التوازن.

١- إذا كانت قيمة $k_c \gg 1$ (كبيرة) $\Leftarrow$ كمية المواد الناتجة > كمية المواد المتفاعلة $\Leftarrow$ البسط > المقام.

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

٢- إذا كانت قيمة $k_c \ll 1$ (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:



إما: $[A] = 0$

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

$$[B] = 0.2 - x$$

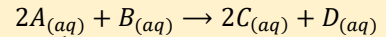
$$[B] = 0.2 - 0.2$$

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

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

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:



١- احسب سرعة التفاعل الابتدائية علماً أن: $K = 2 \times 10^{-2}$

٢- احسب سرعة التفاعل بعد زمن يتشكل فيه 0.4mol من المادة D.

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

الحل:

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

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

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

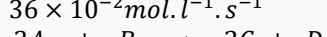
$$[B]_0 = \frac{8 \times 10^{-3}}{400 \times 10^{-3}}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

إما: $[A] = 0$

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

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

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

التوازن الكيميائي

١- حالة التوازن:

ملاحظة هامة جداً:

عند التوازن:

١- تتساوى سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي.

٢- تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والنواتجة.

اعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

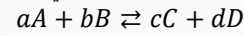
١- يسمى التوازن في التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي.

ج: لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معدومة.

٢- 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:



يفرض أن كل من التفاعلين المباشر والعكسي أوليان.

المطلوب: اكتب منهما عبارة ثابت التوازن.

الحل:

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

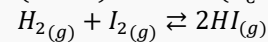
مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

التفاعل الأول $k_c < 1 \Leftrightarrow$ كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد المتفاعلة.
التفاعل الثاني $k_c > 1 \Leftrightarrow$ كمية المواد الناتجة أكبر من كمية المواد المتفاعلة.

حاصل التوازن:

تمثل عبارة حاصل التفاعل (Q) عبارة ثابت التوازن (k_c) حيث تؤخذ التراكيز في لحظة ما دون شرط الوصول لحالة التوازن ونميز ثلاث حالات:
١- $Q < k_c \Leftrightarrow$ تراكيز المواد الناتجة أقل من تراكيزها في حالة التوازن $\Leftrightarrow$ يرجح التفاعل المباشر على التفاعل العكسي للوصول إلى حالة التوازن.
٢- $Q = k_c \Leftrightarrow$ التفاعل في حالة توازن
٣- $Q > k_c \Leftrightarrow$ تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن $\Leftrightarrow$ يرجح التفاعل العكسي على التفاعل المباشر للوصول إلى حالة التوازن.

تطبيق: وضع $(2 \times 10^{-2} \text{ mol})$ من I_2 في وعاء سعته (2L) ، فإذا علمت أن قيمة ثابت التوازن ($K_c = 50.5$) عند الدرجة (440°C) للتفاعل الآتي:



المطلوب:

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

الحل:

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

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

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

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

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

- 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 يخل التوازن فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي يعاكس فيه هذا التغير.

↑ ناتج $\Rightarrow$ متفاعل مباشر

↓ ناتج $\Leftarrow$ متفاعل عكسي

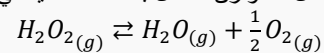
- تأثير تغير التراكيز: يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة: $NO_{2(g)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + NO_{(g)}$
المطلوب أكمل الجدول الآتي:

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

- تأثير تغير الضغط:

$\Delta n \neq 0$	$\Delta n = 0$
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
نقصان الضغط: ينزاح التوازن في الاتجاه الذي عدد مولاته أكبر	

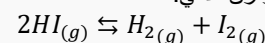
يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:



المطلوب: أكمل الجدول الآتي:

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

في التفاعل المتوازن الآتي:



مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

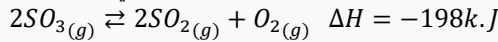
بين أثر الضغط الكلي على حالة التوازن، فسر إجابتك.
ج: لا تتأثر حالة التوازن لأن عدد المولات الغازية متساوية في الطرفين.

٣- تأثير تغير درجة الحرارة:

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

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

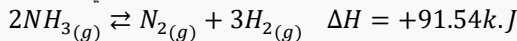
- زيادة درجة الحرارة يرجح التفاعل بالاتجاه الماص.
- نقصان درجة الحرارة يرجح التفاعل بالاتجاه الناشئ.
- يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:



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:

٤- تأثير الحفز على حالة التوازن:

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

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: $\Delta H = -91.54 \text{ kJ}$	
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$	
a- زيادة درجة الحرارة	b- خفض كمية N_2
c- زيادة الضغط الكلي	d- إضافة حفاز
الحل: ©	

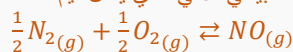
- قيس قيم ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية في درجات حرارة مختلفة:

$3A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$	
قيمة ثابت التوازن K_p	درجة الحرارة $^\circ\text{C}$
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 الخط البياني الآتي يمثل قيم مختلفة لثابت التوازن:

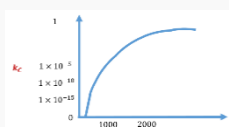


K_c بدلالة درجة الحرارة والمطلوب فيما إذا

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.



$$k_p = k_c = 4$$

المسألة الثانية:

يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ في وعاء حجمه 10L عند بلوغ التوازن كان عدد مولات الهيدروجين 7.2 mol وعدد مولات اليود 2.4 mol وعدد مولات اليود 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:

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

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

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

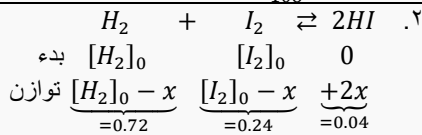
$$[HI]_{eq} = \frac{4 \times 10^{-1}}{10} = 0.04 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$k_c = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]} = \frac{(4 \times 10^{-2})^2}{7.2 \times 10^{-2} \times 2.4 \times 10^{-2}} = \frac{1}{108}$$

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

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

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



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

$$0.04 = 2x$$

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

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

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

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

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

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

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

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 10L 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:

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

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

$$k_c = 4$$

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

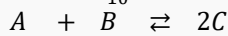
$$\Delta n = 2 - 2 = 0$$

$$k_p = k_c = 4$$

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

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

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



$$\text{بدء} \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0$$

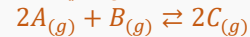
$$\text{توازن} \quad 0.2 - x \quad 0.2 - x \quad + 2x$$

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

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

حساب قيمة ثابت التوازن من خلال المعادلات:

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

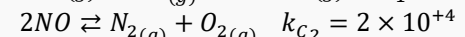
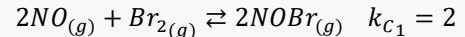


فتكون قيمة k_c للتفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:

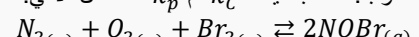


$$\text{الحل:} \quad k'_c = \left(\frac{1}{k_c}\right)^2 = \left(\frac{1}{10}\right)^2 = 0.01$$

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



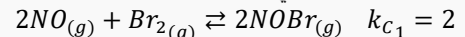
المطلوب: احسب قيمة k_c ثم k_p للتفاعل الآتي:



$$\text{حيث: } R = 0.082$$

الحل:

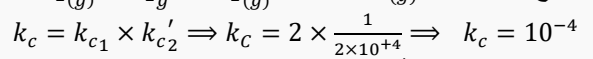
تبقى المعادلة الأولى كما هي:



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) غير الحالات السليقة نحسب تراكيز التوازن من الطرفين ثم نعوض في عبارة k_c .

(4) ترتيب معادلات معي k_{c1} و k_{c2} فنرب (المعادلات): $k_c = k_{c1} \times k_{c2}$

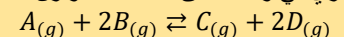
(3) معي k_{c1} و k_{c2} من $k_c = \frac{k_1}{k_2}$

(2) معي مولات التوازن و الحجم نحسب $C = \frac{n}{V}$ ونعوض في عبارة ثابت التوازن

(1) 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

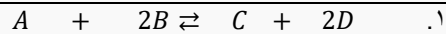
$$[A]_0 = 0.4 \text{ mol. l}^{-1}, [B]_0 = 0.6 \text{ mol. l}^{-1}$$

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:



$$\text{بدء} \quad 0.4 \quad 0.6 \quad 0 \quad 0$$

$$\text{بعد زمن} \quad 0.4 - x \quad 0.6 - 2x \quad + x \quad + 2x$$

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

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

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

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

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

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

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

$$k_c = 4$$

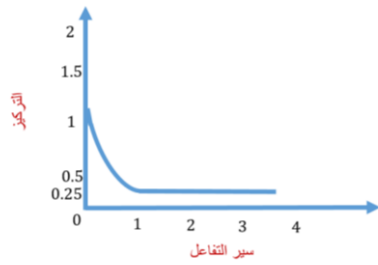
$$k_p = k_c(RT)^{\Delta n} \quad 2.$$

$$\Delta n = 0$$

مكتبة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

$$k_c = 36$$

-٣-

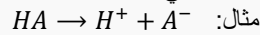


الحموض و الأسس

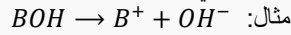
نظريات في الحموض و الأسس:

١. نظرية أرينيوس:

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



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

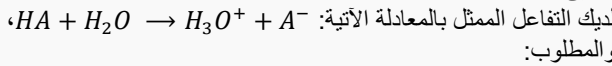


٢. نظرية برونشتد-لوري:

- الحمض: كل مادة كيميائية قادرة على منح بروتون H^+ أو أكثر إلى مادة أخرى تتفاعل معها.

- الأسس: كل مادة كيميائية قادرة على استقبال بروتون H^+ أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معها.

تطبيق:



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.

٣. نظرية لويس:

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

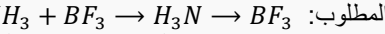
- الأسس: كل مادة كيميائية قادرة على منح زوج إلكترونات أو أكثر لمادة أخرى تتفاعل معها.

ملاحظة:

• أساس لويس: مركب يحوي N - أيون سالب.

• حمض لويس: مركب يحوي B - أيون موجب.

تطبيق:



١. وضح ما نوع الرابطة بين ذرتي البور والنتروجين.

٢. حدد الحمض والأساس حسب نظرية لويس مع التفسير.

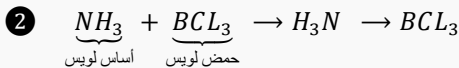
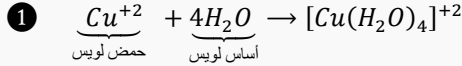
الحل:

١- تساندية.

٢- NH_3 أساس لويس لأنه يمنح زوج إلكترونات.

BF_3 حمض لويس لأنه يستقبل زوج إلكترونات.

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



تذكرة:

- الحموض القوية: HCl \ الكلور الماء \ HNO_3 \ الأزوت \ H_2SO_4 \ الكبريت
- الحموض الضعيفة: HCN \ سيانيد الهيدروجين \ $HCOOH$ \ النمل \ CH_3COOH \ الخل \ H_2CO_3 \ الكربون

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

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

$$2x = 0.4 - 2x$$

$$4x = 0.4$$

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

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

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

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

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:

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

المطلوب حساب:

١. قيمة k_c .

٢. التركيز الابتدائي لغاز NO_2 .

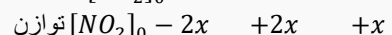
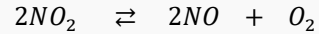
٣. النسبة المئوية المتفككة من غاز NO_2 عند بلوغ التوازن.

الحل:

$$١- \quad k_c = \frac{[NO]^2 \cdot [O_2]}{[NO_2]^2}$$

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

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



$$\frac{0.24}{0.06} = \frac{0.12}{0.06}$$

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

$$[NO_2]_0 - 2x = 0.06 \Rightarrow [NO_2]_0 = 0.06 +$$

$$0.24 = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$٣- \quad \text{كل } 0.3 \text{ يتفكك منه } 0.24$$

$$\text{كل } 100 \text{ يتفكك منه } y$$

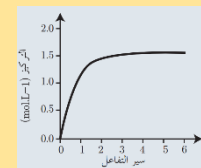
$$y = \frac{24 \times 10^{-2} \times 100}{3 \times 10^{-1}}$$

$$y = 80\%$$

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:



١- احسب تراكيز التوازن لكل من المواد المتفاعلة والناجمة.

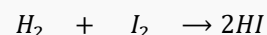
٢- احسب قيمة ثابت التوازن k_c .

٣- ارسم خط بيانياً يوضح تركيز الهيدروجين بدلالة الزمن.

الحل:

$$١- \quad C = \frac{n}{V}$$

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



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

$$1.5 = 2x$$

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

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

$$٢- \quad k_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{(15 \times 10^{-1})^2}{25 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-2}}$$

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

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

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

- اكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما.
- بين أي الحمضين أقوى.

الحل:

(a) NO_2^- حمضه المرافق هو HNO_2

NO_3^- حمضه المرافق هو HNO_3

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

ثابت تأين الحموض الضعيفة:

- لديك محلول لحمض ضعيف HA ، المطلوب:

- اكتب معادلة تأينه.
- اكتب عبارة ثابت تأين الحمض الضعيف K_a بدلالة التراكيز.
- اكتب علاقة درجة التأين.

الحل:

١- $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

٢- $K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$

٣- $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$

ثابت تأين الأساس الضعيف:

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

- اكتب معادلة تأينه.
- اكتب عبارة ثابت تأين الأساس الضعيف K_b بدلالة التراكيز.
- اكتب علاقة درجة التأين.

الحل:

١- $B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$

٢- $K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$

٣- $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$

ملاحظات:

- ١- الحمض الأقوى $\leftarrow$ أكبر K_a $\leftarrow$ أكبر $[H_3O^+]$ أصغر PH / أصغر POH
- ٢- الحمض الأضعف $\leftarrow$ أصغر K_a $\leftarrow$ أصغر $[H_3O^+]$ أكبر PH / أكبر POH

تطبيق: بين الجدول الآتي قيم ثوابت التأين لبعض محاليل الحموض الضعيفة المتساوية التراكيز عند الدرجة $25^\circ C$

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

اعتماداً على الجدول السابق أجب عن الأسئلة الآتية:

١- حدد الحمض الأقوى وما هو أساسه المرافق؟

ج: فلوريد الهيدروجين HF وأساسه المرافق F^-

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

ج: أكبر PH : سيانيد الهيدروجين (HCN)

أصغر PH : فلوريد الهيدروجين HF

٣- في أي محلول يكون $[OH^-]$ أكبر.

ج: في الحمض الأضعف سيانيد الهيدروجين HCN .

٤- حدد الأساس المرافق الأقوى للمحاليل السابقة؟

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

قوانين الحموض والأسس

1. التركيز الابتدائي للحمض $[H_3O^+] = Ca$ حمض قوي

$[H_3O^+] = 2Ca$ ثنائي الوظيفة

2. $[H_3O^+] = \sqrt{k_a \cdot Ca}$ حمض ضعيف

• الأسس القوية: هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ / هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ / هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

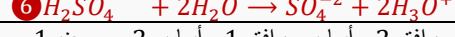
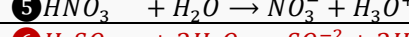
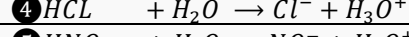
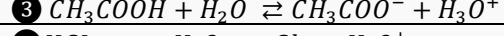
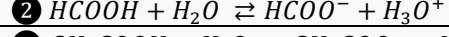
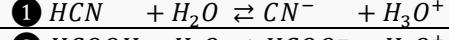
• الأسس الضعيفة: هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH / النشادر NH_3

• قوي تام التأين $(\rightarrow)$

• ضعيف جزئي التأين $(\rightleftharpoons)$

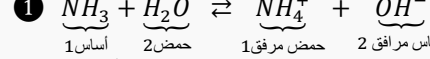
- معادلات التأين الحموض:

والأزواج المترافقة أساس/حمض وفق نظرية برونشتد - لوري:



جميع ما سبق حمض مرافق 2 أساس مرافق 1 حمض 1

معادلات تأين الأسس:



أساس مرافق 2 حمض مرافق 1 أساس 1

• أي أساس يحوي OH^- لا نكتب في معادلة التأين الماء.

تطبيق: محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين، المطلوب:

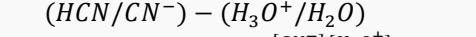
(a) اكتب معادلة تأين هذا الحمض وحدد عليها الأزواج المترافقة

أساس/حمض حسب نظرية برونشتد - لوري

(b) اكتب علاقة ثابت تأين هذا الحمض k_a بدلالة التراكيز

(يمكن أن يغير الحمض) / نفس التطبيق /

الحل:



حمض مرافق 2 أساس مرافق 1 حمض 1



التأين الذاتي للماء و ثابت تأينه:

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

المطلوب:

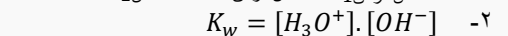
١- اكتب معادلة التأين الذاتي للماء وحدد الأزواج المترافقة أساس / حمض

حسب نظرية برونشتد - لوري.

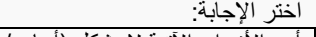
٢- اكتب عبارة ثابت التوازن (ثابت تأين الماء)

٣- فسر يعد الماء مركب مذئذب

الحل:



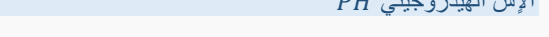
أساس مرافق 1 حمض مرافق 2 أساس 1



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

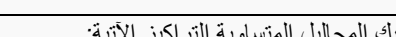
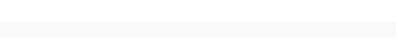
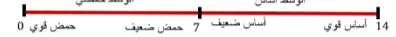
اختر الإجابة:

أحد الأزواج الآتية لا يشكل (أساس/حمض) حسب برونشتد-لوري

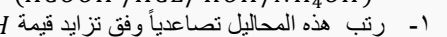


الإجابة d.

الإس الهيدروجيني PH

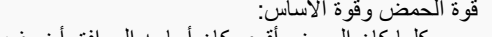


تطبيق: لديك المحاليل المتساوية التراكيز الآتية:



١- رتب هذه المحاليل تصاعدياً وفق تزايد قيمة PH ((ممكن أن يأتي

تتازلياً أو على شكل اختر) $\rightarrow$



قوة الحمض وقوة الأساس:

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

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \times 100\% \quad -3$$

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

$$\alpha = 2\%$$

$$-4 \quad n = n \text{ قبل}$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$0.05 V_1 = C_2 \times 100 V_1$$

$$C_2 = 5 \times 10^{-4} \text{ mol. l}^{-1}$$

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

$$[H_3O^+] = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-4}}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-4} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$PH' = 4$$

المسألة الثانية:

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

١- احسب التركيز الابتدائي للحمض و ثابت تأينه.

٢- بين بالحساب كيف يتغير $[H_3O^+]$ عندما تصبح $PH = 6$

الحل:

$$-1 \quad [H_3O^+] = 10^{-PH}$$

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

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \times 100\%$$

$$\Rightarrow C_a = \frac{[H_3O^+]}{\alpha} \times 100\%$$

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

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

- بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض.

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

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

$$K_a = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-10}$$

$$-2 \quad [H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-5} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH'} = 10^{-6} \text{ mol. l}^{-1}$$

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

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

- تنقص عشر مرات

$$\left. \begin{array}{l} 1 \rightarrow 10 \\ 2 \rightarrow 100 \\ 3 \rightarrow 1000 \end{array} \right\} \text{ اختر}$$

العلاقة عكسية

المسألة الثالثة:

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

١- قيمة $[H_3O^+]$, $[OH^-]$

٢- قيمة PH , PoH للمحلول.

٣- حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 50ml من المحلول السابق ليصبح تركيزه $10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$

الحل:

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

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8}{40} = 0.2 \text{ mol}$$

$$C_b = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ mol. l}^{-1}$$

- بما أن الأساس قوي وأحادي الوظيفة الأساسية

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

$$[H_3O^+] = 10^{-13} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$-2 \quad PoH = 1$$

$$PH = 13$$

$$-3 \quad n = n \text{ بعد}$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

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

ثابت تأين الحمض

$$3. \quad \alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \times 100\% / [H_3O^+] = \frac{\alpha \cdot C_a}{100\%}$$

درجة تأين حمض ضعيف

$$[C_a] = \frac{[H_3O^+]}{\alpha} \times 100\%$$

التركيز الابتدائي للأساس $[OH^-] = C_b$ أساس قوي

$$5. \quad [OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$$

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

ثابت تأين الأساس

$$6. \quad \alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \times 100\% / [OH^-] = \frac{\alpha \cdot C_b}{100\%} /$$

درجة تأين أساس ضعيف

$$C_b = \frac{[OH^-]}{\alpha} \times 100\%$$

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

اختر الإجابة الصحيحة:

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

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

الحل:

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

$$[H_3O^+] = \sqrt{2 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-1}} = 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$\Rightarrow PH = 2$$

- محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.01 mol. l^{-1} نمدده بالماء المقطر 100 فتصبح قيمة PH للمحلول مساوية:

10	11	12	13
----	----	----	----

$$C'_b = \frac{C_b}{100} \Rightarrow C'_b = \frac{10^{-2}}{100} = 10^{-4} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[OH^-]' = C'_b = 10^{-4} \text{ mol. l}^{-1} \Rightarrow PoH' = 4$$

$$PH' = 14 - PoH' \Rightarrow PH' = 10$$

- 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:

100ml	200 ml	250ml	300 ml
-------	--------	-------	--------

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:

١- احسب $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$

٢- احسب قيمة PH .

٣- احسب درجة تأين الحمض.

٤- يمدد المحلول السابق 100 مرة احسب PH بعد التمديد

الحل:

١- بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض

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

$$[H_3O^+] = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-2}}$$

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

$$[OH^-] = 10^{-11} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$PH = 3$$

٢-

- ٢- يُضاف إلى المحلول السابق بضع قطرات من محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH تركيزه $10^{-2} mol.l^{-1}$ والمطلوب:
- a - أحسب تركيز أيون الأمونيوم $[NH_4^+]$ في هذه الحالة.
- b - أحسب النسبة المئوية المتأينة.

الأملح

- الملح: هو مركب أيوني يتألف من جزئين:
- (١) جزء أساسي موجب: أيوني معدني أو أكثر أو جذر الأمونيوم أو أكثر.
- (٢) جزء حمضي سالب: أيون لا معدني أو أكثر أو جذر حمضي أو أكثر.

سؤال: علل: تتمتع الأملاح بخاصية قطبية:

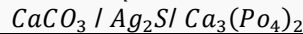
ج: لأنها مركبات أيونية تتألف من جزء أساسي موجب وجزء حمضي سالب.

تصنيف الأملاح وفق ذوبانيتها:

أملح قليلة الذوبان	أملح جيدة الذوبان	
جزئي في المحاليل المائية (⇌)	تام في المحاليل المائية (→)	التأين
غير متجانسة	متجانسة	المحاليل
قيمة ذوبانيتها أقل من $0.001 mol.l^{-1}$ عند الدرجة $25^\circ C$	قيمة ذوبانيتها أكبر من $0.1 mol.l^{-1}$ عند الدرجة $25^\circ C$	الذوبانية
أملاح: $BaSO_4$ كبريتات الباريوم $AgCl$ كلوريد الفضة $CaCO_3$ كربونات الكالسيوم $PbCl_2$ كلوريد الرصاص فوسفات ثلاثي الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ كبريتات الفضة Ag_2SO_4	أملاح: $K^+/CH_3COO^-/Na^+$ NH_4^+ NO_3^- كلوريد الباريوم $BaCl_2$ كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$	الأمثلة
ثابت جداء الذوبان K_{sp}	ثابت الحمضية K_h	المسائل

نشاط:

اكتب معادلة التوازن غير المتجانس للأملاح قليلة الذوبان الآتية ثم اكتب عبارة جداء الذوبان K_{sp} لكل منها:



1. $CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{+2}_{(aq)} + CO_3^{-2}_{(aq)}$
$K_{sp}(CaCO_3) = [Ca^{+2}] \cdot [CO_3^{-2}]$
2. $Ag_2S \rightleftharpoons 2Ag^{+}_{(aq)} + S^{-2}_{(aq)}$
$K_{sp}(Ag_2S) = [Ag^{+}]^2 \cdot [S^{-2}]$
3. $Ca_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3Ca^{+2}_{(aq)} + 2PO_4^{-3}_{(aq)}$
$K_{sp}(Ca_3(PO_4)_2) = [Ca^{+2}]^3 \cdot [PO_4^{-3}]^2$

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:

- ١- $Q < K_{sp}$ (المحلول غير مشبع) لا يتشكل راسب.
- ٢- $Q = K_{sp}$ (المحلول مشبع)
- ٣- $Q > K_{sp}$ (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:

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

الحل:

1- $PbCl_2 \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$
2- $Q = [Pb^{+2}] \cdot [Cl^{-}]^2$
3- $K_{sp}(PbCl_2) = [Pb^{+2}] \cdot [Cl^{-}]^2$

المحلول مشبع

تطبيق:

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

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

الحل:

$$V_2 = \frac{C_1 V_1}{C_2}$$

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

$$V_2 = 5000 mL$$

$$V = V_2 - V_1$$

$$V = 5000 - 50$$

$$V = 4950 mL$$

المسألة الرابعة:

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

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

الحل:

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

- بما أن حمض الكبريت قوي وثنائي الوظيفة الحمضية:

$$[H_3O^+] = 2C_a$$

$$C_a = \frac{[H_3O^+]}{2} = \frac{0.1}{2} = 0.05 mol.l^{-1}$$

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

$$M(H_2SO_4) = 98 g.mol^{-1}$$

$$m = 5 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3} \times 98$$

$$m = 0.245 g$$

٣- $C_2 = \frac{C_1 V_1}{V_2}$

$$C_2 = \frac{5 \times 10^{-2} \times 10}{100}$$

$$C_2 = 5 \times 10^{-3} mol.l^{-1}$$

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

$$PH' = 2$$

المسألة الخامسة:

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

- ١- احسب $[OH^-]$ المحلول.
- ٢- احسب التركيز الابتدائي للمحلول.
- ٣- احسب ثابت تأين النشادر.
- ٤- يمدد المحلول السابق 100 مرة احسب PoH المحلول الناتج عن التمديد.

الحل:

١- $[OH^-] = 10^{-PoH}$

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

٢- $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \times 100\%$

$$C_b = \frac{[OH^-]}{\alpha} \times 100\%$$

$$C_b = \frac{10^{-3} \times 100\%}{2\%}$$

$$C_b = 0.05 mol.l^{-1}$$

٣- بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الأساس

$$[OH^-] = \sqrt{k_b \cdot C_a}$$

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b} = \frac{10^{-6}}{5 \times 10^{-2}}$$

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

٤-

$$C_2 = \frac{C_1 V_1}{100 V_1} = \frac{5 \times 10^{-2}}{100}$$

$$[OH^-]' = \sqrt{k_b \cdot C_b'}$$

$$[OH^-]' = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-4}}$$

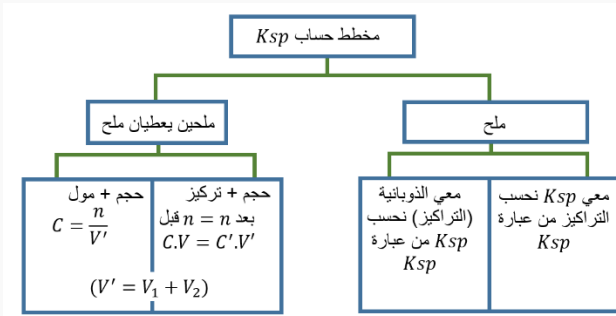
$$[OH^-]' = 10^{-4} mol.l^{-1}$$

$$PoH' = 4$$

مثال خارجي: محلول مائي للنشادر تركيزه الابتدائي $0.05 mol.l^{-1}$

وثابت تأين النشادر $K_b = 2 \times 10^{-5}$ والمطلوب:

- ١- أحسب تركيز $[NH_4^+]$.



تطبيق:

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

- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
- احسب تركيز كل من أيونات الرصاص وأيونات الكلوريد في المحلول.
- 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؟ اقترح طريقة ثانية لترسيب الملح.

الحل:

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

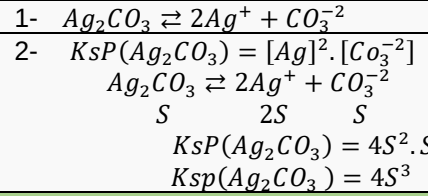
تطبيق:

محلول مائي 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 $g.l^{-1}$

الحل:

1- $AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$	
2- $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$	
$S \quad S \quad S$	
حيث: $S = C \text{ mol.l}^{-1}$	
$K_{sp}(AgCl) = [Ag^{+}] \cdot [Cl^{-}]$	
$625 \times 10^{-12} = S^2$	
$S = 25 \times 10^{-6} = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$	
$[Ag^{+}] = S = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$	
$[Cl^{-}] = S = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$	
3- $S_{g.l^{-1}} = S_{mol.l^{-1}} \times M$	
$M_{AgCl} = 143.5 \text{ g.mol}^{-1}$	
$S_{g.l^{-1}} = 25 \times 10^{-6} \times 1435 \times 10^{-1}$	



تطبيق:

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

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

الحل:

$$S_{g.l^{-1}} = S_{mol.l^{-1}} \times M$$

$$S_{mol.l^{-1}} = \frac{S_{g.l^{-1}}}{M} \quad M(CaSO_4): 136 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$S_{mol.l^{-1}} = \frac{0.68 \times 10^{-2}}{136} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$CaSO_4 \rightleftharpoons Ca^{+2}_{(aq)} + SO_4^{-2}_{(aq)}$$

$$S \quad S \quad S$$

$$K_{sp}(CaSO_4) = [Ca^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$K_{sp}(CaSO_4) = S \cdot S$$

$$K_{sp}(CaSO_4) = 25 \times 10^{-6}$$

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- $K_{sp}(BaSO_4) = [Ba^{+2}] \cdot [SO_4^{-2}]$	
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 فينتاقص تركيز أيونات الفوسفات و يصبح $K_{sp} < Q$ المحلول غير مشبع فتذوب كمية إضافية من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم حتى الوصول إلى حالة توازن جديدة وهذا يتفق مع لوشاتولييه.	
إذابته	إضافة حمض قوي

$[SO_4^{2-}] = \frac{1 \times 10^{-5}}{1000 \times 10^{-3}}$ $Ksp(BaSO_4) = [Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$ $Ksp(BaSO_4) = 1 \times 10^{-5} \times 10^{-5}$ $Ksp(BaSO_4) = 1 \times 10^{-10}$	٢- 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 شاتولييه.
--	---

اختر الإجابة الصحيحة:

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

حلمة الأملاح:

تذكرة:

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

تطبيق:

اكتب معادلة إمالة كلوريد البوتاسيوم، ثم حدد طبيعة الوسط مفسراً الإجابة.	الحل:
$KCl \xrightarrow{H_2O} K^+ + Cl^-$	الوسط معتدل $PH = 7$ لأن أيونات الملح حيادية لا تتفاعل مع الماء.

تطبيق:

لديك المحاليل المائية المتساوية في التراكيز الآتية: $(NaCl \setminus HCl) \setminus (HCOONa \setminus NH_4NO_3 \setminus Ca(OH)_2)$	الـ PH :
الحل:	
$HCl \rightarrow NH_4NO_3 \rightarrow NaCl \rightarrow HCOONa \rightarrow Ca(OH)_2$	

أولاً: حلمة ملح ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف:

تطبيق:

١- اكتب معادلة إمالة الملح.	٢- اكتب معادلة حلمة الملح ثم حدد طبيعة الوسط الناتج.	٣- اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح بدلالة التراكيز، وبدلالة ثابت تأين الماء (استنتج).
-----------------------------	--	--

الحل:

١- $NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + NO_3^-$	٢- $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$
الوسط حمضي بسبب ظهور أيونات الهيدرونيوم في معادلة الحلمة $PH < 7$	
٣- $Kw = K_h \cdot K_b$ / $K_h = \frac{[NH_3] \cdot [H_3O^+]}{[NH_4^+]}$	

ثانياً: حلمة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي:

تطبيق:

١- اكتب معادلة إمالة هذا الملح.

$S_{g.l^{-1}} = 3587 \times 10^{-7} g.l^{-1}$
تطبيق:
محلول مائي مشبع لملاح كلوريد الرصاص قليل الذوبان ذوبانيته $S = 2 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$ ، والمطلوب:
١- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
٢- احسب قيمة جداء الذوبان Ksp .
٣- يضاف إلى المحلول السابق ملح نترات الرصاص الذائب بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-2} mol.l^{-1}$
- 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	S
$2S$	
$Ksp(PbCl_2) = [Pb^{2+}] \cdot [Cl^-]^2$	$Ksp(PbCl_2) = S \times (2S)^2$
$Ksp(PbCl_2) = 2 \times 10^{-2} \times (4 \times 10^{-2})^2$	$Ksp(PbCl_2) = 2 \times 10^{-2} \times 16 \times 10^{-4}$
$Ksp(PbCl_2) = 32 \times 10^{-6}$	
3- $Pb(NO_3)_2 \rightarrow Pb^{2+} + 2NO_3^-$	
10^{-2}	10^{-2}
2×10^{-2}	
$[Pb^{2+}]' = [Pb^{2+}]_{PbCl_2} + [Pb^{2+}]_{Pb(NO_3)_2}$	
$[Pb^{2+}]' = 2 \times 10^{-2} + 10^{-2}$	
$[Pb^{2+}]' = 3 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$	
$Q = [Pb^{2+}]' \cdot [Cl^-]^2$	
$Q = 3 \times 10^{-2} \times 16 \times 10^{-4}$	
$Q = 48 \times 10^{-6}$	
- $Q > Ksp$ المحلول فوق مشبع ويترسب قسم من ملح كلوريد الرصاص.	

تطبيق:

يضاف 100ml 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:
١- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لملاح كلوريد الرصاص.	٢- بين حسابياً إن كان جزء من ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا؟

الحل:

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

تطبيق:

يضاف 200 ml من محلول يحتوي $1 \times 10^{-5} mol$ من كلوريد الباريوم إلى 800ml من محلول يحتوي على $1 \times 10^{-5} mol$ من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلول مشبع من كبريتات الباريوم، والمطلوب:	١- احسب قيمة جداء الذوبان لملاح كبريتات الباريوم.
٢- يضاف قطرات من محلول حمض الكبريت المركز إلى المحلول المشبع السابق، ماذا تتوقع أن يحدث؟ فسر إجابتك وبين إذا كان ذلك يتفق مع لوشاتولييه.	

الحل:

١- $BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+} + SO_4^{2-}$	$C = \frac{n}{V}$
$[Ba^{2+}] = \frac{1 \times 10^{-5}}{1000 \times 10^{-3}}$	$[Ba^{2+}] = 1 \times 10^{-5} mol.l^{-1}$

تطبيق ١ :

- محلول مائي لملاح كلوريد الأمونيوم تركيزه 0.18 mol.l^{-1} إذا علمت أن ثابت تأين محلول النشار عند الدرجة 25°C يساوي 1.8×10^{-5} احسب:
- ١- قيمة ثابت الحملة لهذا الملح.
 - ٢- احسب قيمة $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$.
 - ٣- قيمة PH المحلول ثم حدد طبيعة الوسط.
 - ٤- النسبة المئوية المتحللة من هذا الملح.

الحل:

١- $KNO_3 \rightarrow K^+ + NO_3^-$	
$\Rightarrow Kh = \frac{Kw}{Kb} = \frac{10^{-14}}{18 \times 10^{-6}} = \frac{1}{18} \times 10^{-8}$	
٢- $NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$	
$Kh = \frac{x^2}{0.18}$	
$\frac{1}{18} \times 10^{-8} = \frac{x^2}{18 \times 10^{-2} - x}$	
$x^2 = 10^{-10} \Rightarrow x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$	
$[H_3O^+] = x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$	
$\Rightarrow [OH^-] = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$	
٣- $PH = 5$	
٤- $y = \frac{100 \times 10^{-5}}{18 \times 10^{-2}} = \frac{1}{18} \times 10^{-1} \%$	

تطبيق ٢ :

- محلول مائي لملاح كلوريد الأمونيوم تركيزه 0.2 mol.l^{-1} ، وله قيمة $PH = 5$ ، والمطلوب:
- ١- اكتب معادلة حملة هذا الملح.
 - ٢- احسب قيمة ثابت الحملة.
 - ٣- احسب قيمة ثابت تأين النشار.
 - ٤- 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:

١- $NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$ إمارة	
٢- $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$	
$[H_3O^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$	
$Kh = \frac{x^2}{0.2}$	
$Kh = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-10}$	
٣- $Kw = Kh \cdot Kb$	
$\Rightarrow Kb = \frac{Kw}{Kh} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = \frac{1}{5} \times 10^{-4}$	
$\Rightarrow K_p = 2 \times 10^{-5}$	
$x' = \frac{Kh \times 0.2}{0.01}$	
$x' = \frac{5 \times 10^{-10} \times 2 \times 10^{-1}}{10^{-2}}$	
$x' = 10^{-8} \text{ mol.l}^{-1}$	
$y = \frac{100 \times 10^{-8}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-6} \%$	

تطبيق ٣ :

- محلول مائي لملاح خلات البوتاسيوم تركيزه 0.2 mol.l^{-1} فإذا علمت أن: $PH = 9$ له عند الدرجة 25°C ، والمطلوب:
- ١- اكتب معادلة حملة هذا الملح.
 - ٢- احسب قيمة $[H_3O^+]$.
 - ٣- احسب قيمة ثابت الحملة للمحلول الملحي.
 - ٤- احسب ثابت تأين حمض الخل.
 - ٥- احسب النسبة المئوية المتحللة.
 - ٦- ما طبيعة الوسط الناتج من الحملة؟ علل إجابتك.

الحل:

١- $CH_3COOK \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + K^+$ إمارة	
حملة $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$	

- ٢- اكتب معادلة حملة الملح ثم حدد طبيعة الوسط الناتج.
- ٣- اكتب عبارة ثابت حملة هذا الملح بدلالة التراكيز / وبدلالة ثابت تأين الماء (استنتج)

الحل:

١- $NaCN \xrightarrow{H_2O} Na^+ + CN^-$	
٢- $CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$	
٣- $Kw = Kh \cdot Ka$ / $Kh = \frac{[HCN] \cdot [OH^-]}{[CN^-]}$	

ثالثاً: حملة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف

- تطبيق: محلول مائي لملاح خلات الأمونيوم، والمطلوب:
- ١- اكتب معادلة إمارة الملح.
 - ٢- اكتب معادلة حملة هذا الملح؟
 - ٣- عبارة ثابت حملة هذا الملح Kh بدلالة التراكيز / بدلالة ثابت تأين الماء.

الحل:

١- $CH_3COONH_4 \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + NH_4^+$	
٢- $CH_3COO^- + NH_4^+ \rightleftharpoons CH_3COOH + NH_3$	
٣- $Kh = \frac{[CH_3COOH] \cdot [NH_3]}{[CH_3COO^-] \cdot [NH_4^+]}$	
$Kw = Kh \cdot Ka \cdot Kb \Rightarrow Kh = \frac{Kw}{Ka \cdot Kb}$	

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/KCl (b)	$HCOOH/HCOOK$ (a)
$NaOH/NaNO_3$ (d)	$NH_4OH/NaCl$ (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:

$$C_2 = \frac{16 \times 10^{-1}}{4}$$

$$\Rightarrow C_2 = 4 \times 10^{-10} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$Na_2CO_3 \rightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-}$$

$$4 \times 10^{-1} \quad 8 \times 10^{-1} \quad 4 \times 10^{-1}$$

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:

$$C_2 = \frac{24 \times 10^{-1}}{4}$$

$$\Rightarrow C_2 = 0.6$$

الجواب: (a)

فسر ما يلي:

- ١- ذوبان ملح نترات البوتاسيوم في الماء لا يعد حملة؟
- ج: لأن الأيونات الناتجة عن تأين هذا الملح حيادية لا تتفاعل في الماء.
- ٢- 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.
- ٣- 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.

مخطط حساب Kh

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

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

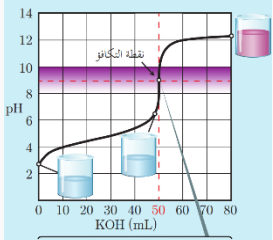
- ٨- ما أفضل مشعر يجب استخدامه مع التفسير.
٩- اكتب القانون المعبر عن المعايرة.

الحل:

- ١- $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$
٢- $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$
٣- نقطة نهاية المعايرة / نقطة التكافؤ.
٤- E : معتدل لأن $PH = 7$
٥- A : الوسط أساسي لأن $PH > 7$
٦- B : الوسط حمضي لأن $PH < 7$
٧- $PH = 1$
٨- الوسط أساسي.
٩- $PH = 7$ لأن أيونات الملح الناتجة عن معايرة حمض قوي بأساس قوي حيادية لا تتفاعل مع الماء.
١٠- أزرق بروم التيمول لأن مداه (7.6 → 6) يحوي قيمة PH نقطة نهاية المعايرة.
١١- $n(H_3O^+) = n(OH^-)$
١٢- $C_1V_1 = C_2V_2$

الحالة الثانية: معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:

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



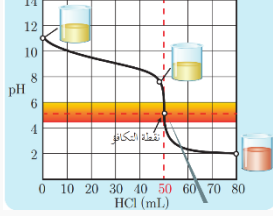
- ١- اكتب المعادلة الكيميائية والأيونية المعبرة.
٢- ماذا نسمي النقطة E ?
٣- حدد طبيعة الوسط في $B/A/E$ مع التفسير.
٤- حدد طبيعة الوسط وقيمة PH عند الوصول إلى نقطة نهاية المعايرة مع التفسير.
٥- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة؟ مع التفسير؟
٦- اكتب القانون المعبر عن هذه المعايرة.

الحل:

- ١- $CH_3COOH + KOH \rightarrow CH_3COOK + H_2O$
٢- $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$
٣- نقطة نهاية المعايرة أو نقطة التكافؤ.
٤- E : الوسط أساسي لأن $PH > 7$
٥- A : الوسط حمضي لأن $PH < 7$
٦- B : الوسط معتدل لأن $PH = 7$
٧- $PH = 8.72$ لأن أيونات الخل الناتجة تسلك سلوك أساس ضعيف.
٨- الفينول فتالين لأن مداه 10 → 8.2 يحوي قيمة PH نقطة نهاية المعايرة.
٩- $n(CH_3COOH) = n(OH^-)$
١٠- $C_1V_1 = C_2V_2$

الحالة الثالثة: معايرة أساس ضعيف لحمض قوي:

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



- ١- اكتب المعادلة الكيميائية والأيونية المعبرة.
٢- ماذا نسمي النقطة E .
٣- حدد طبيعة الوسط $B/A/E$ مع التفسير.
٤- حدد طبيعة الوسط وقيمة PH عند الوصول إلى نقطة نهاية المعايرة مع التفسير.
٥- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة مع التفسير؟
٦- اكتب القانون المعبر عن هذه المعايرة.

الحل:

- ١- $NH_4OH + HCl \rightarrow NH_4Cl + H_2O$
٢- $NH_4OH + H_3O^+ \rightarrow NH_4^+ + 2H_2O$
٣- نقطة نهاية المعايرة أو نقطة التكافؤ.
٤- E : الوسط حمضي لأن $PH < 7$
٥- A : الوسط معتدل لأن $PH = 7$
٦- B : الوسط أساسي لأن $PH > 7$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$Kh = \frac{x^2}{0.2}$$

$$Kh = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-10}$$

$$Kw = Kh \cdot Ka$$

$$\Rightarrow Ka = \frac{Kw}{Kh} = \frac{10 \times 10^{-15}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5}$$

$$y = \frac{100 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-3} \%$$

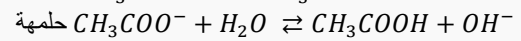
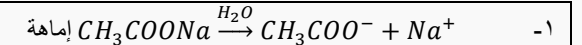
٦- الوسط أساسي لأن $PH > 7$.

تطبيق ٤:

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

- ١- احسب قيمة POH هذا المحلول.
٢- استنتج طبيعة المحلول الناتج.
٣- يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول $NaOH$ بحيث تركيزه 0.01 mol.l^{-1} ، احسب النسبة المئوية المتحللة من ملح خلالات الصوديوم في هذه الحالة.

الحل:



$$Kw = Kh \cdot Ka$$

$$Kh = \frac{Kw}{Ka} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10}$$

$$Kh = \frac{x^2}{0.2}$$

$$x^2 = 5 \times 10^{-10} \times 2 \times 10^{-1}$$

$$x^2 = 10^{-10} \Rightarrow x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$PoH = 5$$

الوسط أساسي لأن $PH > 7$

$$x' = \frac{5 \times 10^{-10} \times 2 \times 10^{-1}}{10^{-2}} = 10^{-8} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$y = \frac{100 \times 10^{-8}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-6} \%$$

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



- ١- أي المنحنيات تشير لإضافة HNO_3 ؟
٢- أي المنحنيات تشير لإضافة Na_2CO_3 ؟
٣- أي المنحنيات تشير لإضافة $NaNO_3$ ؟

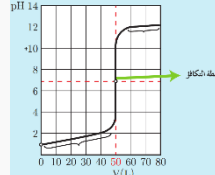
المعايرة الحجمية

الحالة الأولى: معايرة حمض قوي بأساس قوي:

تمرين:

لديك المخطط المجاور يبين تغير قيمة PH لمعايرة حمض كلور الماء

لهيدروكسيد الصوديوم، والمطلوب:



- ١- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.
٢- اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن التفاعل الحاصل.
٣- ماذا نسمي النقطة E .
٤- حدد طبيعة الوسط في $A/B/E$.
٥- ما قيمة PH عند بداية المعايرة.
٦- ما طبيعة الوسط عند إضافة قطرات من هيدروكسيد الصوديوم بعد الوصول لنقطة نهاية المعايرة.
٧- ما قيمة PH عند نهاية المعايرة مع التفسير.

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

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

$$V_1 = 20\text{mL} \quad C_1 = ? \quad \text{HCOOH}$$

$$\text{HCOOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \quad -1$$

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

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

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

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

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

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

$$-4 \quad \text{الفينول فتالين.}$$

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

- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الأمونيوم المستعمل.

الحل:

المعطيات:

$$V_2 = 5\text{mL} \quad C_2 = ? \quad \text{mol.l}^{-1} \quad \text{NH}_4\text{OH}$$

$$V_1 = 25\text{mL} \quad C_1 = 10^{-1} \text{mol.l}^{-1} \quad \text{HNO}_3$$

$$\text{HNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O} \quad -1$$

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{NH}_4\text{OH})$$

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

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

محلول مائي لحمض كلور الماء تركيزه 10⁻² mol.l⁻¹، والمطلوب:

- احسب قيمة PH المحلول.
- لمعايرة 20mL من محلول الحمض السابق يلزم 5mL من هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز 0.02 mol.l⁻¹ وحجم V₂ 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:

- بما أن الحمض قوي وأحادي الوظيفة الحمضية
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{mol.l}^{-1}$$

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(10^{-2}) \Rightarrow \text{PH} = 2$$

المعطيات:

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

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

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

$$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} \quad -a$$

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)_1 + n(\text{OH}^-)_2 \quad -b$$

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

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

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

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

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

$$\text{PH}' = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]' = 10^{-\text{PH}'} \quad -c$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = 10^{-3} \text{mol.l}^{-1} \Rightarrow C_a' = 10^{-3} \text{mol.l}^{-1}$$

بعد n = n قبل

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

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

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

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.

$$-4 \quad \text{PH} = 5.27 \quad \text{الوسط حمضي لأن أيونات الأمونيوم الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك حمض ضعيف.}$$

$$-5 \quad \text{أحمر الميثيل لأن مداه 6.2} \rightarrow 4.2 \text{ يحوي قيمة PH نقطة نهاية المعايرة.}$$

$$-6 \quad n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{NH}_4\text{OH})$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

مخطط مسائل المعايرة:

1. معايرة حمض بأساس
$n(\text{حمض}) = n(\text{أساس})$
$C_1 V_1 = C_2 V_2$
2. معايرة حمض بأساسين:
$n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)_1 + n(\text{OH}^-)_2$
$C \cdot V = C_1 V_1 + C_2 V_2$
3. معايرة أساس بحمضين:
$n(\text{OH}^-) = n(\text{H}_3\text{O}^+) + n(\text{H}_3\text{O}^+)$
$C \cdot V = C_1 V_1 + C_2 V_2$
4. حساب كتلة الحمض أو الأساس:
$m = C \cdot \text{mol.l}^{-1} \times V \times M$
5. حساب تركيز الملح:
$n(\text{ملح}) = n(\text{حمض أو أساس})$
$C \cdot V = \frac{C_1 V_1}{C_2 V_2}$
6. حساب كتلة الملح:
$n(\text{ملح}) = n(\text{ملح أو أساس})$
$\frac{m}{M_{\text{ملح}}} = \frac{C_1 V_1}{C_2 V_2}$

تطبيق:

يؤخذ 20mL من حمض الكبريت تركيزه 0.05 mol.l⁻¹ ويضاف إلى 10mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى تمام التعديل، والمطلوب:

- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة.
- احسب تركيز هيدروكسيد الصوديوم المستعمل.
- ما قيمة PH المحلول الناتج عن المعايرة.
- اكتب اسم أفضل مشعر يجب استخدامه.
- احسب التركيز المولي الحجمي لملح كبريتات الصوديوم الناتج.

الحل:

المعطيات:

$$V_2 = 10\text{mL} \quad C_2 = ? \quad \text{NaCl}$$

$$V_1 = 20\text{mL} \quad C_1 = 5 \times 10^{-2} \text{mol.l}^{-1} \quad \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \quad -1$$

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-) \quad -2$$

$$2C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

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

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

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

$$-5 \quad n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_3\text{O}^-)$$

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

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

$$n(\text{NaSO}_4) = n(\text{OH}^-) \quad \text{حل آخر:}$$

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

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 المعاير.
-3 احسب كتلة حمض النمل اللازم لتحضير 400mL من محلوله السابق.
-4 أتعرف أفضل المشعرات الواجب استخدامه.

الحل:

المعطيات:

مكتفة الكيمياء إعداد المدرس محمد رشيد

-C الوسط معتدل، $PH = 7$ لأن أيونات الملح الناتجة عن معايرة حمض قوي لأساس قوي حيادية لا تتفاعل مع الماء.

الكيمياء العضوية

الأغوال

الصيغة العامة: $R - OH$

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

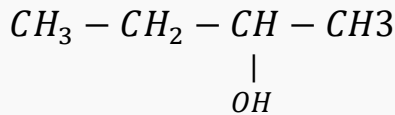
غول أولي	غول ثانوي	غول ثالثي
$\begin{array}{c} H \\ \\ R - C - OH \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} R' \\ \\ R - C - OH \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} R' \\ \\ R - C - OH \\ \\ R'' \end{array}$

تسمية الأغوال بحسب الـ IUPAC:

تطبيق:

سم المركبات الآتية بحسب الـ IUPAC:

١.



البوتان - 2 - ول

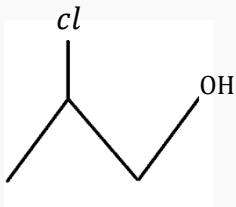
٢. C_2H_5OH



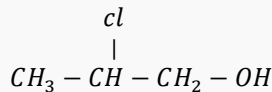
الإيثانول

٣. $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$

البروبان - 1 - ول



٤. 2- كلورو البروبان - 1 - ول:



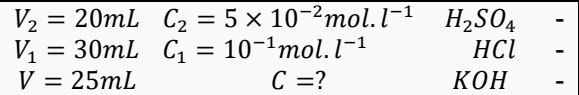
٥. البوتان - 1 - ول (البوتانول):



٢- حساب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقي في العينة

٣- النسبة المئوية للشوائب في العينة.

الحل:



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

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

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

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

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

$$M_{KOH} = 56g.mol^{-1} \quad -2$$

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

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

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

$$m' = 2.8 - 2.24 = 0.56g \quad -3$$

كل 2.8g تحوي شوائب 0.56g

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:

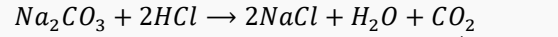
١- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة.

٢- احسب تركيز كربونات الصوديوم في المحلول السابق.

٣- احسب النسبة المئوية لكل من الملح.

الحل:

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



$$n(Na_2CO_3) = n(H_3O^+) \quad -2$$

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

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

$$m = C mol.l^{-1} \times V \times M \quad -3$$

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

$$m = 1.06g$$

كل 4.24g يحوي من كربونات الصوديوم 1.06g

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 الازوت تركيزه $0.1 mol.l^{-1}$ ، والمطلوب:

١- اكتب معادلة تأين الحمض.

٢- احسب قيمة PH لمحلول الحمض السابق.

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

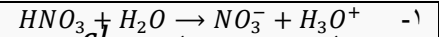
ذي التركيز $0.2 mol.l^{-1}$ ، والمطلوب:

a- احسب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم لإتمام المعايرة.

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

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

الحل:



٢- بما أن الحمض قوي وأحادي الوظيفة الحمضية.

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

$$PH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow PH = -\log(10^{-1}) = 1 \quad -3$$

$$C_2 = 2 \times 10^{-1} mol.l^{-1} \quad V_1 = 50 mL \quad -a$$

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

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

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

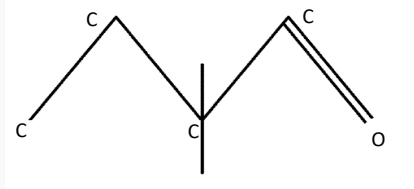
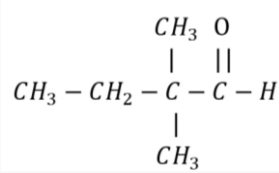
$$m = C mol.l^{-1} \times V \times M \quad -b$$

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

$$m = 1.6 g$$

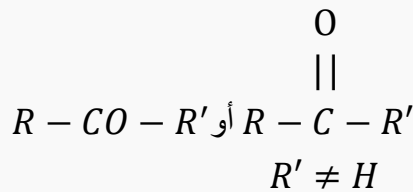
2، 2- ثنائي ميثيل البوتانال

2. 2- ثنائي ميثيل البوتانال.

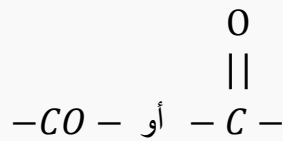


الكيتونات

الصيغة العامة:



الزمرة الوظيفية:



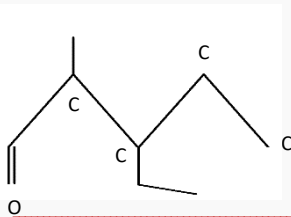
لا تأتي في طرف السلسلة

اسم اللاحقة: ون.

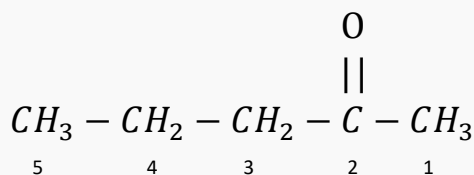
تسمية الكيتونات:

تطبيق:

سمّ المركبات الآتية بحسب الـ IUPAC:



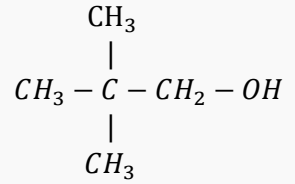
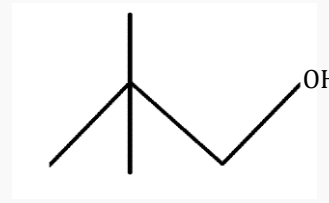
البنتان - 2 - ون



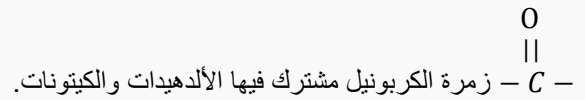
البروبان - 2 - ون (البروبانون)

الاسم الشائع (الاسيتون).

٦. 2. 2- ثنائي ميثيل البروبان - 1 - ول



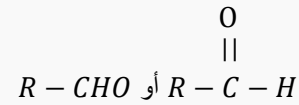
الألدهيدات والكيتونات



الزمرة الكربونيل مشترك فيها الألدهيدات والكيتونات.

أولاً: الألدهيدات:

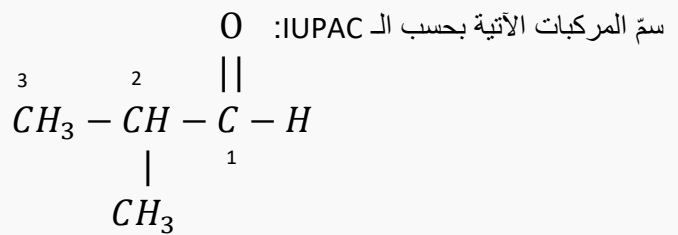
الصيغة العامة:

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

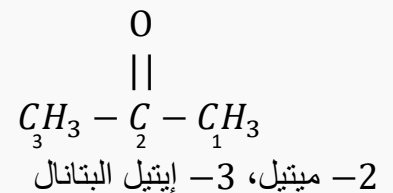
اسم اللاحقة: آل.

تسمية الألدهيدات.

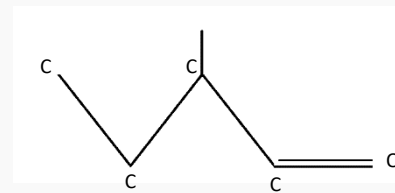
تطبيق:



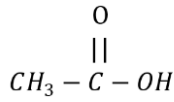
2- ميثيل البروبانال.



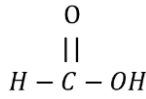
2- ميثيل، 3- إيثيل البنتانال



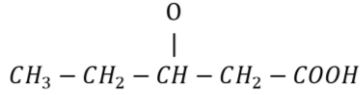
2- ميثيل البوتانال



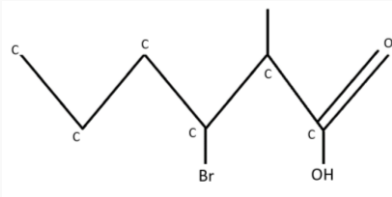
حمض الريتانويك (حمض الخل) شائع. ٣.



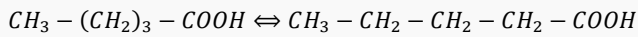
حمض الميتانويك (حمض النمل) شائع. ٤.



حمض 3- هيدروكسي البنتانويك. ٥.

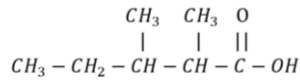
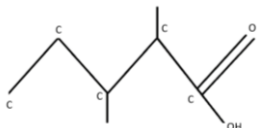


حمض 2- ميتيل، 3- برومو الهكسانويك. ٦.



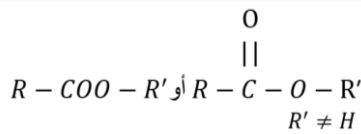
حمض البنتانويك

٧. حمض 2. 3- ثنائي ميتيل البنتانويك.

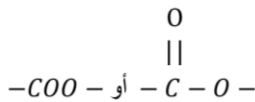


مشتقات الحموض الكربوكسيلية

أولاً: الاسترات:
الصيغة العامة:



الزمرة الوظيفية:



لا تأتي في طرف السلسلة.

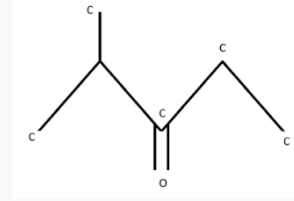
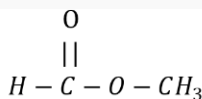
اسم اللاحقة: وات.

تسمية الاسترات:

تطبيق:

سمّ المركبات الآتية بحسب الـ IUPAC:

١.

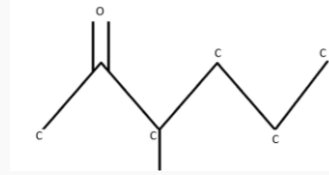
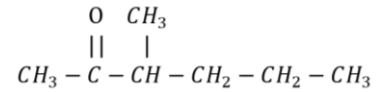


2- ميتيل البنتان - 3- ون.

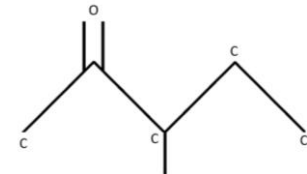
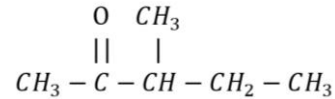
تطبيق:

اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركبات التالية:

1. 3- ميتيل هكسان - 2- ون.



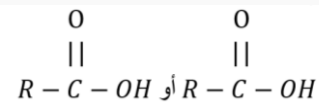
٢. 3- ميتيل بنتان - 2- ون.



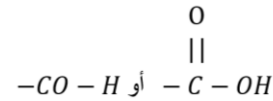
٣. 4- إيثيل الهكسان - 2- ون.

الحموض الكربوكسيلية

الصيغة العامة:



الصيغة الوظيفية:



وتأتي في طرف السلسلة دوماً.

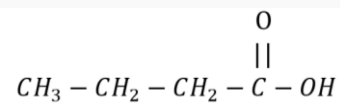
اسم اللاحقة: ونيك.

تسمية الحموض الكربوكسيلية:

تطبيق:

سمّ المركبات الآتية بحسب الـ IUPAC:

١.

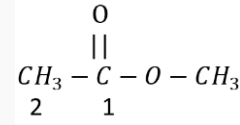


حمض البوتانويك.

٢.

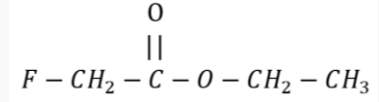
ميتانوات الميثيل.

٢.



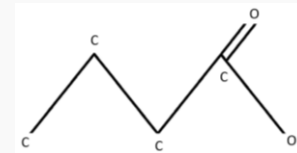
إيتانوات الميثيل

٣.



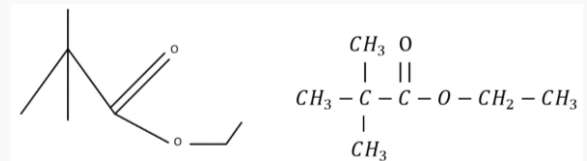
2- فلورو إيتانوات الإيثيل.

٤.

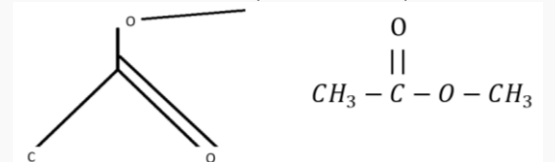


بوتانوات الميثيل.

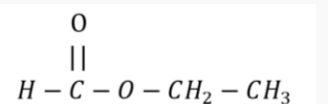
٥. ثنائي ميثيل بروبانات الإيثيل.



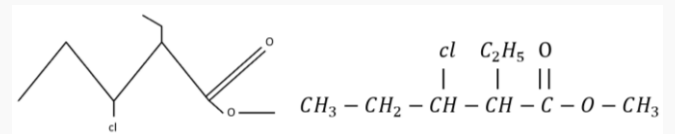
٦. خلاص الميثيل (إيتانوات الميثيل).



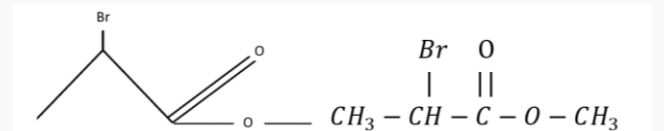
٧. نملات الإيثيل (ميتانوات الإيثيل):



٨. 3- كلورو، 2- إيثيل بنتانوات الميثيل.

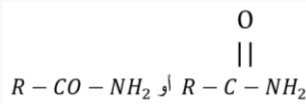


٩. 2- برومو بروبانات الميثيل

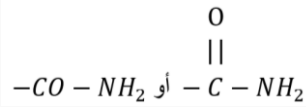


ثانياً: الأميدات:

الصيغة العامة:



الصيغة الوظيفية:



اسم اللاحقة: أميد.

تصنيف الأميدات:

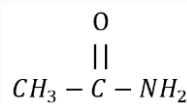
أميد أولي	أميد ثانوي	أميد ثالثي
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{N} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{N} - \text{R}' \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{N}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

تسمية الأميدات:

تطبيق:

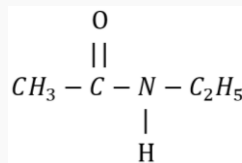
سمّ المركبات الآتية بحسب الـ IUPAC

١.



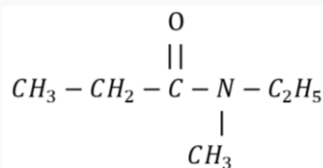
إيثان أميد (أسيت أميد).

٢.



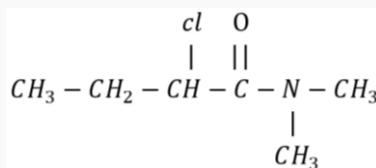
N- إيثيل إيثان أميد.

٣.



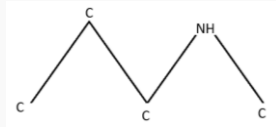
N- إيثيل، N ميثيل بروبانات أميد.

٤.



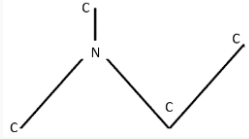
N.N - ثنائي ميثيل، 2- كلورو بوتان أميد.

٥. N.N - ثنائي ميثيل بروبانات أميد.



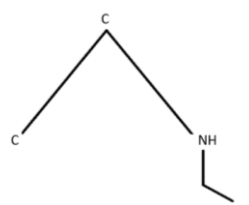
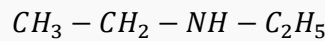
N -ميثيل بروبان أمين (N ميثيل بروبان - 1 - أمين).

٦.



N,N -ثنائي ميثيل إيثان أمين (N,N ثنائي ميثيل إيثان - 1 - أمين).

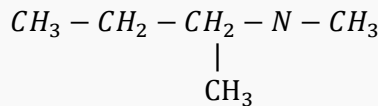
٧. إيثيل إيثان - 1 - أمين.



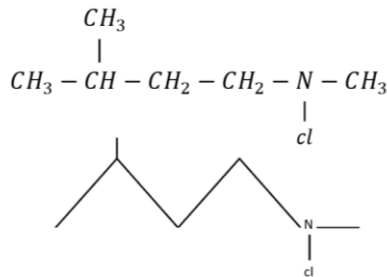
N -إيثيل بروبان - 1 - أمين.



N,N -ثنائي ميثيل بروبان - 1 - أمين.



١٠. ٣. N -ميثيل، N -كلورو، البوتان - 1 - أمين.



- تتفاعل الأغوال مع الحموض الكربوكسيلية لتعطي أستر وماء بوجود حفاز.

- البلمهة عند الأغوال إما داخلية لإعطاء الكن أو بين جزيئية لإعطاء إيثتر.

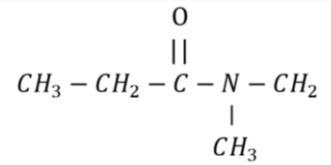
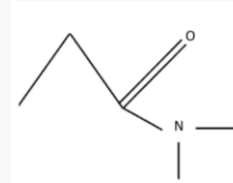
- تتأكسد الأغوال الأولية أكسدة تامة معطية حموض كربوكسيلية.

- تتأكسد الأغوال الثانوية أكسدة تامة معطية كيتونات.

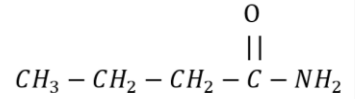
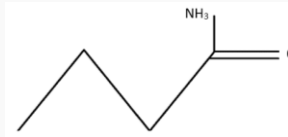
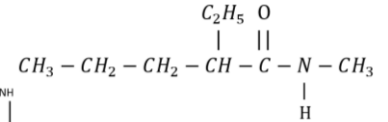
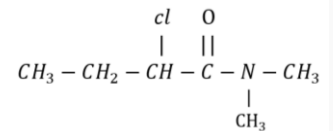
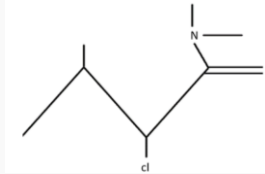
- تتأكسد الألدهيدات بسهولة إلى حموض كربوكسيلية.

- ترجع الألدهيدات إلى أغوال أولية.

- ترجع الكيتونات إلى أغوال ثانوية.



٦. البوتان أميد

٧. N -ميثيل، 2-إيثيل بنتان أميد٨. N,N -ثنائي ميثيل، 2-كلورو بوتان أميد

الأمينات:

الصيغة العامة: $R - NH_2$ الزمرة الوظيفية: $-NH_2$

اسم اللاحقة: أمين.

تصنيف الأمينات

الناشر	أمين أولي	أمين ثانوي	أمين ثالثي
H $ $ $H - N - H$	H $ $ $R - N - H$	R' $ $ $R - N - H$	R' $ $ $R - N - R''$

تسمية الأمينات:

تطبيق:

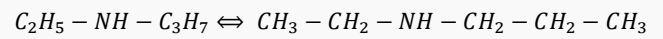
١. $C_2H_5 - CH_2 - NH_2$

(إيثان - 1 - أمين).

٢. $C_2H_5 - NH - C_2H_5$

(N-إيثيل إيثان - 1 - أمين)

٣.



(N-إيثيل بروبان - 1 - أمين).

٤.

(N-ميثيل بروبان - 1 - أمين).

٥.

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

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

ج: بسبب تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية حيث أن زمرة الكربوكسيل تتكون من زمرتين قطبيتين هما الهيدروكسيل إلكترونيلا بالإضافة إلى تشكيل رابطتين هيدروجينيتين بين محل جزيئتين من الحمض الكربوكسيلي.

٤. فسر تقول الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية مقارنة مع باقي المواد العضوية الموافقة.

ج: الزمرة الوظيفية المميزة للحموض الكربوكسيلية تحتوي على زمرتين قطبيتين هما زمرة الهيدروكسيد وزمرة الكربونيل.

٥. نقصان مزدوجة الحموض الكربوكسيلية في الماي بارتفاع كتلتها الجزيئية.

ج: بسبب نقصان مزدوجة الحموض الكربوكسيلية في الماء بارتفاع كتلتها الجزيئية.

٦. درجة غليان الحموض الكربوكسيلية أعلى من درجة غليان الألهيدات الموافقة.

ج: بسبب الرابطتين الهيدروجينيتين بين كل جزيئين من الحمض الكربوكسيلية بينما الألهيدات لا تشكل روابط هيدروجينية.

الاسترات:

١. 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.

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

ج: لعدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة ذات شديدة الكهرسلبية.

الأميدات:

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

ج: بسبب تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الأميدات الأولية والثانوية.

٣. فسر سبب عدم تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الأميدات الثالثية.

ج: بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية. المركب $N - N$ ثنائي مثيل إيتان أميد غير قادر على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاته.

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

الأمينات:

١. 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.

٢. فسر مزدوجة ميثان أمين شديدة في الماء.

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

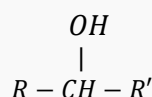
تطبيق:

غول ثانوي يحتوي على 25.66% 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.

- تتحلله 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 الأמיד في وسط حمض الحمض الكربوكسيلي والنشادر.

الأغوال:

١. مزدوجة (انحلال) الأيتانول في الماء بالنسب كافة.

ج: بسبب تشكل الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الأيتانول وجزيئات الماء.

٢. تتناقص مزدوجة الأغوال في الماء بازدياد كتلتها الجزيئية.

ج: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي OH على حساب تأثير الجزء غير القطبي R .

٣. درجة غليان الأغوال مرتفعة بسبب المقارنة مع الألكانات الموافقة لها بعدد ذرات الكربون.

ج: درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألكانات بسبب قدرة الأغوال على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، بينما لا تتشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الألكانات.

٤. تتفاعل الأغوال مع المعادن النشيطة.

ج: لأن المعادة النشيطة تستطيع إزاحة الهيدروجين في الرابطة $O - H$.

٥. الهكسان - أ،ل أقل مزدوجة في الماء من الأيتانول.

ج: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي OH على حساب تأثير الجزء غير القطبي R .

الألهيدات و الكيتونات:

١. كيف تتغير درجة غليان الألهيدات ودرجة غليان الكيتونات بحسب كتلتها المولي.

ج: تزداد درجة غليان الألهيدات و الكيتونات بازدياد كتلتها المولية.

٢. قارن بين درجة غليان الألهيدات و الأغوال الموافقة لها مع التفسير؟

ج: درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألهيدات و الكيتونات الموافقة لها، لأن قطبية الرابطة OH في الأغوال أقوى من قطبية الرابطة $C=O$ في الألهيدات و الكيتونات إضافة إلى أن جزيئات الأغوال تشكل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها بينما لا تشكل الألهيدات و الكيتونات روابط هيدروجينية.

٣. قارن بين درجة غليان الألهيدات و الألكانات الموافقة مع التفسير.

ج: درجة غليان الألهيدات و الكيتونات أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة، لأن قطبية روابط الألهيدات و الكيتونات أعلى من قطبية روابط الألكانات.

٤. قارن بين درجة غليان الكيتونات و الأيترات الموافقة مع التفسير.

ج: درجة غليان الكيتونات أعلى من الأيترات الموافقة لأن قطبية الرابطة $C=O$ في الألهيدات و الكيتونات أقوى من قطبية الرابطة $C - O - C$ في الأيترات.

٥. تقل مزدوجة الكيتونات في الماء بزيادة كتلتها الجزيئية.

ج: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي على حساب تأثير الجزء غير القطبي.

٦. تتأكسد الألهيدات بسهولة بينما تقاوم الكيتونات الأكسدة في الشروط ذاتها.

ج: بسبب وجود ذرة الهيدروجين مرتبطة بذرة الكربون الزمرة الكربونيلية في الألهيدات وعدم وجودها في الكيتونات.

الحموض الكربوكسيلية:

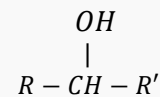
١. فسر الحموض الكربوكسيلية التي تحوي 4 - 1 تتمازج في الماء بالنسب كافة.

ج: بسبب تشكل الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الحموض الكربوكسيلية وجزيئات الماء.

٢. فسر نقصان مزدوجة الحموض الكربوكسيلية في الماء بازدياد كتلتها الجزيئية.

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

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



$$\begin{aligned} M &= R + R' + 12 + 2 + 16 \\ 60 &= R + R' + 30 \\ \Rightarrow R + R' &= 30 \end{aligned}$$

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

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

نعوض في ♦ :

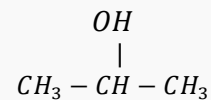
$$14n + 1 + 14n' + 1 = 30$$

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

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

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

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: $R - OH$

$$M = R + 16 + 1$$

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

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

$$14n = 56$$

$$C: C_4H_9 \leftarrow n = 4$$

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$$

(بوتانول)

الألكن المستعمل: بوتن.

مسألة:

ينتج من تفاعل البلمهة ما بين الجزيئية لحمض كربوكسيلي $R - COOH$ مركب عضوي كتلته المولية $102(g.mol^{-1})$.

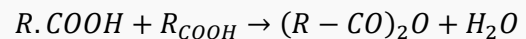
١. اكتب معادلة البلمهة ما بين الجزيئية.

٢. احسب الكتلة المولية للحمض الكربوكسيلي.

٣. استنتج صيغة الحمض والمركب العضوي وسمّه.

الحل:

١.



الكتلة المولية للناتج $(R - CO)_2O$

$$M' = 2R + 2C + 20 + 0$$

$$102 + 2R + 24 + 32 + 16$$

$$102 = 2R + 72 \rightarrow R = 15(g.mol.l^{-1})$$

$$R: C_nH_{2n} + 1$$

$$R = 14n + 1 = 15$$

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

$$٢. \text{ كتلة مولية للحمض } R - COOH$$

$$M = R + 12 + 16 + 16 + 1 = 15 + 45 = 60 g.mol^{-1}$$

$$٣. \text{ صيغة الحمض } CH_3 - COOH \text{ حمض الايتانويك}$$

صيغة المركب الناتج: $(CH_3 - CO)_2O$ بلا ماء حمض الأيتانويك.

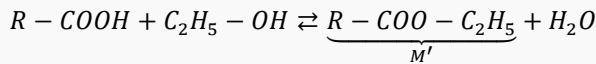
مسألة:

يتفاعل إيتانول مع حمض كربوكسيلي وحيد الوظيفة فيتشكل مركب عضوي كتلته المولية $88(g.mol^{-1})$.

١. معادلة التفاعل.

٢. استنتج صيغة الحمض المركب العضوي الناتج وسمّها.

الحل:



لكن:

$$M' = R + 12 + 16 + 16 + 24 + 5$$

$$88 = R + 73$$

$$R = 15(g.mol^{-1})$$

$$R: C_nH_{2n} + 1$$

$$R = 14n + 1 = 15$$

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

صيغة الحمض: $CH_3 - COOH$ حمض الايتانويك

صيغة المركب: $CH_3 - COO - C_2H_5$ إيتانول الايتل

مسألة:

تأكسد 23(g) من الايتانول أكسدة تامة ويكمل الحجم بالماء $\frac{1}{4}(l)$

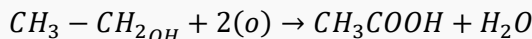
ثم يعاير المحلول الناتج بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $1 mol.l^{-1}$ المطلوب:

١. اكتب المعادلات المعيرة.

٢. احسب حجم NaOH المستعمل.

٣. احسب تركيز الملح الناتج عن المعيرة.

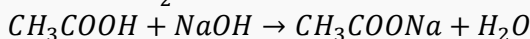
الحل:



$$46(g) \quad 1(mol)$$

$$23(g) \quad n(mol)$$

$$n = \frac{1}{2}(mol)$$



عند تمام المعايير

$$n(CH_3COOH) = n(CH_3COONa)$$

$$n = 1 = CV \times 1$$

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

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

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

مسألة:

محلول لحمض الخل تركيزه $0.05 mol.l^{-1}$ للحصول على 5(l) من محلول الحمض السابق يؤكسد الايتانول أكسدة تامة.

١. اكتب معادلة الأكسدة.

٢. احسب كتلة الايتانول اللازمة لذلك.

٣. يتفاعل 1(l) من الحمض تالسابق مع هيدروكسيد الصوديوم.

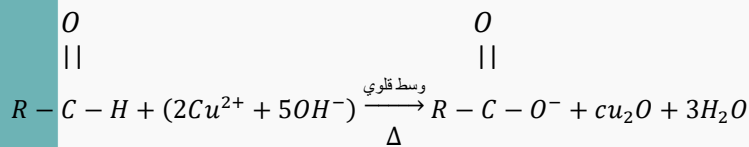
احسب كتلة الملح الناتج.

الحل:

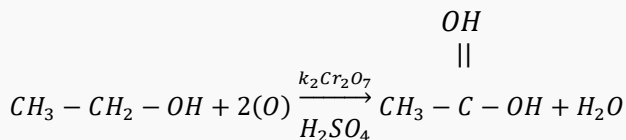
نحسب عدد مولات حمض الخل في 5(l)

$$n_1 = C_1V_1 = 5 \times 10^{-2} \times 5 = 250 \times 10^{-2}(mol)$$

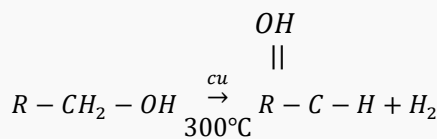
لا تشكل الكيتونات روابط هيدروجينية بين جزيئاتها لعدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهروسلبية مثل: N, O .
٦. يتفاعل الألدريد $R-CHO$ مع محلول فهلنغ، اكتب المعادلة المعبرة عن هذا التفاعل.



٧. يتفاعل الإيتانال مع محلول فهلنغ. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن هذا التفاعل، ووزانها.

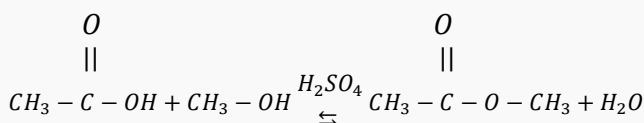


حمض إيتانويك
٨. يتفاعل الألدريد $R-CHO$ مع محلول تولن، اكتب المعادلة المعبرة عن هذا التفاعل.



مسحوق النحاس

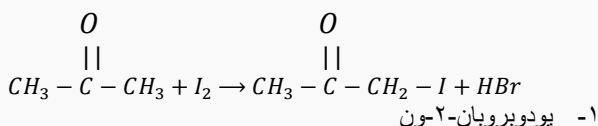
٩. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن ضم سيان الهيدروجين إلى البروبانول (الأسيتون) وسم المركب الناتج.



إيتانوات الميثيل

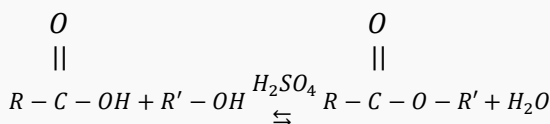
٢- هيدروكسي - ٢- ميثيل بروبان نتريل

١٠. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل اليود I_2 مع البروبانول (الأسيتون) في وسط حمضي

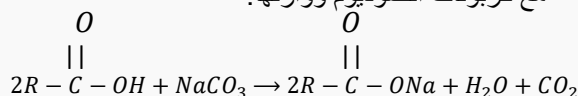


١- يودوبروبان-٢-ون

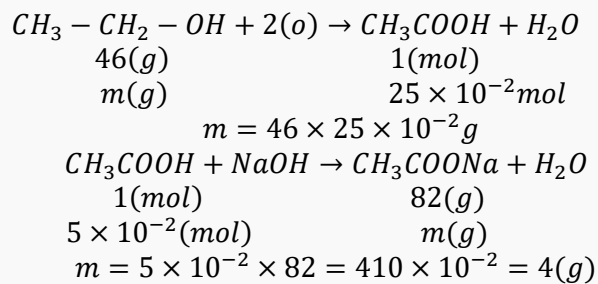
١١. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل حمض الإيتانويك مع $NaOH$. ثم اكتب اسم المركب العضوي الناتج.



١٢. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع كربونات الصوديوم ووزانها.

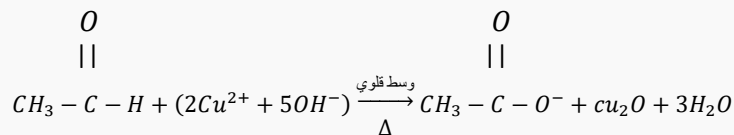


١٣. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع خماسي كلور الفوسفور وسم الناتج.

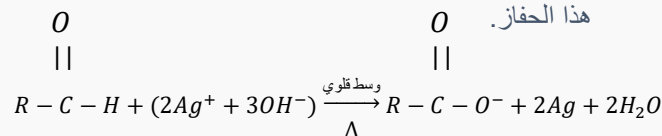


معادلات

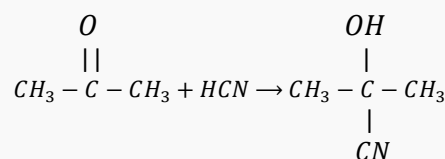
١. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الأكسدة التامة للإيتانول بمؤكسد قوي، ثم اكتب اسم المركب العضوي الناتج.



٢. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن نوع الهيدروجين من غول أولي في درجة حرارة مناسبة بوجود حفاز (وسيط). ثم اكتب اسم هذا الحفاز.



٣. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الإيتانويك مع الميثانول، بين اسم هذا النوع من التفاعلات وسم الناتج.



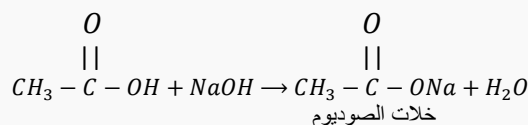
اسم التفاعل: أسترة.

٤. تتفاعل الحموض الكربوكسيلية وحيدة الوظيفة الحمضية مع

$R'-OH$ بوجود حمض الكبريت. المطلوب:

a- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

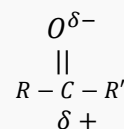
b- ماذا يسمى هذا التفاعل.

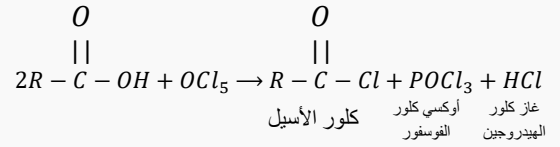


خلائ الصوديوم

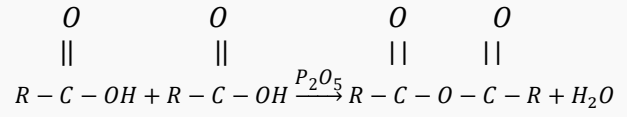
اسم التفاعل: أسترة.

٥. اكتب الصيغة العامة للكيتونات. موضعاً عليها استقطاب الزمرة الكربونيلية ثم بين لماذا لا تشكل الكيتونات روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

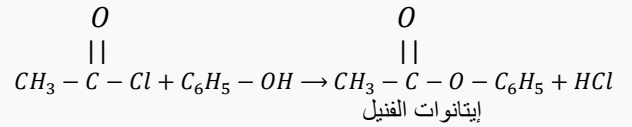




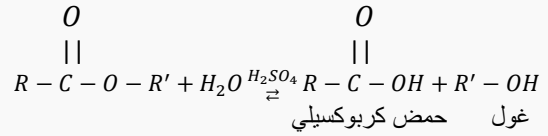
١٤. تتبله الحموض الكربوكسيلية بلمهة ما بين الجزيئية بوجود وسيط مناسب، اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن ذلك بالصيغ العامة، واذكر الوسيط المبله.



الحفاز المستعمل: خماسي أكسيد الفوسفور P_2O_5
١٥. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل كلوريد الأسثيل مع الفينول. وسم المركب العضوي الناتج.



١٦. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة حلمهة الأسترات. ماهي نواتج الحلمهة.



انتهت..