

تم تحميل الملف بواسطة : بوت مكتبتى التعليمية



انقر هنا للوصول إلى بوت مكتبتى التعليمية



بوت مكتبتى التعليمية : عبارة عن مكتبة إلكترونية تعليمية شاملة لغالبية ملفات المراحل الدراسية على تطبيق تيليجرام - يمكن الوصول لها عن طريق الرابط :

https://t.me/Science_2022bot

8- قارن بين جسيم بيتا والبوزيترون من حيث (موقع النواة التي تطلق كل منهما بالنسبة لحزام الاستقرار، التأثير بالحقل الكهربائي)

البوزيترون	جسيم بيتا
تطلقه النوى غير المستقرة الواقعة تحت حزام الاستقرار	تطلقه النوى غير المستقرة الواقعة فوق حزام الاستقرار
ينحرف نحو اللبوس السالب لمكثفة مشحونة	ينحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة

9- علل ما يلي:

• إطلاق النواة للإلكترونات المؤلفة لجسيمات بيتا؛

بسبب تحول نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فيطلق جسيم بيتا خارج النواة: ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1H + {}^0_{-1}e$ (المعادلة مطلوبة مع التعليل)

• إطلاق النواة للبوزيترون؛

بسبب تحول بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة فينطلق بوزيترون خارج النواة: ${}^1_1H \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e$ (المعادلة مطلوبة مع التعليل)

• يعد النوترون أفضل قذيفة نووية؛

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

• كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة؛

بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة.

• يرافق تفاعل الاندماج النووي طاقة هائلة؛

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

• عدم تأثر أشعة غاما بالحقل الكهربائي؛

لأنها أمواج كهرومغناطيسية عديمة الشحنة.

• تأثر كل من جسيمات ألفا وجسيمات بيتا بالحقل الكهربائي؛

لأن كل منهما يحمل شحنة كهربائية.

التفاعلات النووية

10- تتحول النوى غير المستقرة إلى نوى مستقرة تلقائياً وفق نشاط إشعاعي طبيعي (تحول نووي)، وهذا التحول له أربعة أنواع، عددها وبين متى يحدث كل منها، واكتب المعادلة العامة لكل منها.

المعادلة العامة	يحدث في	تحول من
${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + \text{Energy}$	النوى التي تقع فوق حزام الاستقرار	بيتا
${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e + \text{Energy}$	النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار	بوزيترون
${}^A_ZX + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + \text{Energy}$	النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار ولا تملك طاقة كافية لتحللي بوزيترون	أسر الكتروني
${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\text{He} + \text{Energy}$	يمكن أن يحدث في النوى التي يزيد عددها الذري عن 83	ألفا

الكيمياء النووية:

1- مرر تتكون النواة؟ 1) بروتونات p (موجبة). 2) نوتونات (معتدلة).

2- إلى ماذا تدل الرموز في ترميز الذرة A_ZX ؟

A: العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النوتونات

Z: العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات في الذرة المعتدلة.

3- ما هي النظائر؟

هي عناصر لها نفس العدد الذري وتختلف بالعدد الكتلي (بعدد النوتونات).

4- اذكر أسماء ورموز أهم الجسيمات النووية؟

الجسيم	نيوترون	بروتون	جسيم بيتا	جسيم ألفا	بوزيترون
الرمز	1_0n	1_1p	${}^0_{-1}e$ أو ${}^0_{-1}\beta$	${}^4_2\alpha$ أو ${}^4_2\text{He}$	${}^0_{+1}e$ أو ${}^0_{+1}\beta$

5- يوضح الشكل المجاور حزام الاستقرار

والمطلوب، وضغ فيه كيف تكون النسبة N/Z في

النوى ذات الأعداد الصغيرة والكبيرة.

النوى ذات الأعداد الصغيرة لها $N/Z \approx 1$

النوى ذات الأعداد الكبيرة لها $N/Z > 1$

6- ما هي سلاسل النشاط الإشعاعي؟

هي عبارة عن عدة تحولات نووية متسلسلة تجري على النواة المشعة (غير

المستقرة) لتصبح نواة مستقرة.

7- قارن بين جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة غاما من حيث (الطبيعة

والشحنة والكتلة والقدرة على تايين الغازات والنفوذية والسرعة بالنسبة

لسرعة الضوء والتأثر بالحقل الكهربائي والتأثر بالحقل المغناطيسي) (هامة)

من حيث	جسيمات ألفا (α)	جسيمات بيتا (β)	أشعة غاما
المتنبية	تطابق نواة الهيليوم ${}^4_2\text{He}$	إلكترونات عالية السرعة	أمواج كهرومغناطيسية طاقتها عالية جداً
الشحنة	تحمّل شحنتين موجبتين	تحمّل شحنة سالبة	لا تحمّل شحنة كهربائية
الكتلة	تساوي أربعة أضعاف كتلة البديروجين العادي	تساوي كتلة الإلكترون	ليس لها كتلة سكونية
تايين الغازات	تأين الغازات التي تمر من خلالها	أقل قدرة على تأين الغازات من جسيمات ألفا	أقل قدرة على تأين الغازات من جسيمات بيتا
النفوذية	نفوذيتها ضعيفة	نفوذيتها أكبر من نفوذيتها أكبر من	نفوذيتها أكبر من نفوذيتها أكبر من
السرعة بالنسبة لسرعة الضوء	0.05 c	0.9c	تساوي سرعة الضوء c
التأثر بالحقل الكهربائي	تنحرف نحو اللبوس السالب لمكثفة مشحونة	تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة	لا تتأثر
التأثر بالحقل المغناطيسي	تنحرف، بتأثير القوة المغناطيسية بجهة معاكسة لجهة الحراف ألفا	تنحرف، بتأثير القوة المغناطيسية	لا تتأثر

مكتفة الكيمياء (بكلوريا 2024) - إعداد المدرس طارق غربا - 0938639857

معلومات أساسية في درس الغازات:

الواحدات والتحويلات بينها	المتحول
$\text{atm} \xrightarrow{\times 10^5} \text{Pa} \xrightarrow{\times 10^{-3}} \text{kPa}$	الضغط P
$\text{mL} \xrightarrow{\times 10^{-3}} \text{L} \xrightarrow{\times 10^{-3}} \text{m}^3$	الحجم V
$^\circ\text{C} \xrightarrow{+273} \text{K}$ (الكلفن)	درجة الحرارة T "نستخدم دائماً الكلفن"
mol	عدد المولات n

قوانين درس الغازات:

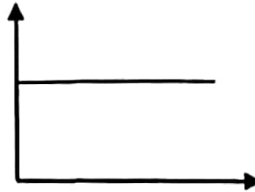

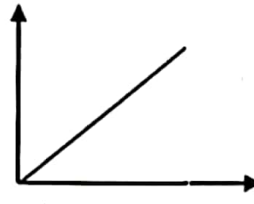
القانون	الاستخدام	نص القانون (+ ملاحظات):
قانون الغازات العام $PV = nRT$ مع أجل حالته مختلفيه لنفس الغاز يكون: $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = nR$	يستخدم عندما يُطلب أحد الحدود في العلاقة (الضغط مثلاً)، ويُعطى باقي المعلومات (عدد المولات، الحجم، درجة الحرارة)	من لدينا قيمتين لثابت الغازات العام R وهما: $0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ويستخدم عندما يكون الضغط مقدراً بـ atm والحجم بالتر. والقيمة $8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ويستخدم عندما يكون الضغط مقدراً بـ Pa والحجم بـ m^3
قانون بويل $P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{const}$	يستخدم عندما يكون في المسألة ضغطين ودرجتي حرارة.	جاء <u>حجم عينة</u> من غاز في ضغطه مقدار ثابت عند درجة حرارة ثابتة والعلاقة بينهما هي علاقة <u>عكسية</u> .
قانون شارل $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{const}$	يستخدم عندما يكون في المسألة حجمين ودرجتي حرارة	نسبة <u>حجم عينة</u> غازية إلى درجة حرارته مقدرة <u>بالكلفن</u> تساوي مقدراً ثابتاً عند ضغط ثابت والعلاقة بينهما هي علاقة <u>طردية</u> .
قانون أفوخادرو $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = V_{\text{mol}} = \text{const}$	يستخدم عندما يكون في القانون حجمين وعددي مولات أو يُطلب حجم الغاز في الشرطين النظاميين	يشغل <u>مول واحد</u> من أي غاز <u>الحجم ذاته</u> في الشروط المتماثلة من الضغط والحرارة ويعدى <u>بالحجم المولي</u> V_{mol} في الشرطين النظاميين: $V = V_{\text{mol}} \cdot n = 22.4 \times n$
قانون غاي لوساك $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	يستخدم عندما يكون في المسألة ضغطين ودرجتي حرارة	نسبة <u>ضغط عينة</u> من غاز إلى درجة حرارته مقدرة <u>بالكلفن</u> ثابتة عند حجم ثابت، والعلاقة بينهما هي علاقة <u>طردية</u> .
قانون الكثافة $d = \frac{PM}{RT}$	يستخدم عندما تُطلب أو تُعطى في نص المسألة الكثافة	تناسب <u>كثافة</u> الغاز طرداً مع ضغطه وكتلته المولية <u>وعكساً</u> مع درجة حرارته.
قانون دالتون $P_t = P_1 + P_2 + \dots = \sum P_i$ $P_t = n_t \cdot \frac{RT}{V}$ $P_i = X_i \cdot P_t$	يستخدم عندما يُقال: مزيج غازي أو يُطلب الضغط الجزئي أو الضغط الكلي أو تُعطى نسب مئوية لغازات في المسألة.	يُصغّر قانون <u>دالتون</u> على أنّ: الضغط الكلي لمزيج غازي يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له. ملاحظة: X_i هو الكسر المولي، ويساري: $X_i = \frac{n_i}{n_t} = \frac{\text{النسبة المئوية الحجمية للغاز}}{100}$
قانون غراهام: $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$	يستخدم عندما تُطلب أو تُعطى السرعة في نص المسألة.	يُصغّر قانون غراهام على أنّ: نسبة سرعتي انتشار غازين في وسط ضمن الشروط نفسها من ضغط ودرجة الحرارة تناسب <u>عكساً</u> مع <u>الجذر التربيعي</u> لنسبة كتلتيهما المولية.

ملاحظات للمسائل:

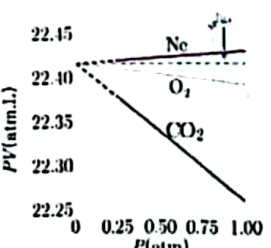
- 1- لمعرفة المادة المتبقية بعد نهاية التفاعل، نحسب عدد مولات كلا المادتين، والمادة التي لها عدد مولات أكثر تكون هي المتبقية بعد نهاية التفاعل.
- 2- عندما يطلب حساب شيء لمادة (كتلة أو عدد مولات أو تركيز أو حجم) وتكون المعطيات موجودة لمادة ثانية، نحلها حسب طريقة مسائل السطرين.
- 3- عندما يُقال الضغط النظامي، أو الضغط عند مستوى سطح البحر، أو الضغط في الشرطين النظاميين يكون: $P = 1 \text{ atm}$
- 4- الشرطين النظاميين يكون فهم: $T = 0^\circ\text{C} = 273\text{K}$ والضغط $P = 1 \text{ atm}$ والحجم المولي $V_{\text{mol}} = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

نظري درس الغازات:

عندما يُطلب في الامتحان رسم بياني لأحد قوانين الغازات تميز ثلاث حالات:

		
يمثل هذا الشكل ثابت بدلالة متغير مثل: PV بدلالة P مثلاً، أو V/T بدلالة T ...	يمثل هذا الشكل العلاقة العكسية مثل: (P و V)	يمثل هذا الشكل لعلاقة الطردية مثل حالة: (P و T)، (V و n)، (V و T)

الاستنتاجات والتعداد:

<p>الاستنتاج (2) : سؤال : استنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج مكون من ثلاث غازات مختلفة بثبات درجة الحرارة والحجم . تطبق قانون دالتون $P_t = P_1 + P_2 + P_3$ يُعطى ضغط كل غاز وفق قانون الغازات العام: $P_1 = n_1 \cdot \frac{RT}{V}$, $P_2 = n_2 \cdot \frac{RT}{V}$, $P_3 = n_3 \cdot \frac{RT}{V}$ $P_t = P_1 + P_2 + P_3 = n_1 \cdot \frac{RT}{V} + n_2 \cdot \frac{RT}{V} + n_3 \cdot \frac{RT}{V}$ $P_t = (n_1 + n_2 + n_3 + \dots) \cdot \frac{RT}{V} \Rightarrow P_t = n_t \cdot \frac{RT}{V}$</p>	<p>الاستنتاج (1) : يرتفع المنطاد في الجو عند تسخين الهواء داخله . استنتج القانون الذي يعمل موجبه المنطاد . وفسر ذلك . حل: نعلم أن كثافة الغاز تُعمل بالقانون: $d = \frac{m}{V}$ ن قانون الغازات العام: $PV = nRT \Rightarrow PV = \frac{m}{M}RT$ $\frac{m}{V} = \frac{PM}{RT} = d$ تفسير: يؤدي تسخين الهواء داخل المنطاد إلى نقصان كثافته لتصبح أقل من كثافة الهواء المحيط به مما يؤدي إلى ارتفاعه.</p>
<p>عدد بنود النظرية الحركية للغازات: 1. عشوائية الحركة: تتحرك جزيئات الغاز بحركة عشوائية مستمرة وفق مسارات مستقيمة ضمن الحجم الذي يشغله الغاز. 2. يُهمل حجم جزيء الغاز مقابل حجم الغاز (علل) نتيجة تباعد الجزيئات. 3. يُهمل قوى التأثير المتبادل بين جزيئات الغاز. 4. لا يتغير متوسط الطاقة الحركية للجزيئات بمرور الزمن، وتنتقل الطاقة بين الجزيئات من خلال التصادمات، بشرط بقاء درجة الحرارة ثابتة، وينتج ضغط الغاز نتيجة تصادم جزيئاته مع جدران الإناء الذي يحويه. 5. تزداد الطاقة الحركية لجزيئات الغاز بازدياد درجة الحرارة.</p>	<p>الاستنتاج (3) : استنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج غازي بدلالة الكسر المولي . ضغط الجزئي لغاز $P_1 = n_1 \cdot \frac{RT}{V}$ والضغط الكلي للمزيج الغازي $P_t = n_t \cdot \frac{RT}{V}$ نسب الضغط الجزئي إلى الضغط الكلي: $\frac{P_1}{P_t} = \frac{n_1 RT}{n_t RT} \Rightarrow \frac{P_1}{P_t} = \frac{n_1}{n_t}$ دع النسبة $X_1 = \frac{n_1}{n_t}$ بالكسر المولي لغاز. $P_1 = X_1 \cdot P_t$</p>
<p>احسب قيمة R لمول واحد من غاز في الشرطين النظاميين، ثم احسبها في جملة الواحدات الدولية: الشرطين النظاميين: $T = 0^\circ\text{C} = 0 + 273 = 273\text{K}$, $P = 1\text{ atm}$ وبما أن لدينا مول من الغاز $n = 1\text{ mol}$ وبالتالي حجمه $V = 22.4\text{L}$ $PV = nRT \Rightarrow R = \frac{PV}{nT}$ $R = \frac{1\text{atm} \times 22.4\text{L}}{1\text{mol} \times 273\text{K}} = 0.082\text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \dots (1)$ أما في جملة الواحدات الدولية والتي فيها يكون: $P = 10^5\text{Pa}$, $V = 22.4 \times 10^{-3}\text{m}^3$ $n = 1\text{mol}$, $T = 273\text{K}$ بالتعويض نجد: $R = \frac{10^5\text{Pa} \times 22.4 \times 10^{-3}\text{m}^3}{1\text{mol} \times 273\text{K}} = 8.314\text{ m}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ونعلم أن: $\text{Pa} \cdot \text{m}^3 = \text{J}$ وبالتالي: $R = 8.314\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \dots (2)$</p>	<p>لدى الشروط الواجب توافرها في الغاز المثالي: غاز المثالي هو غاز تتوافر فيه الشروط الآتية: انعدام قوى التجاذب بين جزيئاته. حجم جزيئات الغاز مهملة بالنسبة لحجم الوعاء الذي يحويه. التصادمات بين جزيئات الغاز تصادمات مرنة. تتحرك جزيئات الغاز بحركة عشوائية. يحظ من الشكل المجاور أن غاز النيون يسلك سلوكاً مثالي في حين غاز CO_2 هو غاز حقيقي. أن شكل الخط في حالة النيون Ne أقرب لأن يكون أفقي من خط CO_2 وكلما كان الخط ييب من أن يكون أفقي كان الغاز مثالي.</p> 

مسائل درس الغازات

مسألة(5): احسب ضغط عينة من غاز التروجين عدد جزيئاتها 3.011×10^{23} في حوجة حجمها 3L عند الدرجة 27°C . مع العلم أن:

عدد أفوغادرو 6.022×10^{23} و $R = 8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
ملاحظة هامة: عندما يعطى في المسألة عدد الجزيئات نحسب منها عدد المولات:

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد أفوغادرو}} = \frac{3.011 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ mol}$$

نحول الحجم إلى المتر المكعب لأن وحدة الحجم في R المعطاة هي m^3
 $V = 3\text{L} = 3 \times 10^{-3} \text{m}^3$

حساب ضغط الغاز:

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.5 \times 8.314 \times 300}{3 \times 10^{-3}} = 4157 \times 10^2 \text{ Pa}$$

مسألة(6): غاز هيدروكربوني كثافته $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ عند الضغط

النظامي ودرجة الحرارة 27°C . احسب الكتلة المولية لهذا الغاز

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

$$d = \frac{PM}{RT} \Rightarrow M = \frac{dRT}{P}$$

$$M = \frac{1 \times 0.082 \times 300}{1} = 24.6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

مسألة(7): احسب الضغط الجزئي لغاز التروجين مقدرًا بالـ atm

عند مستوي سطح البحر، إذا علمت أن نسبته 78% من مجمل الغازات المكونة للهواء.

$$P_{N_2} = X_{N_2} \cdot P_t \Rightarrow P_{N_2} = \frac{78}{100} \times 1 = 0.78 \text{ atm}$$

مسألة(8): احسب نسبة سرعة انتشار غاز الهيدروجين H_2 إلى غاز الأكسجين O_2 . (علماً أن: O: 16, H: 1)

$$\frac{v_{H_2}}{v_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{H_2}}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = \sqrt{16} = 4$$

مسألة(9): يتم تخزين الغازات في حاويات معدنية تتحمل الضغط

العالي، فإذا علمت أن ضغط غاز الأكسجين يساوي 4157 kPa داخل حاوية حجمها 300 L عند الدرجة (-123°C) ، المطلوب

حساب: 1. كتلة غاز الأكسجين داخل الحاوية.

2. الحجم الذي سيشغله الأكسجين في الشرطين النظاميين.

3. درجة الحرارة التي تجعل الضغط في الحاوية مساوياً لـ 4.157 atm

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

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} \quad -1$$

$$n = \frac{4157 \times 10^3 \times 300 \times 10^{-3}}{8314 \times 10^{-3} \times 150} = 10^3 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \cdot M = 10^3 \times 32 \text{ g}$$

2- نعلم أن حجم مول من أي غاز في الشرطين النظاميين يساوي:

$$V = 22.4 \times n = 22.4 \times 10^3 \text{ L}$$

بما أن الحجم ثابت (الحاوية نفسها) نطبق قانون غاي لوساك:

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

$$\frac{4157}{150} = \frac{4.157 \times 10^5 \times 10^{-3}}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{4.157 \times 10^{-1} \times 150}{4157} = 15 \text{ K}$$

مسألة(1): يحوي مكبس غاز حجمه 1L عند الضغط النظامي، احسب قيمة الضغط المطبق عليه ليصبح حجمه 200mL مع بقاء درجة الحرارة ثابتة 175°C .

$V_1 = 1\text{L}$	$V_2 = 200\text{mL} = 200 \times 10^{-3}\text{L}$
$P_1 = 1\text{atm}$ (الضغط النظامي)	$P_2 = ?$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$1 \times 1 = P_2 \times 200 \times 10^{-3}$$

$$P_2 = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ atm}$$

مسألة(2): يبلغ حجم عينة غاز 2L عند درجة الحرارة 27°C وضغط ثابت، احسب الحجم الذي تشغله هذه العينة عند تسخينها إلى الدرجة 327°C وبقاء الضغط ثابت.

$V_1 = 2\text{L}$	$V_2 = ?$
$T_1 = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$	$T_2 = 327 = 600\text{K}$

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

$$V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1 = \frac{600}{300} \times 2 = 4 \text{ L}$$

مسألة(3): علب معدنية تحوي غاز البوتان، ضغطه 4 kPa عند درجة حرارة 27°C . احسب درجة الحرارة التي تجعل الضغط ضعف ما كان عليه؟

$P_1 = 4 \text{ kPa}$	$P_2 = 2P_1$
$T_1 = 27 + 273 = 300\text{K}$	$T_2 = ?$

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

$$T_2 = \frac{P_2}{P_1} \cdot T_1 = \frac{2P_1}{P_1} \cdot T_1 = 2T_1 = 2 \times 300$$

$$\Rightarrow T_2 = 600\text{K}$$

مسألة(4) هامة: عينة من غاز الأكسجين O_2 حجمها 24.6L عند الضغط 1atm ودرجة الحرارة 27°C ، المطلوب:

1- احسب عدد مولات هذه العينة، علماً أن:

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

2- إذا تحول غاز الأكسجين O_2 إلى غاز الأوزون O_3 عند الضغط ودرجة الحرارة ذاته، المطلوب حساب:

(a) عدد مولات غاز الأوزون الناتج. (b) حجم غاز الأوزون الناتج.

علماً أن: O: 16

$$1) \quad PV = nRT$$

$$\Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 24.6}{82 \times 10^{-3} \times 300} = 1 \text{ mol}$$

$$2) a) \quad 3O_2 \rightarrow 2O_3$$

$$\begin{array}{ccc} 3\text{mol} & & 2\text{mol} \\ 1\text{mol} & & n_{O_3} \text{mol} \end{array}$$

$$n_{O_3} = \frac{1 \times 2}{3} = \frac{2}{3} \text{ mol}$$

$$b) \quad \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

$$\frac{24.6}{1} = \frac{V_2}{\frac{2}{3}}$$

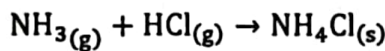
$$\Rightarrow V_2 = 24.6 \times \frac{2}{3} = 16.4 \text{ L}$$

مسألة (12) "دورة 2020": يمثل الشكل المجاور حوجلتين متماثلتين



متصلتان ببعضهما بصمام تحوي الحوجلة الأولى 5.1 g من غاز النشادر (الأمونيا) NH_3 . بينما تحوي الحوجلة الثانية 3.65 g من غاز كلور الهيدروجين HCl . فإذا علمت أن حجم كل حوجلة 5.1 L، ودرجة حرارتهما $27^\circ C$. عند فتح الصمام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلور الهيدروجين، وينتج ملح كلوريد الأمونيوم الصلب، والمطلوب:

1. اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل.
 2. بين حسابياً ما هو الغاز المتبقي بعد نهاية التفاعل.
 3. احسب الضغط عند نهاية التفاعل (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصلب المتشكل).
 4. احسب كتلة ملح كلوريد الأمونيوم الناتج.
- علماً أن: $H: 1, Cl: 35.5, N: 14$
- ط1: التفاعل الحاصل:



ط2: نحسب عدد مولات غاز النشادر:

$$n_{NH_3} = \frac{5.1}{17} = 0.3 \text{ mol}$$

نحسب عدد مولات غاز كلور الهيدروجين:

$$n_{HCl} = \frac{3.65}{36.5} = 0.1 \text{ mol}$$

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

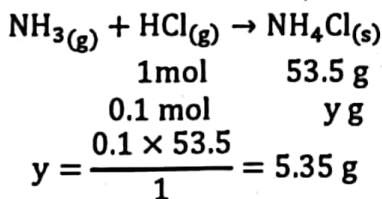
ط3: بما أن نسبة التفاعل 1:1 فإن عدد المولات المتبقية يساوي:

$$n_{NH_3}^{\text{المتبقي}} = 0.3 - 0.1 = 0.2 \text{ mol}$$

بما أننا ستعوض $R = 0.082$ لأن الحجم لدينا بالتر، لذلك سينتج الضغط بوحدة atm:

$$P = \frac{n_{NH_3}^{\text{المتبقي}}}{V} RT = \frac{0.2}{3} \times 0.082 \times 300 = 1.64 \text{ atm}$$

ط4: كتلة كلوريد الأمونيوم الناتجة:



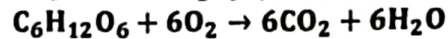
مسألة (13): يحضر مزيج غازي مؤلف من 5% بوتان و 95% أرغون، بملء وعاء فخّس من الهواء حجمه 16.4 L بغاز البوتان حتى يصبح الضغط 1 atm ثم يضاف إليه غاز الأرغون حتى يحقق النسبة السابقة مع ثبات درجة الحرارة $T = 127^\circ C$ والمطلوب حساب:

1. عدد مولات غاز البوتان في المزيج.
 2. كتلة غاز الأرغون في المزيج السابق عن درجة الحرارة $127^\circ C$.
 2. الضغط الكلي للمزيج النهائي. ($Ar: 40, C: 12, H: 1$)
- ط1: في البداية نحسب عدد مولات غاز البوتان:

$$\begin{aligned} PV &= nRT \\ n &= \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 16.4}{0.082 \times 400} \\ n &= \frac{1 \times 16.4 \times 10^{-1}}{82 \times 10^{-3} \times 400} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ mol} \end{aligned}$$

مسألة (10): يستمد جسم الإنسان الطاقة اللازمة للقيام بوظائفه

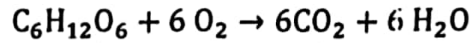
الحيوية من تأكسد سكر العنب وفق المعادلة الآتية:



تنقل كريات الدم الحمراء نواتج التفاعل إلى الرئتين، ثم يخرج CO_2 على شكل غاز بعملية الزفير، والمطلوب:

احسب حجم غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 المنطلق نتيجة أكسدة 18 g من سكر العنب في جسم الإنسان عند درجة الحرارة $27^\circ C$ والضغط 0.82 atm.

$$R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, C: 12, O: 16, H: 1$$



$$\begin{array}{cc} 180 \text{ g} & 6 \text{ mol} \\ 18 \text{ g} & \text{nmol} \end{array}$$

$$n = \frac{6 \times 18}{180} = 6 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

من قانون الغازات العام:

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

$$V = \frac{6 \times 10^{-1} \times 0.082 \times 300}{0.82} = 6 \times 3 = 18 \text{ L}$$

مسألة (11): ملطاد مليء بغاز الهيدروجين يستخدمه مُسكتشف

يلصل به إلى القطب الشمالي، وقد حصل على غاز الهيدروجين من خلال تفاعل حمض الكبريت الممدد مع برادة الحديد، فإذا كان حجم المنطاد في الشرطين النظاميين 44800 m^3 ونسبة غاز الهيدروجين الضائع المتسرب خلال عملية الملء 80% المطلوب:

1. اكتب معادلة التفاعل الحاصل.
2. احسب كتلة الحديد المستخدم.
3. احسب كتلة حمض الكبريت. ($H: 1, O: 16, S: 32, Fe: 56$)

حجم المنطاد يساوي حجم الهيدروجين اللازم لضخّه إلى المنطاد أي أن:

$$V_{H_2} = 44800 \text{ m}^3$$

ولكن بما أن هناك نسبة تسرب، لذلك يجب ضخ كمية أكبر من هذه الكمية ولحساب الكمية الواجب ضخها نكتب:

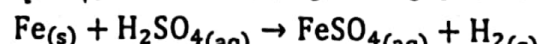
$$20 \text{ m}^3 \text{ من غاز الهيدروجين يصل منها } 20 \text{ m}^3$$

$$\text{كل } V \text{ m}^3 \text{ من غاز الهيدروجين يصل منها } 44800 \text{ m}^3$$

$$V = \frac{44800 \times 100}{20} = 224 \times 10^3 \text{ m}^3 = 224 \times 10^6 \text{ L}$$

فمنا بتحويل الحجم إلى اللتر للتعوّض في المعادلة (لأننا نعلم أن كل 1 mol الغاز حجمه 22.4 L في الشرطين النظاميين، لذلك لتجانس الوحدات يجب تحويل الحجم الموجود لدينا إلى اللتر عندما نريد أن نعوضه في المعادلة).

لحساب كتلة الحديد وكتلة حمض الكبريت المستخدمة نقوم بما يلي:



$$\begin{array}{ccc} 56 \text{ g} & 98 \text{ g} & 22.4 \text{ L} \\ m_{Fe} & m_{H_2SO_4} & 224 \times 10^6 \text{ L} \end{array}$$

$$m_{Fe} = \frac{224 \times 10^6 \times 56}{22.4} = 56 \times 10^7 \text{ g}$$

$$m_{H_2SO_4} = \frac{224 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 98 \times 10^7 \text{ g}$$

$$m_{H_2SO_4} = \frac{224 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 98 \times 10^7 \text{ g}$$

$$m_{H_2SO_4} = \frac{224 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 98 \times 10^7 \text{ g}$$

$$m_{H_2SO_4} = \frac{224 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 98 \times 10^7 \text{ g}$$

$$m_{H_2SO_4} = \frac{224 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 98 \times 10^7 \text{ g}$$

$$m_{H_2SO_4} = \frac{224 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 98 \times 10^7 \text{ g}$$

$$m_{H_2SO_4} = \frac{224 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 98 \times 10^7 \text{ g}$$

$$m_{H_2SO_4} = \frac{224 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 98 \times 10^7 \text{ g}$$

$$m_{H_2SO_4} = \frac{224 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 98 \times 10^7 \text{ g}$$

$$m_{H_2SO_4} = \frac{224 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 98 \times 10^7 \text{ g}$$

مزيج غازي مكون من 2 mol من النيتروجين و 4 mol من الأكسجين عند ضغط 1 atm
إذا استبدل المزيج بـ 6 mol من الأكسجين تكون قيمة الضغط الناتج؟

الحل: تبقى 1 atm

لأننا نعلم أن: $P_t = n_t \cdot \frac{RT}{V}$ و n_t نفسه لم يتغير.

أعط تفسيراً علمياً:

• عند رش كمية صغيرة من العطر في غرفة نلاحظ انتشار الرائحة في كامل أرجاء الغرفة؟

تنتشر الغازات في كل الاتجاهات بسبب الحركة العشوائية لجزيئاتها لتتلاءم الحيز الذي توجد فيه بشكل متجانس.

• يرتفع المنطاد عن سطح الأرض عند تسخين الهواء داخله.

لأنه بتسخين الهواء داخل المنطاد تنقص كثافته لتصبح أقل من كثافة الهواء المحيط به مما يؤدي إلى ارتفاعه.

• عند وضع عبوتين من محلول حمض كلور الماء المركز ومحلول النشادر المركز بجانب بعضهما نلاحظ وجود أبخرة بيضاء بالقرب من عبوة حمض كلور الماء المركز.

بسبب انتقال جزيئات غازي كلور الهيدروجين والنشادر خارج عبوتيهما وتكوين ملح كلوريد الأمونيوم الأبيض:



• يشغل الغاز حجم الوعاء الذي يوضع فيه.

لأن جزيئات الغاز تتحرك بحركة عشوائية بكافة الاتجاهات ضمن الحجم الذي يشغله الغاز.

• يُهمل حجم جزيء الغاز مقابل حجم الوعاء.

نتيجة تباعد الجزيئات.

• نشوء ضغط الغاز.

نتيجة تصادم جزيئات الغاز مع جدار الإناء الذي يحويه.

• ينتشر غاز الهيدروجين H_2 بسرعة أكبر من انتشار غاز الأكسجين O_2 في الشروط ذاتها. علماً أن: H: 1, O: 16

لأنه تزداد سرعة انتشار غاز بنقصان كتلته المولية بحسب قانون غراهام:

$$M(\text{H}_2) < M(\text{O}_2) \Rightarrow v(\text{H}_2) > v(\text{O}_2)$$

ليكن لديك الأنبوب التالي، في أي

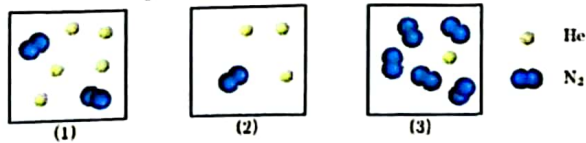
تقطعة من النقاط سيتفاعل كل من

HCl و NH_3 "علماً أن،

N: 14, H: 1, Cl: 35.5

الحل: في النقطة a (أقرب إلى الغاز الأبطأ) لأن $v_{\text{NH}_3} > v_{\text{HCl}}$ وذلك بسبب كون الكتلة المولية لـ HCl أكبر من الكتلة المولية لـ NH_3 .

رتب تزايد الضغط الكلي وتزايد الضغط الجزئي للهيليوم في الأشكال التالية:



الضغط الكلي: $2 > 3 > 1$

الضغط الجزئي للهيليوم: $1 > 2 > 3$

انتبهت وحدة الغازات

2. لإيجاد كتلة غاز الأرجون، من النسبة المولية نجد أن:

كل 5 mol من البوتان في المزيج يوجد معها 95 mol من الأرجون
كل 0.5 mol من البوتان في المزيج يوجد معها n mol من الأرجون

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

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = nM = 9.5 \times 40 = 380 \text{ gr}$$

3. الضغط الكلي للمزيج يساوي:

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

$$P_t = \frac{(0.5 + 9.5) \times 0.082 \times 400}{16.4} = \frac{10 \times 82 \times 10^{-3} \times 400}{164 \times 10^{-1}}$$

$$P_t = 20 \text{ atm}$$

مسألة (14): مزيج غازي في وعاء حجمه 32.8L يحوي 3.2g من غاز الميثان CH_4 و 12g من غاز الإيثان C_2H_6 ، وكمية من غاز البروبان C_3H_8 . فإذا علمت أن الضغط الكلي للمزيج 0.7 atm عند الدرجة 127°C . المطلوب حساب:

1- عدد مولات غاز البروبان في المزيج.

2- الكسر المولي لغاز البروبان في المزيج.

3- الضغط الجزئي لغاز الميثان في المزيج.

$$C: 12, H: 1, R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$V = 32.8 \text{ L}, m_{\text{CH}_4} = 3.2 \text{ g}, m_{\text{C}_2\text{H}_6} = 12 \text{ g}$$

$$P_t = 0.7 \text{ atm}, T = 127^\circ\text{C} = 400 \text{ K}$$

الحل:

$$1) n_{\text{C}_3\text{H}_8} = ?$$

$$n_{\text{CH}_4} = \frac{3.2}{16} = 0.2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{12}{30} = 0.4 \text{ mol}$$

$$P_t = n_t \cdot \frac{RT}{V} \Rightarrow n_t = \frac{P_t \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0.7 \times 32.8}{0.082 \times 400}$$

$$\Rightarrow n_t = 0.7 \text{ mol}$$

$$n_t = n_{\text{CH}_4} + n_{\text{C}_2\text{H}_6} + n_{\text{C}_3\text{H}_8}$$

$$\Rightarrow 0.7 = 0.2 + 0.4 + n_{\text{C}_3\text{H}_8}$$

$$\Rightarrow n_{\text{C}_3\text{H}_8} = 0.1 \text{ mol}$$

$$2) X_{\text{C}_3\text{H}_8} = ?$$

$$X_{\text{C}_3\text{H}_8} = \frac{n_{\text{C}_3\text{H}_8}}{n_t} = \frac{0.1}{0.7} = \frac{1}{7}$$

$$3) P_{\text{CH}_4} = ?$$

$$P_{\text{CH}_4} = \frac{n_{\text{CH}_4} \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0.2 \times 0.082 \times 400}{32.8}$$

$$\Rightarrow P_{\text{CH}_4} = 0.2 \text{ atm}$$

اسئلة نظرية:

رتب الغازات التالية حسب تزايد سرعة انتشارها ($\text{O}_2, \text{H}_2, \text{N}_2$)

علماً أن: H: 1, O: 16, N: 14

الحل: دائماً نحسب الكتل المولية لكل من الغازات، والغاز ذو الكتلة الأكبر

يكون هو الأبطأ ($\text{O}_2 < \text{N}_2 < \text{H}_2$)

$$\frac{1}{2}v_{avg}(B) = v_{avg}(A) \Rightarrow v_{avg}(B) = 2v_{avg}(A)$$

$$v_{avg}(B) = 2 \cdot \left(-\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \right) = 2 \cdot \left(-\frac{0.50 - 1}{20} \right)$$

$$v_{avg}(B) = 2 \cdot \left(\frac{0.50}{20} \right) = \frac{0.50}{10} = 50 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

-4

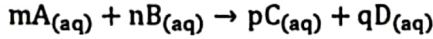
$$v_{avg}(A) = \frac{1}{3}v_{avg}(C) = \frac{1}{3}(0.15) = 0.05 \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

ثانياً - سرعة التفاعل اللحظية:

وهنا يجب الانتباه إلى نوعين من التفاعلات:

(1) تفاعلات أولية:

وهي التفاعلات التي تجري بمرحلة واحدة، مثال:



وفي هذه الحالة لو أردنا كتابة عبارة سرعة التفاعل اللحظية:

$$v = k \cdot [\text{A}]^m \cdot [\text{B}]^n$$

هنا نضع فقط تراكيز المتفاعلات.

k: ثابت سرعة التفاعل. ويتعلق بطبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة.

m و n: رتبة التفاعل بالنسبة لكل من A و B على الترتيب.

$$m + n = \text{رتبة التفاعل}$$

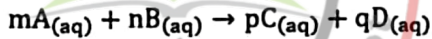
في عبارة السرعة نضع فقط المواد المنحلة (aq) والغازية (g)

بينما الصلبة (s) والسائلة (l) لا نضعها.

(2) تفاعلات غير أولية:

وهي التفاعلات التي تحدث على أكثر من مرحلة، وعندما لا يمكن جعل الأمثال

التفاعلية كرتبة التفاعل، فمثلاً:



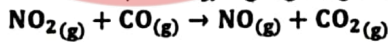
$$v = k \cdot [\text{A}]^x \cdot [\text{B}]^y$$

وعندها نكتب: ويتم معرفة X و Y من المعطيات التجريبية (سنشاهد ذلك بالمسائل).

ملاحظة هامة: في حالة التفاعلات غير الأولية (التي تجري على أكثر من مرحلة)

تكون عبارة السرعة متوافقة مع المرحلة الأبطأ.

مسألة: يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:



وكانت النتائج لقياس سرعة التفاعل الابتدائية في عدة تجارب بتراكيز مختلفة

على الشكل التالي:

رقم التجربة	$[\text{NO}_2] (\text{mol. L}^{-1})$	$[\text{CO}] (\text{mol. L}^{-1})$	$v (\text{mol. L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$
1	0.10	0.10	0.0021
2	0.20	0.10	0.0084
3	0.20	0.20	0.0084

والمطلوب: 1. اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية، واستنتج رتبته.

2. احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل.

عبارة سرعة التفاعل اللحظية:

$$v = k \cdot [\text{NO}_2]^x \cdot [\text{CO}]^y$$

استنتاج رتبة التفاعل:

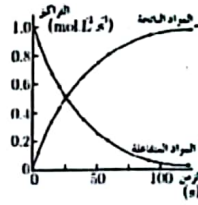
نعوض في نتائج التجربة الأولى: (1) $0.0021 = k \cdot (0.1)^x \cdot (0.1)^y$...

نعوض في نتائج التجربة الثانية: (2) $0.0084 = k \cdot (0.2)^x \cdot (0.1)^y$...

نقسم عبارة السرعة (2) على عبارة السرعة (1):

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

سرعة التفاعل الكيميائي:



يُعبّر عن سرعة التفاعل الكيميائي عن طريق

تغير التركيز بدلالة الزمن سواءً للمادة

المتفاعلة أو للمادة الناتجة.

فهي تمثل ميل المنحني الذي يرسم تغير التركيز

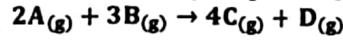
بدلالة الزمن

واحدة سرعة التفاعل: $\text{mol. L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

أنواع سرعة التفاعل الكيميائي:

أولاً - سرعة التفاعل الوسطية:

تطبيق: ليكن لدينا التفاعل الآتي:



المطلوب:

1- اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك (لاختفاء) المادة A.

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

2- اكتب عبارة السرعة الوسطية لتشكل (تكوّن) المادة C.

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

3- اكتب عبارة سرعة التفاعل الوسطية.

$$v_{avg} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \cdot \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{1} \cdot \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

$$v_{avg} = \frac{1}{2} v_{avg}(A) = \frac{1}{3} v_{avg}(B) = \frac{1}{4} v_{avg}(C) = \frac{1}{1} v_{avg}(D)$$

4- اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A بدلالة

السرعة الوسطية تشكل المادة C.

$$\frac{1}{2} v_{avg}(A) = \frac{1}{4} v_{avg}(C) \Rightarrow v_{avg}(A) = \frac{2}{4} \cdot v_{avg}(C)$$

مسألة: حدث التفاعل الآتي الممثل بالمعادلة الآتية:



وسجلت النتائج في الجدول الآتي:

$[\text{A}] (\text{mol. L}^{-1})$	0.50	0.80	1
t (s)	20	10	0

اعتماداً على النتائج المدونة في الجدول السابق، المطلوب:

1- احسب السرعة الوسطية للتفاعل خلال (10 → 0).

2- احسب سرعة استهلاك المادة A خلال (20 → 10).

3- احسب سرعة تشكل المادة B خلال 20 ثانية.

4- إذا علمت أن السرعة الوسطية لتشكل المادة C تساوي

$0.15 \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ، احسب السرعة الوسطية

استهلاك المادة A

-1

$$v_{avg} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{(0.80 - 1)}{10 - 0} = -\frac{(-0.20)}{10}$$

$$\Rightarrow v_{avg} = 20 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

-2

$$v_{avg}(A) = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{(0.50 - 0.80)}{20 - 10} = -\frac{(-0.30)}{10}$$

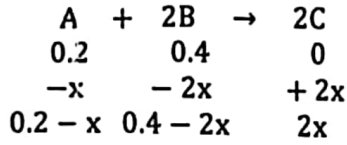
$$\Rightarrow v_{avg}(A) = 30 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

-3

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

مكثفة الكيمياء - بكلوريا (2024) - إعداد المدرس طارق غيرا - 0938639857

(2) تركيز المادة [C] وسرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه تركيز A بمقدار 0.1 mol. L^{-1}



$x = 0.1 \text{ mol. L}^{-1}$ تركيز A ينقص بمقدار 0.1

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

$$\Rightarrow [B] = 0.4 - 2(0.1) = 0.2 \text{ mol. L}^{-1}$$

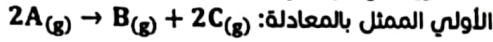
$$v = k. [A]. [B]^2 = 0.3 \times (0.1)(0.2)^2$$

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

$$\Rightarrow [C] = 2x = 2(0.1) = 0.2 \text{ mol. L}^{-1}$$

مسألة (4): وضع 5 mol من المادة A في وعاء مغلق سعته

10L، ويسخن الوعاء إلى درجة حرارة معينة، فيحدث التفاعل



الأولي الممثل بالمعادلة: إذا علمت أن السرعة الابتدائية لهذا التفاعل

$$v_0 = 1.5 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}. \text{s}^{-1}$$

1- احسب قيمة ثابت سرعة هذا التفاعل.

2- احسب تركيز المادة [C] عند توقف التفاعل.

1-

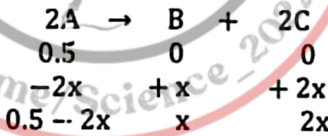
$$\Rightarrow [A]_0 = \frac{n}{V} = \frac{5}{10} = 0.5 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$v_0 = k. [A]_0^2 \Rightarrow k = \frac{v_0}{[A]_0^2} = \frac{15 \times 10^{-4}}{(5 \times 10^{-1})^2}$$

$$= \frac{15 \times 10^{-4}}{25 \times 10^{-2}} = \frac{3}{5} \times 10^{-2} \Rightarrow k = 6 \times 10^{-3}$$

2-

نشكل جدول:



$v = 0 \Rightarrow$ عند توقف التفاعل

$$v = k. [A]^2 = 0$$

نعلم أن $k \neq 0$ إذًا:

$$[A] = 0$$

$$0.5 - 2x = 0 \Rightarrow 0.5 = 2x \Rightarrow x = \frac{0.5}{2} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\Rightarrow [C] = 2x = 2 \left(\frac{0.5}{2} \right) = 0.5 \text{ mol. L}^{-1}$$

مسألة (5): مزج 600 mL من المادة A ذات التركيز 0.8 mol. L^{-1} مع

200 mL من المادة B ذات التركيز 0.8 mol. L^{-1} لتشكل المادة C في

شروط مناسبة، وفق التفاعل الأولي الآتي: $2A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)}$

والمطلوب:

1. اكتب عبارة سرعة التفاعل.

2. احسب سرعة التفاعل الابتدائي بفرض أن: $k = 0.1$

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

4. احسب تركيز المادة C عندما يتفاعل 20% من المادة A.

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

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

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

نعوض في نتائج التجربة الثالثة:

$$0.0084 = k (0.2)^x. (0.2)^y \dots (3)$$

نقسم عبارة السرعة (3) على عبارة السرعة (2):

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

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

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

وبالتالي رتبة التفاعل:

$$v = k. [NO_2]^2. [CO]^0$$

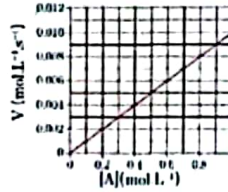
$$v = k. [NO_2]^2$$

حساب ثابت سرعة التفاعل:

نعوض قيم التجربة (1) في عبارة السرعة:

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

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



مسألة (2): يبين الخط البياني المجاور تغير

سرعة التفاعل بتغير تركيز المادة A للتفاعل

(نواتج → A)، المطلوب:

a. حدد رتبة التفاعل، ثم اكتب قانون سرعة

التفاعل.

b. احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل.

الحل: نلاحظ من الخط البياني السابق أنه يمكن كتابة الجدول:

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

تكتب عبارة السرعة بالشكل:

$$v = k. [A]^x$$

يمكن استنتاج رتبة التفاعل.

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

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

نقسم عبارة السرعة (2) على عبارة السرعة (1):

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

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

قانون السرعة يكون:

$$v = k. [A]$$

ثابت السرعة:

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

مسألة (3): يحدث التفاعل الأولي وفق المعادلة: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow 2C_{(g)}$

فإذا كانت التراكيز الابتدائية: $[A] = 0.2 \text{ mol. L}^{-1}$, $[B] = 0.4 \text{ mol. L}^{-1}$

، وقيمة ثابت سرعة هذا التفاعل $k = 0.3$ المطلوب حساب:

1- سرعة التفاعل الابتدائية.

2- سرعة التفاعل وتركيز المادة C بعد زمن ينقص فيه تركيز المادة A

بمقدار 0.1 mol. L^{-1} .

$$v_0 = k. [A]_0. [B]_0^2 = 0.3 \times (0.2) \times (0.4)^2$$

$$\Rightarrow v_0 = 96 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1}. \text{s}^{-1}$$

مكثفة الكيمياء - بكلوريا (2024) - إعداد المدرس طارق غربا - 0938639857

الآن نحسب السرعة:

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

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

(3ط)

عند توقف التفاعل: $v = k \cdot [A]^2 \cdot [B] = 0$ $k \neq 0$	
$[B] = 0$ أو	$[A] = 0$ إما
$2 - x = 0$ $\Rightarrow x = 2 \text{ mol. L}^{-1}$ نعوض في [A]: $[A] = 3 - 2x = 3 - 4$ $\Rightarrow [A] = -1$ مرفوض لأنه سالب	$3 - 2x = 0$ $\Rightarrow x = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ mol. L}^{-1}$ نعوض في [B]: $[B] = 2 - x = 2 - 1.5$ $\Rightarrow [B] = 0.5 \text{ mol. L}^{-1}$ مقبول.
نحسب [C]: $[C] = 2x = 2(1.5)$ $\Rightarrow [C] = 3 \text{ mol. L}^{-1}$	

ملاحظات عامة:

أشرنا إلى أنه عندما يُعطى في نص السؤال مراحل حدوث التفاعل، ويطلب

كتابة عبارة السرعة، نكتبها فقط للمرحلة الأبطأ.

سؤال (1): يحدث التفاعل الآتي في الغلاف الجوي



المرحلة الأولى: ذات تفاعل بطيء: $\text{O}_3(\text{g}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + \text{O}(\text{g})$

المرحلة الثانية: ذات تفاعل سريع: $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g})$

أي العبارات التالية يمثل عبارة سرعة التفاعل:

a	$v = k \cdot [\text{NO}] \cdot [\text{O} \cdot]$	b	$v = k [\text{O}_3]$
c	$v = k \cdot [\text{NO}] \cdot [\text{O}_3]$	d	$v = kP \cdot [\text{NO}] [\text{O}_3] [\text{O} \cdot]$

سؤال (2): من أجل التفاعل الأولي الآتي:



إذا ازداد تركيز المادة A مثلي ما كان عليه فإن سرعة التفاعل:

a	تزداد أربع مرات	b	تزداد ثمان مرات	c	تزداد مرتين	d	لا تتأثر سرعة التفاعل
---	-----------------	---	-----------------	---	-------------	---	-----------------------

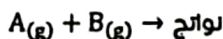
الحل: عبارة السرعة:

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

لدى زيادة تركيز A مثلي ما كان عليه يكون:

$$v' = k \cdot (2[A])^3 \cdot [B] = 8 \cdot k \cdot [A]^3 \cdot [B] = 8v$$

سؤال (3): من أجل التفاعل الأولي الآتي:



بين كيف تتغير السرعة عند مضاعفة الحجم.

الحل:

$$v = k \cdot [A] \cdot [B]$$

عند مضاعفة الحجم تصبح التراكيز نصف ما كانت عليه:

$$v' = k \cdot \frac{[A]}{2} \cdot \frac{[B]}{2} = \frac{1}{4} \cdot k \cdot [A] \cdot [B] = \frac{1}{4}v$$

أي أن السرعة تصبح ربع ما كانت عليه.

عندما تضاعف تركيز مادة ولا تتغير السرعة يكون التفاعل من المرتبة صفر

وعندها تكون عبارة السرعة $v = k$

ط2: نحسب تراكيز كل من A و B الابتدائية بعد المزج:

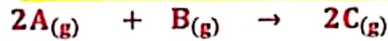
$$C' = \frac{C \cdot V}{V'}$$

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

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

$$v_o = 0.1 \times (0.6)^2 \times (0.2) = 72 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

ط3: حساب سرعة التفاعل عندما يتشكل 0.2 mol. L^{-1} من المادة C:



التراكيز الابتدائية

التغير في التركيز

التراكيز في اللحظة t

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

$$[A] = 0.6 - 2x = 0.6 - 0.2 = 0.4 \text{ mol. L}^{-1}$$

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

$$v = 0.1 \times (0.4)^2 \times (0.1)$$

$$= 16 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

ط4: حساب تركيز المادة C وسرعة التفاعل عندما يتفكك 20% من المادة A:

كل 100 mol. L^{-1} من المادة A يتفكك منها 20 mol. L^{-1}

كل 0.6 mol. L^{-1} من المادة A يتفكك منها $2x \text{ mol. L}^{-1}$

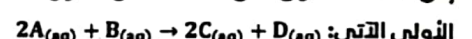
$$2x = 0.12 \Rightarrow x = 0.06 \text{ mol. L}^{-1}$$

والآن نحسب تركيز C:

$$[C] = 2x = 2(0.06) = 0.12 \text{ mol. L}^{-1}$$

مسألة (6): يضاف 200 mL تحوي على 1.2 mol من محلول المادة A

إلى 200 mL تحوي على 0.8 mol من محلول المادة B فيتم التفاعل



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

1. احسب السرعة الابتدائية للتفاعل.

2. احسب سرعة التفاعل بعد زمن يتشكل 0.4 mol من المادة D.

3. احسب تركيز كل من المادتين B, C عند توقف التفاعل.

(ط1) نحسب التراكيز بعد المزج:

$$V' = 200 + 200 = 400 \text{ mL} = 0.4 \text{ L}$$

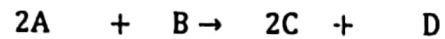
$$[A]_o = \frac{1.2}{0.4} = 3 \text{ mol. L}^{-1}$$

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

$$v_o = k \cdot [A]_o^2 \cdot [B]_o$$

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

(ط2)



التراكيز

التغير في التركيز

التراكيز في اللحظة t

$$[D] = \frac{n}{V'} = \frac{400 \times 10^{-3}}{0.4} = 1 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[D] = x = 1 \text{ mol. L}^{-1}$$

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

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

تعاليل سرعة التفاعل:

- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تكون سريعة؟ لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط يكون كبيراً.
- التفاعلات التي تحتاج طاقة تنشيط كبيرة تكون بطيئة؟ لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط يكون صغيراً.
- احتراق مسحوق الفحم أسرع من احتراق قطعة فحم مماثلة له بالكتلة. لأن مساحة سطح التماس في مسحوق الفحم أكبر من مساحة سطح التماس لقطعة الفحم المماثلة بالكتلة.
- تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة سرعة التفاعل. لأن زيادة درجة الحرارة يؤدي لزيادة عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط فتزداد عدد التصادمات الفعالة مما يؤدي لزيادة سرعة التفاعل.
- تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز المواد المتفاعلة. بسبب زيادة عدد التصادمات.
- لا نضع المواد الصلبة (s) والسائلة (l) في عبارة سرعة التفاعل؟ لأن تراكيزها ثابتة (لا تتغير) مهما تغيرت كميتها.

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي:

(1) طبيعة المواد المتفاعلة.

- أ. عدد روابط المواد المتفاعلة: كلما زاد عدد الروابط كلما قلت سرعة التفاعل (لذلك احتراق البوتان C_4H_{10} أسرع من الأوكتان C_8H_{18})
- ب. طاقة روابط المواد المتفاعلة: كلما زادت طاقة روابط المواد المتفاعلة كلما قلت السرعة (لذلك سرعة تفاعل H_2 مع F_2 أكبر من سرعة تفاعله مع Cl_2 لأن طاقة الرابطة $F - F$ أقل من $Cl - Cl$).
- (2) درجة الحرارة: كلما زادت درجة الحرارة تزداد سرعة التفاعل.
- (3) تأثير الوسيط:

يوجد نوعان للوسيط: أ. حفاز (مسرّع للتفاعل).
ب. مثبط (مبطئ للتفاعل).

الوسيط: هو مادة تغير من سرعة التفاعل الكيميائي القابل للحدوث دون أن يتغير تركيبها الكيميائي في نهاية التفاعل.

كيف يقوم الحفاز بزيادة سرعة التفاعل؟ (أو علل بسرع الحفاز التفاعل الكيميائي)

يتم ذلك من خلال تغيير آلية حدوث التفاعل وفق تفاعلات طاقة تنشيطها أقل من طاقة تنشيط التفاعل الأصلي.

(4) تأثير التركيز: تزداد سرعة التفاعلات الكيميائية بزيادة التركيز.

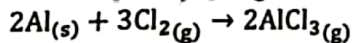
ملاحظة: يوجد لدينا نوعان من التفاعلات:

أ. تفاعلات متجانسة: (تكون المواد المتفاعلة في طور واحد (سائل، سائل، غاز، غاز) .. إلخ .. وهذا التفاعل تزداد سرعته بزيادة تركيز المواد المتفاعلة.

ب. تفاعلات غير متجانسة: (تكون المواد المتفاعلة في طورين (سائل، صلب) أو (صلب، غاز) .. إلخ وهذا التفاعل تزداد سرعته من خلال:

- 1- زيادة تركيز المواد المتفاعلة.
- 2- تحويل المادة الصلبة إلى مسحوق لزيادة سطح تماسها.

تمرين: ليكن لديك التفاعل الأولي التالي:



اقترح طريقتين لزيادة سرعة التفاعل.

الحل:

(1) تحويل Al إلى مسحوق لزيادة سطح التماس. (2) زيادة تركيز Cl_2 .

انتهى درس سرعة التفاعل

نظري درس سرعة التفاعل الكيميائي:

مراحل حدوث التفاعل الكيميائي:

عدد الفرضيات التي تقوم عليها نظرية التصادمات؟

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

حتى يكون التصادم فعالاً لا بد من توافر شرطين هما:

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

التفاعلات الكيميائية التي تحتاج إلى طاقة تنشيط نهر بثلاث

مراحل، ما هي هذه المراحل؟

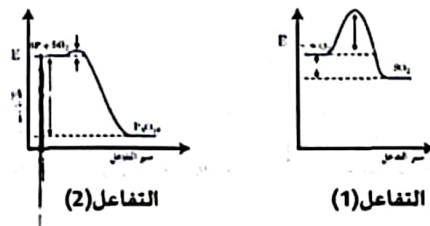
1. إضعاف روابط جزيئات المواد المتفاعلة.
2. تشكل الحالة الانتقالية أو ما يسمى المعقد النشط.
3. تفكك المعقد النشط، وتشكل النواتج.

ملاحظات:

- المعقد النشط هو مركب مرحلي غير ثابت يتشكل أنياً، ولا يمكن فصله من المزج التفاعلي.
- طاقة التنشيط هي الحد الأدنى من الطاقة الواجب توافره للوصول طاقة المواد المتفاعلة إلى الحالة الانتقالية.
- تتعلق طاقة التنشيط بطبيعة المواد المتفاعلة.
- الفرق بين طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المعقد النشط يمثل طاقة التنشيط (وكلما نقصت كلما زادت سرعة التفاعل والعكس صحيح)
- الفرق بين طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المواد الناتجة يمثل طاقة التفاعل (إذا كانت طاقة التفاعلات أكبر من طاقة المنتجات يكون ناشراً، وإذا كانت طاقة المنتجات أكبر من طاقة التفاعلات يكون ماصاً).



تمرين: ليكن لديك المخططين البيانيين الآتيين:

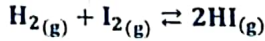


أي التفاعلين أسرع؟

التفاعل (1) له أكبر طاقة تنشيط، فهو أقل سرعة.

التفاعل (2) له أقل طاقة تنشيط، فهو التفاعل الأسرع.

مكثفة الكيمياء - بكلوريا (2024) - إعداد المدرس طارق غبرا - 0938639857



$$K_C = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{I}_2] \cdot [\text{H}_2]}, K_P = \frac{P_{\text{HI}}^2}{P_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{I}_2}}$$

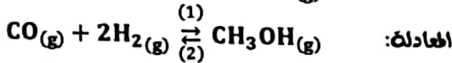
$$\Delta n = 2 - 2 = 0 \Rightarrow K_P = K_C \cdot (\text{RT})^{\Delta n} = K_C$$

حاصل التفاعل:

ماذا إن لم تكن في حالة التوازن؟ كيف يمكننا معرفة في أي اتجاه يسير التفاعل الآن؟ لذلك وجد مفهوم حاصل التفاعل Q وعلاقته مماثلة تماماً لعلاقة K_C ولكن الفرق بينهما أن: K_C نعوض فيه التراكيز التوازنية فقط بينما Q نعوض فيه التركيز في لحظة ما (دون حالة التوازن).

$Q < K_C$	وهنا نميز ثلاث حالات:
$Q < K_C$	تركيز المواد الناتجة أقل من تراكيزها في حالة التوازن عندها يرجح التفاعل المباشر على التفاعل العكسي للوصول إلى حالة التوازن.
$Q = K_C$	تركيزها في حالة التوازن ويرجع التفاعل العكسي على التفاعل المباشر للوصول إلى حالة التوازن.
$Q > K_C$	تركيز المواد الناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن ويرجع التفاعل العكسي على التفاعل المباشر للوصول إلى حالة التوازن.

تطبيق: وعاء حجمته 2L يحتوي على 0.08 mol من $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ و 0.4 mol من $\text{H}_2(\text{g})$ و 0.2 mol من $\text{CO}(\text{g})$ يحدث التفاعل وفق المعادلة:



فإذا علمت أن قيمة $K_C = 7.3$ بين بالحساب إذا كان التفاعل بجالة توازن أم لا وإذا لم يكن بجالة توازن حدد التفاعل الراجع (المباشر/العكسي) مع التفسير.

$$[\text{CH}_3\text{OH}] = \frac{n}{V} = \frac{0.08}{2} = 0.04 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{n}{V} = \frac{0.4}{2} = 0.2 \text{ mol. L}^{-1}$$

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

$$Q = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^2} = \frac{4 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-1} \times (2 \times 10^{-1})^2} = 10$$

التفاعل ليس في حالة توازن لأن $Q > K_C$ ، والتفاعل الراجع هو التفاعل العكسي

العوامل المؤثرة في حالة التوازن:

إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة في جملة كيميائية متوازنة، مثل درجة الحرارة أو التركيز أو الضغط، يختل التوازن، فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي يعاكس هذا التغير. يسمى هذا المبدأ **بمبدأ لو شاتولييه**.

أولاً - تأثير التركيز:

لدى زيادة تركيز مادة، يتزاح التوازن في الاتجاه الذي يقلل من تشكل هذه المادة (في الاتجاه المعاكس لتشكيل هذه المادة).

لدى نقصان تركيز مادة، يتزاح التوازن في الاتجاه الذي يزيد من تشكل هذه المادة.

ثانياً - تأثير الضغط:

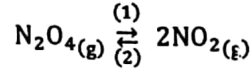
عند رفع الضغط (نقصان الحجم) يتزاح التوازن في الاتجاه الذي يحوي عدد مولات غازية أقل.

عند خفض الضغط (زيادة الحجم) يتزاح التوازن في الاتجاه الذي يحوي عدد مولات غازية أكبر.

التوازن الكيميائي:

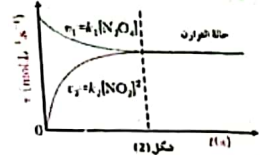
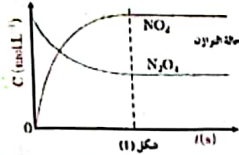
التفاعل المتوازن هو تفاعل:

- تساوى فيه سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي
 - وتكون تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة قد ثبتت.
- فمثلاً لو أخذنا التفاعل:



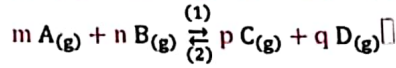
يسمى الاتجاه (1) بالاتجاه المباشر.

والاتجاه (2) بالاتجاه العكسي أو الاتجاه غير المباشر.



ثابت التوازن الكيميائي:

استنتج عبارة ثابت التوازن للتفاعل الآتي باعتبار التفاعل المباشر والعكسي أوليان.



نكتب عبارة سرعة التفاعل المباشر وعبارة سرعة التفاعل العكسي:

$$v_1 = k_1 \cdot [\text{A}]^m \cdot [\text{B}]^n \dots (1)$$

$$v_2 = k_2 \cdot [\text{C}]^p \cdot [\text{D}]^q \dots (2)$$

عند التوازن يكون:

$$v_1 = v_2 \Rightarrow k_2 \cdot [\text{C}]^p \cdot [\text{D}]^q = k_1 \cdot [\text{A}]^m \cdot [\text{B}]^n$$

بالاستفادة من خواص النماذج:

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

حيث:

K_C ثابت التوازن بدلالة التراكيز. يتعلق فقط بدرجة الحرارة.

ويمكن التعبير عن ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية مقدره ب atm:

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

حيث: K_P ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية (ليس له واحدة).

ملاحظة هامة: المواد الصلبة S والمواد السائلة L كمذيب فقط لا تظهر في عبارة

ثابت التوازن (علل) لأن تراكيزها ثابتة مهما تغيرت كميتها.

العلاقة بين K_C و K_P :

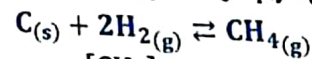
نُعط العلاقة بين قيمة ثابتي التوازن بدلالة التراكيز والضغوط الجزئية:

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

حيث: $\Delta n = n_2 - n_1$ علماً أن:

n_2 : عدد المولات الغازية للمنتجات. n_1 : عدد المولات الغازية للمتفاعلات.

أمثلة: اكتب عبارة K_C و K_P والعلاقة بينهما، لكل من التفاعلات الآتية:



$$K_C = \frac{[\text{CH}_4]}{[\text{H}_2]^2}, K_P = \frac{P_{\text{CH}_4}}{P_{\text{H}_2}^2}$$

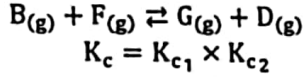
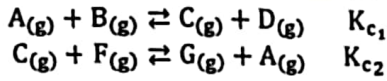
$$\Delta n = 1 - 2 \Rightarrow K_P = K_C \cdot (\text{RT})^{-1}$$

مكثفة الكيمياء - بكلوريا (2024) - إعداد المدرس طارق غربا - 0938639857

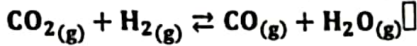
$$K_{c1} = (K_c)^{\frac{1}{2}} = (0.36)^{\frac{1}{2}} = 0.6$$

$$K_{c2} = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{0.36} = 2.8$$

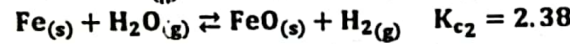
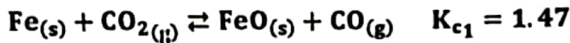
ثابت التوازن لتفاعل يساوي جداء ثوابت التوازن للمراحل التي تشكل هذا التفاعل:



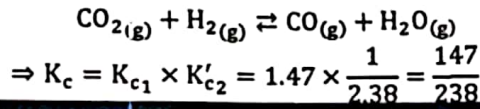
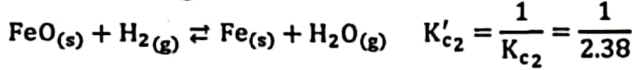
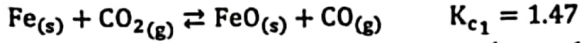
سؤال (2): احسب ثابت التوازن بدلالة التراكيز K_c للتفاعل:



اعتماداً على التفاعلات:



الحل: تبقى المعادلة الأولى كما هي وتُعكس الثانية:



أهمية ثابت التوازن:

يُستفاد من ثابت التوازن في معرفة الاتجاه

الذي يكون قد انزاح إليه التفاعل عند التوازن.

أي نستطيع أن نعلم من خلاله هل كمية

المتفاعلات أم كمية المنتجات أكبر عند التوازن.

حيث نلاحظ أنه عندما يكون:

$$K_c \gg 1: \text{التفاعل يحدث إلى مدى كبير في}$$

الاتجاه المباشر (كمية المنتجات أكبر من كمية المتفاعلات).

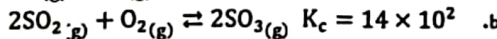
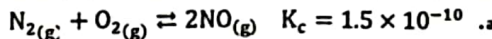
$$K_c \ll 1: \text{التفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه العكسي (كمية}$$

المتفاعلات أكبر من كمية المنتجات).

$$K_c = 1: \text{يتم التفاعل بالاتجاهين بنفس النسبة وكمية المتفاعلات}$$

والمنتجات تكون متساوية.

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



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

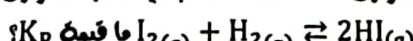
التفاعل الثاني $K_c > 1$ وبالتالي كمية المواد الناتجة أكبر من كمية المواد المتفاعلة.

مسائل:

مسألة (1): مُزج 2 mol من اليودوجين H_2 مع 3 mol من اليود I_2

في وعاء مغلق سعته 10 L وكانت كمية يود اليودوجين HI عند

التوازن 3.6 mol، احسب قيمة ثابت التوازن للتفاعل الآتي:

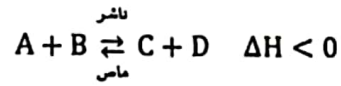


$$[I_2]_o = \frac{n}{V} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ mol. L}^{-1}$$

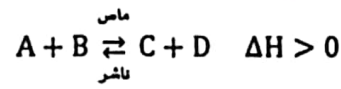
$$[H_2]_o = \frac{n}{V} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol. L}^{-1}$$

ثالثاً - تأثير تغير درجة الحرارة:

1- تفاعلات ناشرة للحرارة:



2- تفاعلات ماصة للحرارة:



عند زيادة درجة الحرارة، يتزاح التوازن في الاتجاه الماص للحرارة.

عند خفض درجة الحرارة، يتزاح التوازن في الاتجاه الناشر للحرارة.

ملاحظة:

عندما يتزاح التوازن في الاتجاه المباشر يتأثر بدرجة الحرارة تزداد قيمة ثابت

التوازن، وعندما يتزاح التوازن في الاتجاه العكسي يتأثر بدرجة الحرارة

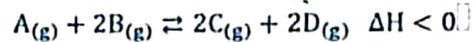
تنخفض قيمة ثابت التوازن.

رابعاً - تأثير الحفاز على التوازن:

الحفاز لا يؤثر في حالة التوازن ولا بقيمة ثابت التوازن، إنما فقط يسرع

الوصول إلى حالة التوازن.

مثال: ليكن لديك التفاعل التالي:



ما تأثير كل من: زيادة تركيز A - نقصان تركيز B - نقصان تركيز C - زيادة

تركيز D - رفع درجة الحرارة - خفض الضغط - نقصان الحجم.

على كل من:

1) حالة التوازن. 2) كمية المتفاعلات. 3) كمية المنتجات. 4) قيمة ثابت التوازن.

حالة التوازن	كمية المتفاعلات	كمية المنتجات	قيمة ثابت التوازن
يتزاح بالاتجاه المباشر	تقل	تزداد	لا تتغير
يتزاح بالاتجاه العكسي	تزداد	تقل	لا تتغير
يتزاح بالاتجاه المباشر	تقل	تزداد	لا تتغير
يتزاح بالاتجاه العكسي	تزداد	تقل	لا تتغير
يتزاح بالاتجاه العكسي	تزداد	تقل	تقل قيمة ثابت التوازن
يتزاح بالاتجاه المباشر	تقل	تزداد	لا تتغير
يتزاح بالاتجاه العكسي	تزداد	تقل	لا تتغير

العمليات على ثابت التوازن:

• إذا ضربت معادلة تفاعل بعدد ما، فإن ثابت التوازن الجديد يرتفع إلى الأس

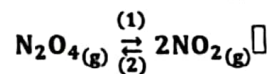
يساوي ذلك العدد.

• إذا عكس التفاعل فإن قيمة ثابت التوازن الجديد تساوي مقلوب قيمة ثابت

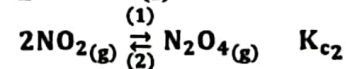
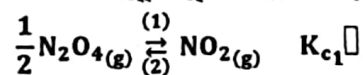
التوازن.

• لدى جمع التفاعلات تكون قيمة ثابت التوازن الجديد يساوي جداء هذه القيم.

سؤال (1): إذا علمت أن قيمة $K_c = 0.36$ للتفاعل:



المطلوب: احسب K_c لكل من التفاعلين الآتيين:



مكثفة الكيمياء - بكلوريا (2024) - إعداد المدرس طارق غربا - 0938639857

A	+	B	⇌	2C	
0.2		0.2		0	التركيزات الابتدائية:
-x		-x		+ 2x	التغير في التركيز:
0.2 - x		0.2 - x		2x	التركيزات التوازنية:

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

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

بجذر الطرفين نجد:

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

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

$$0.4 - 2x = 2x \Rightarrow 0.4 = 4x \Rightarrow x = \frac{0.4}{4} = 0.1 \text{ mol. L}^{-1}$$

وبالتالي التركيزات التوازنية:

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

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

مسألة (6): يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة:



التوازن كان عدد مولات الهيدروجين و 7.2 mol وعدد مولات اليود

2.4 mol وعدد مولات يود الهيدروجين 0.4 mol والمطلوب

حساب:

1. قيمة ثابت التوازن K_c .

2. قيمة ثابت التوازن K_p .

3. احسب التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة.

4. اقترح طريقتين تزيد من كمية HI.

ط:1

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

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

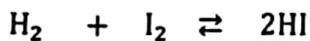
$$[I_2]_{eq} = \frac{2.4}{10} = 0.24 \text{ mol. L}^{-1}$$

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

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

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} = K_c \cdot (RT)^{2-2} = K_c = \frac{1}{108}$$

ط:3



$[H_2]_o$	+	$[I_2]_o$	⇌	0	التركيزات الابتدائية:
-x		-x		+ 2x	التغير في التركيز:
$[H_2]_o - x$		$[I_2]_o - x$		2x	التركيزات التوازنية:

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

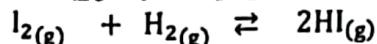
$$[H_2]_o - x = 0.72 \Rightarrow [H_2]_o = 0.72 + x$$

$$= 0.72 + 0.02 = 0.74 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[I_2]_o - x = 0.24 \Rightarrow [I_2]_o = 0.24 + x$$

$$= 0.24 + 0.02 = 0.26 \text{ mol. L}^{-1}$$

ط:4: زيادة تركيز H_2 أو زيادة تركيز I_2 أو سحب HI من الوسط.



0.3	+	0.2	⇌	0	التركيزات الابتدائية:
-x		-x		+ 2x	التغير في التركيز:
0.3 - x		0.2 - x		2x	التركيزات التوازنية:

$$2x = 0.36 \text{ mol. L}^{-1} \Rightarrow x = 0.18 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[H_2]_{eq} = 0.2 - 0.18 = 0.02 \text{ mol. L}^{-1}$$

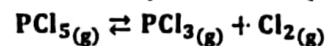
$$[I_2]_{eq} = 0.3 - 0.18 = 0.12 \text{ mol. L}^{-1}$$

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

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} = K_c \cdot (RT)^{2-2} = K_c \cdot (RT)^0 = 54$$

مسألة (2): وضع 4 mol من PCl_5 في وعاء سعته 2L وسخن الوعاء إلى

درجة 500 K بتفكك 10% وفق المعادلة:

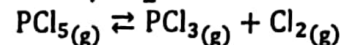


المطلوب حساب:

1. قيمة K_c . 2. قيمة K_p ($R = 0.082 \text{ atm. L. mol}^{-1} \cdot K^{-1}$)

ط:1

$$C = \frac{n}{V} = \frac{4}{2} = 2 \text{ mol. L}^{-1}$$



2	0	0	التركيزات الابتدائية:
2 - x	x	x	التركيزات التوازنية:

كل 100 mol. L^{-1} يتفكك منها 10 mol. L^{-1}

كل 2 mol. L^{-1} يتفكك منها $x \text{ mol. L}^{-1}$

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

نحسب التركيزات التوازنية

$$[PCl_3]_{eq} = [Cl_2]_{eq} = x = 0.2 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[PCl_5]_{eq} = 2 - x = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mol. L}^{-1}$$

والآن نحسب ثابت التوازن:

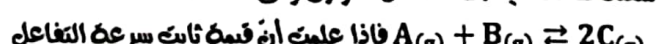
$$K_c = \frac{[PCl_3] \times [Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{0.2 \times 0.2}{1.8} = \frac{1}{45}$$

ط:2

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} = \frac{1}{45} \cdot (0.082 \times 500) = \frac{82 \times 10^{-1}}{9} = \frac{41}{45}$$

مسألة (5): مزج 2 mol من مادة A مع 2 mol من مادة B في وعاء

سعته 10 L فيحدث التفاعل المتوازن وفق المعادلة:



المباشر $k_1 = 8.8 \times 10^{-2}$ وقيمة ثابت سرعة التفاعل العكسي

$k_2 = 2.2 \times 10^{-2}$ ، المطلوب حساب:

1. قيمة K_c ثم قيمة K_p .

2. تركيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة عند بلوغ التوازن.

$$K_c = \frac{k_1}{k_2} = \frac{8.8}{2.2} = 4$$

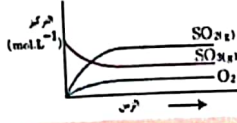
$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} = K_c \cdot (RT)^{2-2} = K_c = 4$$

نحسب التركيزات الابتدائية:

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

مكثفة الكيمياء - بكلوريا (2024) - إعداد المدرس طارق غربا - 0938639857

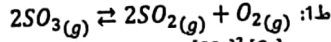
تطبيق: لديك الشكل المجاور الذي يمثل تفاعل متوازن، المطلوب:



1. اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل.

2. اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز.

الحل: ملاحظة للفهم: دائماً المنحى المتناقص يعبر عن المتفاعلات والمتزايد يعبر عن المنتجات.



ط2: $K_c = \frac{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}{[SO_3]^2}$

قيمت قيم ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية في درجات حرارة مختلفة:

$3A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$	
درجة الحرارة: (°C)	قيمة ثابت التوازن K_p
300	4.34×10^{-3}
400	1.64×10^{-4}

المطلوب: هل التفاعل ناشر للحرارة أم ماص للحرارة؟ فسّر إجابتك.

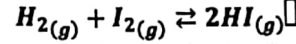
ملاحظة قبل الحل:

- عندما تزداد قيمة K_c بزيادة درجة الحرارة يكون التفاعل هاصباً.
 - عندما تقل قيمة K_c بزيادة درجة الحرارة يكون التفاعل ناشر.
- الحل: يلاحظ من القيم في الجدول أنه عند رفع درجة الحرارة تقل قيمة ثابت التوازن أي يرجح بالاتجاه العكسي الماص للحرارة وبالتالي التفاعل ناشر للحرارة.

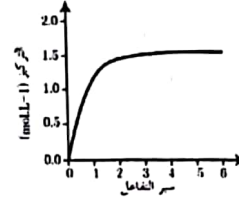
انتهى درس التوازن الكيميائي

مسألة (7): يتفاعل 1 mol من غاز اليود مع 1 mol من غاز

الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه 1L وفق المعادلة:



حيث يبين الخط البياني تغير تركيز يود الهيدروجين بدلالة الزمن،



المطلوب:

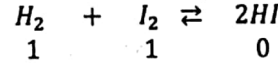
1. احسب تراكيز التوازن لكل من المواد المتفاعلة والناجثة.

2. احسب قيمة ثابت التوازن K_c .

3. ارسم خطياً بيانياً يوضح تغير تركيز اليودوجين بدلالة الزمن.

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

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



التراكيز الابتدائية: 1 1 0

التراكيز التوازنية: 1-x 1-x 2x

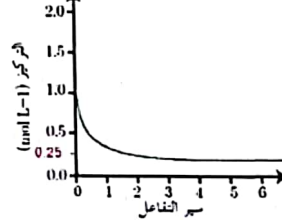
$$[HI]_{eq} = 2x = 1.5 \text{ mol. L}^{-1} \quad (\text{من الخط البياني})$$

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

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

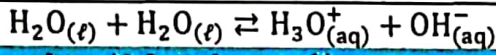
$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(1.5)^2}{(0.25)^2} = 36 \quad \text{ط2:}$$

ط3: رسم الخط البياني لتغير تركيز اليودوجين بدلالة الزمن:



تعايل درس التوازن:

- يسمى التوازن في حالة التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي، فسر ذلك؟
لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معدومة.
- لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعلات المتوازنة.
لأن المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتعطي المواد المتفاعلة في الشروط ذاتها.
- إضافة حفاز تسرع الوصول إلى حالة التوازن.
لأن الحفاز يزيد من سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي بالمقدار نفسه.
- في التفاعل الماص للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند خفض درجة الحرارة.
لأن التفاعل العكسي يرجح فتقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.



$$K_w = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14} \quad \text{عند الدرجة } 25^\circ C$$

قوة الحمض وقوة الأساس:

- تقاس قوة الحمض بسهولة منحه لبروتون (تأينه).
- تقاس قوة الأساس بسهولة استقباله لبروتون (تأينه).
- يُعبّر عن درجة تأين الحموض والأسس بالعلاقتين التاليتين:

$$\alpha_{\text{للحموض}} = \frac{[H_3O^+]}{C_a}, \quad \alpha_{\text{للأسس}} = \frac{[OH^-]}{C_b}$$

حيث: C_a, C_b التراكيز الابتدائية للأساس والحمض على الترتيب.

يمكن التعبير عن درجة التأين كنسبة مئوية: $\alpha\% = \alpha \times 100$

- كلما كان الحمض قوياً كلما كان أساسه المرافق أكثر ضعفاً (علاقة عكسية).
- كلما كان الأساس قوياً كلما كان حمضه المرافق أكثر ضعفاً (علاقة عكسية)

الأس الهيدروجيني:

يُعبّر الأس الهيدروجيني عن مقدار حموضة أو قلوية وسط ما. عندما يكون:

- $pH > 7 \Leftrightarrow$ يكون الوسط قلوياً ويكون $[OH^-] > [H_3O^+]$
- $pH = 7 \Leftrightarrow$ يكون الوسط معتدلاً ويكون $[OH^-] = [H_3O^+]$
- $pH < 7 \Leftrightarrow$ يكون الوسط حمضياً ويكون $[OH^-] < [H_3O^+]$

ويتم حساب الأس الهيدروجيني pH من العلاقة:

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

كما يوجد ما يسمى بالأس الهيدروكسيدي pOH :

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

وعندما يكون:

- $pOH > 7 \Leftrightarrow$ يكون الوسط حمضياً.
- $pOH = 7 \Leftrightarrow$ يكون الوسط معتدلاً.
- $pOH < 7 \Leftrightarrow$ يكون الوسط قلوياً.

والعلاقة بين pH و pOH :

$$pH + pOH = 14$$

ثابت تأين الحموض الضعيفة أحادية الوظيفة:

بفرض لديك الحمض الضعيف HA , المطلوب:

- اكتب معادلة تأينه.
 - اكتب عبارة ثابت تأين الحمض الضعيف.
 - اثبت أن: $[H_3O^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a}$
- ط1: معادلة التأين: $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$
- ط2: عبارة ثابت التأين: $K_a = \frac{[H_3O^+].[A^-]}{[HA]}$
- ومن معادلة التأين السابقة نلاحظ أن: $[H_3O^+] = [A^-]$ لذلك:
- $$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{[HA]}$$
- ط3: نعزل $[H_3O^+]$: $[H_3O^+]^2 = K_a \cdot [HA]$
- بجذر الطرفين: $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot [HA]}$

الحموض والأسس:

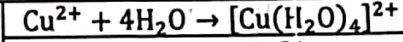
• نظريات في الحموض والأسس:

ليس	برونشتد - لوري	أرنييس	الحمض
قادر على استقبال زوج الكترولني أو أكثر من مادة تتفاعل معه	قادر على منح بروتون H^+ أو أكثر إلى مادة أخرى تتفاعل معه	يحرر بروتون H^+ أو أكثر عند انحلاله بالماء	أكثر عند انحلاله بالماء
قادر على منح زوج الكترولني أو أكثر لمادة تتفاعل معه	قادر على استقبال بروتون H^+ أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معه	يحرر أيون هيدروكسيد OH^- أو أكثر عند انحلاله بالماء	الأساس

ملاحظة: غالباً جميع المركبات الحاوية على N و O تلعب دور أسس بينما الأيونات الموجبة و المركبات التي تحوي عنصر البور B تلعب دور حموض لوري.

أمثلة على حموض لوري:

NH_3 : أساس لوري.	NH_3 : أساس لوري.
H^+ : حمض لوري.	BF_3 : حمض لوري.
تنشأ بينهما رابطة تساندية.	تنشأ بينهما رابطة تساندية.



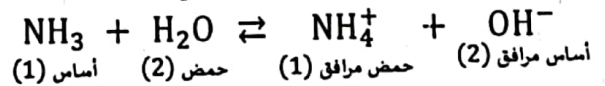
Cu^{2+} : حمض لوري

H_2O : أساس لوري

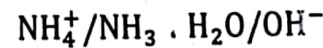
كتابة معادلات تأين الحموض والأسس:

- عند كتابة معادلة تأين الحموض نضع الحمض + ماء.
- عند كتابة معادلة تأين الأسس لا نضع ماء إلا مع الأسس التي لا تحوي OH مثل NH_3 .
- الحموض والأسس القوية تأينها تام (السهم باتجاه واحد \rightarrow)
- الحموض والأسس الضعيفة تأينها جزئي (سهمين \rightleftharpoons).

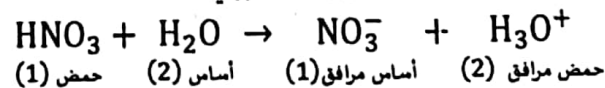
اكتب معادلة تأين غاز النشادر في الماء وحدد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) وفق نظرية برونشتد - لوري.



أو نكتب الأزواج المترافقة على الشكل: (الأساس على اليمين والحمض على اليسار)



اكتب معادلة تأين حمض الأزوت. ثم حدد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) وفق نظرية برونشتد لوري.



أو نعبّر عنهم بالشكل: $HNO_3/NO_3^-, H_3O^+/H_2O$

نلاحظ أن الماء يستطيع أن يلعب دور حمض ودور أساس لذلك نقول عنه أنه مركب مذبذب وتكتب عبدة التأين الذاتي للماء بالشكل:

ط4: نحسب درجة التأين:

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{10^{-5}}{0.2} = 5 \times 10^{-5}$$

ط5: $pH' = 6 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}$

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

$$[H_3O^+]_{\text{المجدد}} = 10^{-1} \cdot [H_3O^+]_{\text{القديم}} = \frac{1}{10} [H_3O^+]_{\text{القديم}}$$

أي أن $[H_3O^+]$ قد قل عشر مرات.

مسألة (2): يُذاب 8g من هيدروكسيد الصوديوم بالماء

المقطر، ويُكمل الحجم إلى 2L والمطلوب حساب:

1. قيمة $[OH^-]$ ، $[H_3O^+]$.

2. قيمة pOH ، pH للمحلول.

3. حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 50 mL من

المحلول السابق ليصبح قيمة $pH = 11$. علماً أن:

(Na: 23, O: 16, H: 1)

الحل: ط1: في البداية نحسب التركيز المولي لهيدروكسيد الصوديوم وذلك

بحساب عدد المولات:

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

حساب التركيز المولي للأساس:

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

بما أن هيدروكسيد الصوديوم أساس قوي وحيد الوظيفة فهو تام التأين

وتركيته يساوي تركيز أيونات الهيدروكسيد في الوسط:

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

وبالتالي تركيز أيونات الهيدرونيوم تساوي:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{0.1} = 10^{-13} \text{ mol. L}^{-1}$$

ط2: والآن نقوم بحساب قيمة pH و pOH الوسط:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(10^{-13}) = 13$$

$$pOH = -\log(OH^-) = -\log(0.1) = 1$$

ط3: طُلب منا معرفة حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 50 mL من

المحلول السابق ليصبح قيمة $pH = 11$ أي وكأنهم قاموا بإعطائنا تركيز

الأساس بعد التمديد وذلك من خلال العلاقة:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-11} \text{ mol. L}^{-1}$$

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

بعد التنديد = قبل التنديد

$$(C_b \cdot V) = (C_b' \cdot V')$$

$$V' = \frac{C_b \cdot V}{C_b'} = \frac{0.1 \times 50}{10^{-3}} = 5000 \text{ mL}$$

وبالتالي حجم الماء المقطر اللازم إضافته تساوي:

$$V_{\text{ماء مقطر}} = 5000 - 50 = 4950 \text{ mL}$$

وبإهمال القيمة الضعيفة المتأينة من الحمض سنعتبر أن تركيز الحمض التوازني

$(C_a - x)$ يساوي تركيزه الابتدائي C_a : "بإهمال x"

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

ملاحظة: كلما زاد K_a كلما كان الحمض أكثر قوة.

ثابت تأين الأنس الضعيفة أحادية الوظيفة:

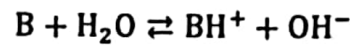
بفرض لديك الأساس الضعيف B والمطلوب:

1- اكتب معادلة تأينه.

2- اكتب عبارة ثابت تأين الأساس.

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

ط1: معادلة التأين:



ط2: عبارة ثابت التأين:

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

ومن معادلة التأين السابقة نلاحظ أن: $[BH^+] = [OH^-]$ لذلك:

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

ط3: ويعزل $[OH^-]$:

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

وبإهمال القيمة الضعيفة المتأينة من الأساس سنعتبر أن تركيز الأساس التوازني

$(C_b - x)$ يساوي تركيزه الابتدائي C_b : "بإهمال x"

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

ملاحظة: كلما زاد K_b كلما كان الأساس أكثر قوة.

مسائل:

مسألة (1): محلول حمض سيانيد الهيدروجين تركيزه الابتدائي

$(0.2 \text{ mol. L}^{-1})$ ، وثابت تأينه 5×10^{-10} ، والمطلوب:

1. اكتب معادلة تأين الحمض السابق، وحدد الأزواج المترافقة

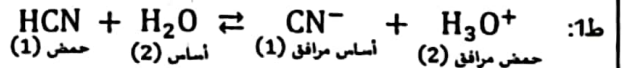
أساس/حمض وفق بروينشتد - لوري.

2. احسب $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$.

3. احسب قيمة pH المحلول.

4. احسب درجة تأين الحمض.

5. بين بالحساب كيف يتغير $[H_3O^+]$ عندما يصبح $pH = 6$



ط2:

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

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

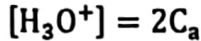
وبالتالي $[OH^-]$ تساوي:

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

ط3: حساب pH المحلول:

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

ط2: بما أن حمض الكبريت حمض قوي ثنائي الوظيفة:



ومن قيمة الـ pH المأطاة نحسب تركيز أيونات الهيدرونيوم:

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

$$\Rightarrow C_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{2} = \frac{10^{-1}}{2} = 0.05 \text{ mol. L}^{-1}$$

ط3: لحساب كتلة حمض الكبريت في 50 mL من محلوله السابق نطبق العلاقة:

$$m = C \cdot V \cdot M$$

$$m = 0.05 \times 50 \times 10^{-3} \times 98 = 0.245 \text{ g}$$

ط4: يضاف بالتدرج 10 mL من محلول الحمض السابق إلى 90 mL

من الماء المقطر والمطلوب حساب الـ pH للمحلول الجديد:

$$V_{\text{تتمديد}} \text{ قبل} = 10 \text{ mL}, \quad V_{\text{تتمديد}} \text{ بعد} = 10 + 90 = 100 \text{ mL}$$

$$n_{\text{تتمديد}} \text{ قبل} = n_{\text{تتمديد}} \text{ بعد}$$

$$C \cdot V = C' \cdot V'$$

$$C' = \frac{0.05 \times 10}{100} = 0.005 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2C' = 2(0.005) = 0.01 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(0.01) = 2$$

مسألة(5): محلول مالني للنشادر له $\text{pOH} = 3$ ، ودرجة تأين

النشادر 2% والمطلوب:

1. اكتب معادلة تأين النشادر ثم حدد الأزواج المترافقة

أساس/حمض حسب برونشنتد - لوري.

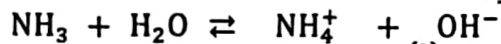
2. احسب $[\text{OH}^-]$ للمحلول.

3. احسب التركيز الابتدائي للمحلول

4. احسب ثابت تأين النشادر.

5. يمدد المحلول السابق 10 مرات، احسب pOH المحلول الناتج

عن التتمديد.



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

ط2: حساب $[\text{OH}^-]$ للمحلول:

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

ط3: حساب التركيز الابتدائي للمحلول C_b : من علاقة درجة التأين:

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

$$C_b = \frac{[\text{OH}^-]}{\alpha\%} \times 100 = \frac{10^{-3}}{2} \times 100 = \frac{10^{-1}}{2} = 0.05 \text{ mol. L}^{-1}$$

ط4: حساب ثابت تأين النشادر: وذلك بإعمال القيمة الضعيفة المتأينة من الأساس:

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

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{C_b} = \frac{(10^{-3})^2}{0.05} = 2 \times 10^{-5}$$

ط5: بما أن المحلول قد مدد 10 مرات هذا يعني أن $V' = 10V$ وبالتالي:

$$n_{\text{تتمديد}} \text{ قبل} = n_{\text{تتمديد}} \text{ بعد}$$

$$(C_b \cdot V)_{\text{تتمديد}} \text{ قبل} = (C'_b \cdot V')_{\text{تتمديد}} \text{ بعد}$$

مسألة(3): محلول مالني لحمض النمل له $\text{pH} = 2$ وثابت تأين

حمض النمل 2×10^{-4} والمطلوب:

1. اكتب معادلة تأين هذا الحمض ثم حدد الأزواج المترافقة

أساس/حمض حسب برونشنتد - لوري.

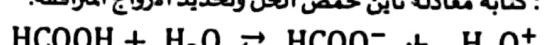
2. احسب قيمة pOH المحلول.

3. احسب التركيز الابتدائي لحمض النمل.

4. احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10 mL منه لتصبح

قيمة $\text{pH}' = 3$.

الحل: ط1: كتابة معادلة تأين حمض النمل وتحديد الأزواج المترافقة:



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

ط2: حساب قيمة pOH المحلول: نحن نعلم أن:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 2 = 12$$

ط3: التركيز الابتدائي لحمض النمل:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{تتمديد}} \text{ قبل} = \sqrt{C_a \cdot K_a} \Rightarrow$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{تتمديد}}^2 \text{ قبل} = C_a \cdot K_a$$

$$C_a = \frac{(10^{-2})^2}{2 \times 10^{-4}} = 0.5 \text{ mol. L}^{-1}$$

ط4 حساب حجم الماء المنظر اللازم إضافته إلى 10 mL من الحمض لتصبح

قيمة $\text{pH}' = 3$

بعد التتمديد:

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

$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = \sqrt{C'_a \cdot K_a} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]'^2 = C'_a \cdot K_a$$

$$C'_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]'^2}{K_a} = \frac{(10^{-3})^2}{2 \times 10^{-4}} = \frac{10^{-2}}{2} = 0.5 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

والآن نحسب حجم الماء الواجب إضافته من قانون التتمديد:

$$n_{\text{تتمديد}} \text{ قبل} = n_{\text{تتمديد}} \text{ بعد}$$

$$(C_a \cdot V)_{\text{تتمديد}} \text{ قبل} = (C'_a \cdot V')_{\text{تتمديد}} \text{ بعد}$$

$$V' = \frac{C_a \cdot V}{C'_a} = \frac{0.5 \times 10}{0.5 \times 10^{-2}} = 1000 \text{ mL}$$

وبالتالي حجم الماء المضاف إلى 10 mL هو:

$$V_{\text{الماء المضاف}} = 1000 - 10 = 990 \text{ mL}$$

مسألة(4): محلول مالني لحمض الكبريت بفرض أنه تام التأين له

قيمة $\text{pH} = 1$ ، والمطلوب:

1. اكتب معادلة تأين هذا الحمض.

2. احسب تركيز هذا الحمض بـ mol. L^{-1} .

3. احسب كتلة حمض الكبريت في 50 mL من محلول الحمض

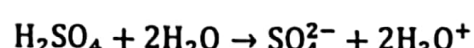
السابق.

4. يضاف بالتدرج 10 mL من محلول الحمض السابق إلى 90 mL

من الماء المقطر، احسب قيمة pH للمحلول الجديد. علماً أن:

$$(\text{H}: 1, \text{O}: 16, \text{S}: 32)$$

الحل: ط1:



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

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

اعتماداً على الجدول السابق، أجب عن الأسئلة الآتية:

1. حدد الحمض الأقوى وما هو أساسه المرافق؟
2. حدد الحمض الأكبر قيمة pH والحمض الأصغر قيمة pH.
3. في أي محلول يكون $[OH^-]$ أكبر؟
4. حدد الأساس المرافق الأقوى للمحاليل السابقة.

ط1: الحمض الأقوى هو الذي له ثابت تأين أعلى وهو حمض فلوريد الهيدروجين HF وأساسه المرافق F^- .

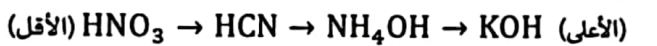
ط2: الحمض الذي له أكبر قيمة pH هو الحمض الأضعف أي الذي له ثابت تأين أصغر وهو حمض سيان الهيدروجين HCN والحمض الذي له أصغر قيمة pH هو الحمض الأقوى وهو HF.

ط3: المحلول الذي له $[OH^-]$ أكبر هو الحمض الأضعف وهو محلول حمض سيان الهيدروجين.

ط4: الأساس المرافق الأقوى يكون للحمض الأضعف وهو CN^- المرافق للحمض HCN. رتب المحاليل الآتية المتساوية التراكيز تصاعدياً حسب تزايد قيمة pH.



الحل: يتم الترتيب من الحمض الأقوى (أقل قيمة pH) إلى الأساس الأقوى (أعلى قيمة pH) .. تصاعدياً:

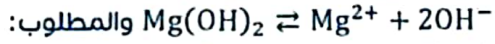


إذا علمت أن أيون السيانيد CN^- أساس أقوى من أيون الخلات CH_3COO^- ، ما هو الحمض المرافق لكل منهما وأي الحمضين أقوى؟ فسر ذلك.

الحل: الحمض المرافق لأيون السيانيد HCN والحمض المرافق لأيون الخلات هو CH_3COOH

الأقوى هو حمض الخل CH_3COOH لأنه يرافق الأساس الضعيف.

يتأين هيدروكسيد المغنيزيوم وفق المعادلة الآتية:



اشرح كيف تؤثر إضافة كمية من محلول حمض قوس على تأين المحلول.

تتحد أيونات الهيدرونيوم المضافة مع أيونات الهيدروكسيد (فتقل كميتها) مما يُرجح التفاعل المباشر وتذوب كمية إضافية من هيدروكسيد المغنيزيوم $Mg(OH)_2$.

انتهى درس الحموض والأساس

$$C'_b = \frac{(C_b \cdot V)}{V'} = \frac{C_b \cdot V}{10V} = \frac{C_b}{10} = \frac{0.05}{10} = 0.005 \text{ mol. L}^{-1}$$

وبالتالي تركيز أيونات الهيدروكسيد:

$$[OH^-] = \sqrt{C'_b \cdot K_b} = \sqrt{5 \times 2 \times 10^{-3} \times 10^{-5}}$$

$$[OH^-] = \sqrt{10^{-7}} = 10^{-3.5} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(10^{-3.5}) = 3.5$$

مسألة (6):

a. محلول لحمض الخل تركيزه 0.02 mol. L^{-1} وثابت تأين حمض الخل 1.8×10^{-5} اكتب معادلة تأينه، ثم احسب قيمة تركيز أيونات الخلات في المحلول $[CH_3COO^-]$.

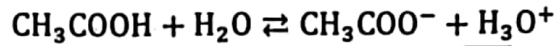
b. يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه $10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$ والمطلوب:

1. احسب $[CH_3COO^-]$ في المحلول في هذه الحالة.

2. قارن بين قيمتي تركيز $[CH_3COO^-]$ بين الحالتين a و b.

3. فسر ذلك، ماذا استنتج؟

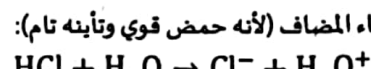
a. حمض الخل عبارة عن حمض ضعيف يتأين جزئياً وفق المعادلة:



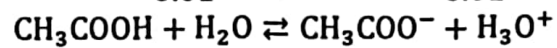
$$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$$

$$= \sqrt{0.02 \times 1.8 \times 10^{-5}} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1}$$

b. ط1: في هذه الحالة يكون لدينا تركيز ابتدائي من أيونات الهيدرونيوم يساوي تركيز حمض كلور الماء المضاف (لأنه حمض قوي وتأينه تام):



$$0.01 \qquad \qquad \qquad 0.01$$



$$0.02 \qquad \qquad \qquad 0 \qquad \qquad \qquad 0.01$$

$$-x \qquad \qquad \qquad +x \qquad \qquad \qquad +x$$

$$0.02 - x \qquad \qquad \qquad +x \qquad \qquad \qquad 0.01 + x$$

والآن نعوض في عبارة ثابت التوازن:

$$K_a = \frac{x(0.01 + x)}{(0.02 - x)}$$

نهمل x من داخل الأقواس في البسط والمقام لصغرهما أمام 0.01 في البسط و 0.02 في المقام:

$$K_a = \frac{0.01x}{0.02} \Rightarrow x = 3.6 \times 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

ونلاحظ أن x هي التركيز التوازني لـ $[CH_3COO^-]$ المطلوب حسابها:

$$[CH_3COO^-] = 3.6 \times 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

ط2: بالمقارنة نجد أن تركيز أيون الخلات في الحالة a (في حال عدم وجود حمض مضاف) أعلى منها في الحالة b (في حال إضافة حمض كلور الماء).

ط3: إن إضافة HCl يؤدي إلى زيادة في تركيز $[H_3O^+]$ فهو يمثل أيوناً مشتركاً ما بين محلول حمض كلور الماء وحمض الخل فيرجح التفاعل العكسي وينقص تركيز $[CH_3COO^-]$ حسب قاعدة لوشاتوليه.

درس الأملاح:

أولاً - الأملاح الذوابة:

ونعلم إلى أربعة أنواع:

أملاح ناتجة عن تفاعل حمض قوي وأساس قوي	أملاح ناتجة عن تفاعل حمض قوي وأساس ضعيف	أملاح ناتجة عن تفاعل حمض ضعيف وأساس قوي	أملاح ناتجة عن تفاعل حمض ضعيف وأساس ضعيف
تتميه ولا تتحلل pH = 7	تتميه وينحلله الجزء الضعيف منها. pH > 7	تتميه وينحلله الجزء الضعيف منها. pH < 7	تتميه وينحلله كلا الجزئين فيها

في حالة تفاعل الحمض الضعيف مع الأساس الضعيف يُحدد pH الوسط من معرفة K_a للحمض و K_b للأساس، حيث:

$$K_a > K_b \Rightarrow \text{الوسط حمضي}$$

$$K_b > K_a \Rightarrow \text{الوسط أساسي}$$

$$K_b = K_a \Rightarrow \text{الوسط معتدل}$$

أهم ما يُطلب من نظري هذه الأملاح:

(1) كتابة معادلة الإماهة (سهم واحد) (\rightarrow) .

(2) كتابة معادلة الحلمة (سهمين \rightleftharpoons).

(3) كتابة ثابت الحلمة.

(4) معرفة طبيعة الوسط الناتج (حمضي - معتدل - أساسي).

أما في المحاليل فيُطلب حساب:

(1) ثابت الحلمة. (2) تركيز $[H_3O^+]$ أو $[OH^-]$ وتحديد pH أو pOH.

(3) حساب النسبة المئوية المتحللة من الملح وتُحسب من الشكل:

كل C (التركيز الابتدائي للملح) يتحلل منها X (تُحسب من ثابت الحلمة).

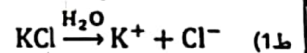
كل 100 من الملح يتحلل منها Y (عندها الـ Y هي النسبة المئوية المتحللة).

استنتاج عبارات ثابت الحلمة:

أولاً - ملأ ناتج مع حمض قوي وأساس قوي:

تطبيق (1): محلول مائي، ملح كلوريد البوتاسيوم، المطلوب:

1- اكتب معادلة الإماهة. 2- حدد طبيعة الوسط مع التعليل.



2) الوسط معتدل، لأن أيونات ملح كلوريد البوتاسيوم حيادية لا تتحلل.

ثانياً - ملأ ناتج مع حمض قوي وأساس ضعيف:

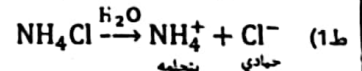
تطبيق (2): محلول مائي، ملح كلوريد الأمونيوم، المطلوب:

1- اكتب معادلة إماهة للملح.

2- اكتب معادلة الحلمة وحدد طبيعة الوسط.

3- اكتب عبارة ثابت الحلمة بدلالة التراكيز.

4- اكتب عبارة ثابت الحلمة بدلالة ثابت تاين الماء K_w (أو K_b)



2) معادلة الحلمة: $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

نلاحظ أن طبيعة الوسط هنا حمضية، لأن أيون الأمونيوم يسلك سلوك حمض

ضعيف "نتج لدينا H_3O^+ في معادلة الحلمة"

(3)

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

(4)

$$K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

ثالثاً - ملأ ناتج مع حمض ضعيف وأساس قوي:

تطبيق (3): محلول مائي، ملح خلات الصوديوم، المطلوب:

1- اكتب معادلة إماهة الملح.

2- اكتب معادلة الحلمة وحدد طبيعة الوسط.

3- اكتب عبارة ثابت الحلمة بدلالة التراكيز.

4- اكتب عبارة ثابت الحلمة بدلالة ثابت تاين الماء K_w (أو K_a)



2) $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

نلاحظ أن طبيعة الوسط هنا أساسية، لأن أيون الخلات يسلك سلوك أساس ضعيف "نتج لدينا

OH^- في معادلة الحلمة"

$$K_h = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]} \quad (3)$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} \quad (4)$$

رابعاً - ملأ ناتج مع حمض ضعيف وأساس ضعيف:

تطبيق (4): محلول مائي، ملح خلات الأمونيوم، المطلوب:

1- اكتب معادلة إماهة الملح.

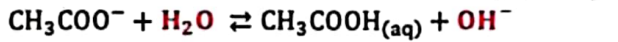
2- اكتب معادلة الحلمة.

3- اكتب عبارة ثابت الحلمة بدلالة التراكيز.

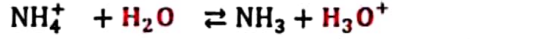
4- اكتب عبارة ثابت الحلمة بدلالة ثابت تاين الماء K_w



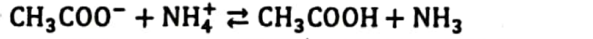
2) حلمة أيون الخلات:



حلمة أيون الأمونيوم:



بجمع التفاعلين السابقين تنتج المعادلة:



ملاحظة: $H_3O^+ + OH^- = 2H_2O$ لذلك اختصرنا الـ H_2O من الطرفين ولم تظهر في

التفاعل النهائي.

$$K_h = \frac{[NH_3] \cdot [CH_3COOH]}{[NH_4^+] \cdot [CH_3COO^-]} \quad (3)$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} \quad (4)$$

المسألة (1): محلول مائي، ملح نترات الأمونيوم NH_4NO_3 تركيزه $2 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ، فإذا علمت أن ثابت تاين الشادر عند درجة الحرارة $25^\circ C$ هو $K_b = 2 \times 10^{-5}$ ، والمطلوب:

1. اكتب معادلتني إماهة وحلمة هذا الملح.

2. احسب قيمة ثابت الحلمة للمحلول الملحي.

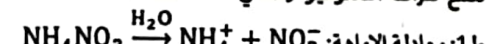
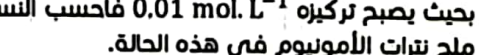
3. احسب قيمة $[OH^-]$.

4. احسب قيمة pH المحلول ماذا تنتج؟

5. إذا أضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء

بحيث يصبح تركيزه $0.01 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ فاحسب النسبة المئوية المتحللة من

ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.



2: تحسب ثابت الحلمة:

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

والآن نحسب تركيز أيونات الهيدروكسيد والتي تساوي تركيز أيون الخلات:

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

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

نُهمل X في المقام لصغرهما:

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

ط4: حساب ثابت تأين حمض الغل:

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

ط5: حساب النسبة المئوية المتحلمة من الملح:

كل $10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$ من الملح يتحلله منه 0.2 mol. L^{-1}

كل 100 mol. L^{-1} من الملح يتحلله منه $y \text{ mol. L}^{-1}$

$$y = \frac{10^{-5} \times 100}{0.2} = 5 \times 10^{-3} \%$$

ط6: طبيعة المحلول أساسي لأن: $\text{pH} > 7$

مسألة(3): محلول مائي لمخات الصوديوم تركيزه 0.2 mol. L^{-1}

وقيمة ثابت تأين حمض الخل في شروط التجربة يساوي 2×10^{-5} والمطلوب:

1. احسب قيمة pOH هذا المحلول.

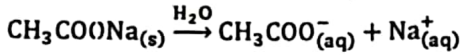
2. استنتج طبيعة المحلول الناتج.

3. يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول NaOH بحيث تركيزه

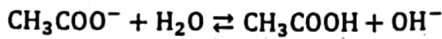
0.01 mol. L^{-1} . احسب النسبة المئوية المتحلمة من مخات الصوديوم

في هذه الحالة.

الحل: يتمه ملح مخات الصوديوم وفق المعادلة:



ويتحلله وفق المعادلة:



بدء: 0.2 0 0

تفاعل: -x +x +x

توازن: 0.2 - x +x +x

علاقة ثابت الحمضية بدلالة التراكيز:

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

حساب ثابت الحمضية:

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

وبالتعويض:

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

نُهمل X أمام 0.2 من المقام لصغر قيمة K_h :

$$x^2 = 10^{-10}$$

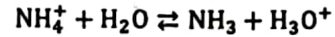
$$x = [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log[10^{-5}] = 5$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5 = 9$$

ط2: طبيعة المحلول الناتج عن الحمضية: أساسية لأن $\text{pH} > 7$ (أو يمكن القول أن $\text{pOH} < 7$).

ط3: حساب قيمة $[\text{OH}^-]$ من معادلة الحمضية:



التراكيز الابتدائية: 2×10^{-3} 0 0

التغير في التركيز: -x +x +x

التراكيز التوازنية: $2 \times 10^{-3} - x$ x x

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{x^2}{2 \times 10^{-3} - x}$$

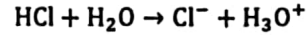
$$5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow x^2 = 2 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-10}$$

$$x^2 = 10^{-12} \Rightarrow x = 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

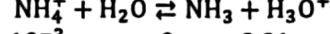
$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8} \text{ mol. L}^{-1}$$

ط4: $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(10^{-6}) = 6$ (حمضي لأن $\text{pH} < 7$)

ط5: حمض كلور الماء قوي وحيد الوظيفة الحمضية:



0.01 0.01 0.01



التراكيز الابتدائية: 2×10^{-3} 0 0.01

التغير في التركيز: -x +x +x

التراكيز التوازنية: $2 \times 10^{-3} - x$ x 0.01 + x

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

نُهمل X المضافة والمطروحة لصغرهما:

$$K_h = \frac{x \cdot 0.01}{2 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-10}$$

$$x = \frac{2 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-10}}{0.01} = 10^{-10} \text{ mol. L}^{-1}$$

كل $10^{-10} \text{ mol. L}^{-1}$ يتحلله منه $2 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$

كل 100 mol. L^{-1} يتحلله منه y

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

مسألة(2): محلول مائي لمخات البوتاسيوم تركيزه

0.2 mol. L^{-1} . فإذا علمت أن $\text{pH} = 9$ له عند درجة الحرارة

25°C . المطلوب:

1. اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2. احسب قيمة $[\text{H}_3\text{O}^+]$.

3. احسب قيمة ثابت الحمضية للمحلول الملحي.

4. احسب ثابت تأين حمض الخل.

5. احسب النسبة المئوية المتحلمة.

6. ما طبيعة الوسط الناتج عن الحلمهة؟ علل إجابتك.

ط1: معادلة الإمارة: $\text{CH}_3\text{COOK} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{K}^+$

معادلة الحمضية: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

ط2: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-9} \text{ mol. L}^{-1}$

ط3: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

التراكيز الابتدائية: 0.2 0 0

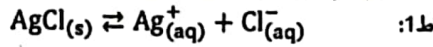
التغير في التركيز: -x +x +x

التراكيز التوازنية: 0.2 - x +x +x

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

4. يُضاف إلى محلول الملح السابق مسحوق ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه $1.5 \times 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$ ، اكتب معادلة إمامة ملح نترات الفضة، ثم أبتن بالحساب إن كان يترسب ملح كلوريد الفضة أو لا.
5. اقترح طريقة ثانية لترسيب هذا الملح في محلوله المشبع.

علما أن: (Ag: 108, Cl: 35.5)



$$K_{sp}(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = 6.25 \times 10^{-10} = s^2 \Rightarrow \text{ط2:}$$

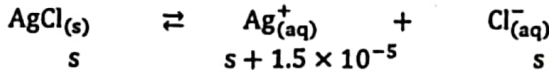
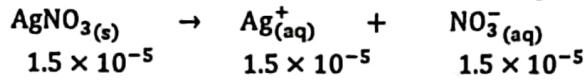
$$s = \sqrt{6.25 \times 10^{-10}} = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$s = [\text{Cl}^-] = [\text{Ag}^+] = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$s_{(g.L^{-1})} = s_{(mol.L^{-1})} \cdot M_{(\text{AgCl})} \quad \text{ط3:}$$

$$s_{(g.L^{-1})} = 2.5 \times 10^{-5} \times 143.5 = 3.5875 \times 10^{-7} \text{ g. L}^{-1}$$

ط4: يتمه الملح المضاف وفق المعادلة:



$$[\text{Ag}^+] = 1.5 \times 10^{-5} + 2.5 \times 10^{-5} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$Q_{(\text{AgCl})} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = [4 \times 10^{-5}] \cdot [2.5 \times 10^{-5}] = 10 \times 10^{-10}$$

$$Q_{(\text{AgCl})} > K_{sp}$$

يترسب قسم من ملح كلوريد الفضة.

ط5: إضافة مادة تأينها تام أو ذوابة تحتوي على أحد أيونات هذا الملح، مثل KCl.

مسألة(2): يُضاف 100mL من محلول نترات الرصاص $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ذي

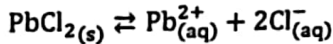
التركيز 0.05 mol. L^{-1} إلى 400 mL من محلول NaCl ذي التركيز

$$K_{sp}(\text{PbCl}_2) = 1.6 \times 10^{-6} \text{، فإذا كان } 0.1 \text{ mol. L}^{-1}$$

في شروط التجربة، المطلوب: بين حسابياً إن كان جزء من ملح كلوريد

الرصاص PbCl_2 يترسب أم لا؟

نكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح:



نحسب التراكيز بعد المزج: (التراكيز بعد المزج = عدد المولات مقسومة على الحجم الكلي الجديد)

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

$$[\text{Pb}^{2+}]' = [\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = \frac{0.05 \times 100}{500} = 0.01 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{Cl}^-]' = [\text{NaCl}] = \frac{0.1 \times 400}{500} = 0.08 \text{ mol. L}^{-1}$$

نحسب قيمة الجداء الأيوني للملح:

$$Q(\text{PbCl}_2) = [\text{Pb}^{2+}]' \cdot [\text{Cl}^-]'^2 = (0.01) \times (0.08)^2 = 6.4 \times 10^{-5}$$

والآن نقارن: $Q(\text{PbCl}_2) > K_{sp}(\text{PbCl}_2)$ فالمحلول فوق مشبع ويتشكل راسب من (PbCl_2) .

مسألة(3): محلول مائي مشبع لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 تركيزه

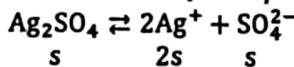
$0.015 \text{ mol. L}^{-1}$ المطلوب: 1- احسب قيمة ثابت جداء الذوبان K_{sp} .

2- إذا أضيف إليه ملح كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 بحيث يصبح تركيزه في

المحلول 0.01 mol. L^{-1} ، بين حسابياً إن كان ملح كبريتات الفضة يترسب أم

لا؟

من تركيز المحلول المشبع نحسب K_{sp} كما في الشكل:



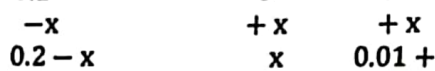
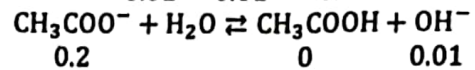
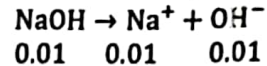
$$[\text{Ag}^+] = 2s = 2 \times 0.015 = 3 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = s = 1.5 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = (3 \times 10^{-2})^2 \times 1.5 \times 10^{-2}$$

$$K_{sp} = 1.35 \times 10^{-5}$$

ط3: حساب النسبة المئوية المتحللة:



علاقة ثابت التحللة بدلالة التراكيز:

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

بالتعويض:

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x(0.01 + x)}{(0.2 - x)}$$

نُهمل X من الجمع والطرح في ابسط والمقام لصفهما:

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x(0.01)}{(0.2)} \Rightarrow x = 10^{-8} \text{ mol. L}^{-1}$$

حساب النسبة المئوية المتحللة من خلاص الصوديوم في هذه الحالة:

كل 0.2 mol. L^{-1} من ملح خلاص الصوديوم يتحلل منه $10^{-8} \text{ mol. L}^{-1}$

كل 100 mol. L^{-1} من ملح -خلاص الصوديوم يتحلل منه $y \text{ mol. L}^{-1}$

$$y = \frac{10^{-8} \times 100}{0.2} = 5 \times 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}$$

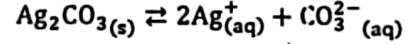
وتكتب كنسبة مئوية: $y = 5 \times 10^{-6} \%$

ثانياً - الأملاح قليلة الذوبان:

سنأخذ مثال عليا كربونات الفضة Ag_2CO_3 :

أهم ما يُطلب من هذه الأملاح:

(1) كتابة معادلة التوازن غير المتجانس:



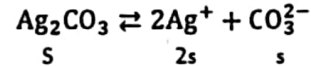
(2) كتابة عبارة الجداء الأيوني Q:

$$Q = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$$

(3) كتابة عبارة ثابت جداء الانحلال (أو جداء الذوبان):

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CO}_3^{2-}] \text{ (نطبقها في حالة المحلول المشبع)}$$

(4) علاقة K_{sp} بالذوبانية المولية:



بما أن المحلول مشبع (لأننا نعبر عن علاقة K_{sp}) لذلك وبالتالي:

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = (2s)^2(s) = 4s^3$$

(5) تأثير إضافة مادة على انحلال أو ترسيب الملح وهنا نواجه حالتين:

أ. في حال أضفنا مادة تحوي أحد أيوني الملح، سيزداد الملح ترسباً (تصبح $Q > K_{sp}$)

ب. في حال أضفنا مادة تتفاعل مع أحد أيوني الملح وتتشكل معه كبريتاً ضعيف التآين

فإنها تزيد من انحلال الملح. (تصبح $Q < K_{sp}$)

(6) معرفة فيما إذا كان سيتشكل راسب أم لا؟

وهنا نقوم بحساب Q ومقارنته مع K_{sp} وهنا نواجه ثلاث حالات:

$$Q > K_{sp} \Rightarrow \text{يتشكل راسب (محلول فوق مشبع)}$$

$$Q = K_{sp} \Rightarrow \text{ننهدا يبدأ الراسب بالتشكل (محلول مشبع)}$$

$$Q < K_{sp} \Rightarrow \text{لا يتشكل راسب (محلول تحت مشبع)}$$

مسألة(1): محلول مائي مشبع لملح كلوريد الفضة قليل الذوبان،

إذا علمت أن له $K_{sp}(\text{AgCl}) = 6.25 \times 10^{-10}$ في شروط

التجربة، المطلوب:

1. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2. احسب تركيز أيونات الكلوريد في محلوله المشبع.

3. احسب ذوبانية هذا الملح مقدرة بـ g. L^{-1} .

$$Q = 5 \times 10^{-3} \times (7 \times 10^{-3}) = 35 \times 10^{-6}$$

بما أن:

$$Q > K_{sp}$$

سيترسب قسم من محلول كبريتات الكالسيوم.

المحاليل المتكافئة للحموضة (المحاليل المترتبة)

هي عبارة عن محاليل تتألف من: حمض ضعيف وأحد أملاحه الذوابة.

أو أساس ضعيف وأحد أملاحه الذوابة.

أمثلة: $HCOOH/HCOONa$, HCN/KCN , NH_4OH/NH_4Cl

وظيفة: تعدد المحاليل الموقية من تغير pH المحلول عندما نضيف له كمية قليلة من حمض قوي أو أساس قوي.

تتأليل درس الأملاح:

• جميع الأملاح بخاصية قطبية؟

لأنها عبارة عن مركبات أيونية (تتألف من جزء أسامي موجب وجزء حمضي سالب).

• ذوبان ملح نترات البوتاسيوم بالماء، لا يعد حلمهة؟

لأن الأيونات الناتجة عن تأين هذا الملح حادية لا تتفاعل مع الماء.

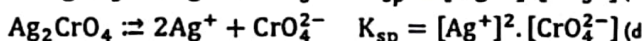
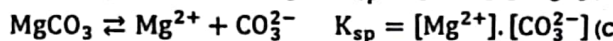
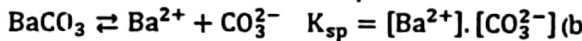
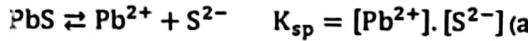
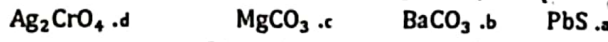
• أملاح الصوديوم جيدة الذوبان بالماء.

لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أصغر من قوى التجاذب، بين أيونات الملح وجزئيات الماء، أثناء عملية الذوبان.

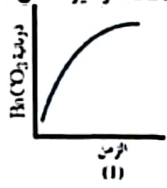
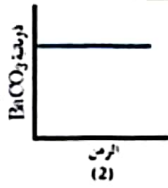
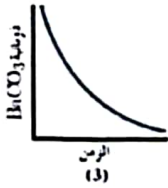
• ملح كرومات الفضة قليل الذوبان في الماء.

لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أكبر من قوى التجاذب، بين أيونات الملح وجزئيات الماء، أثناء عملية الذوبان.

اكتب معادلة التوازن غير المتجانس، وعلاقة جداء الذوبان لكل من محاليل الأملاح المشبعة الآتية:



سؤال: تشير المنحنيات الآتية إلى تغير ذوبانية كربونات الباريوم $BaCO_3$ بدلالة تركيزه في شروط مختلفة:



a. أي من المنحنيات يشير لإضافة HNO_3 ؟

b. أي من المنحنيات يشير لإضافة Na_2CO_3 ؟

c. أي من المنحنيات يشير لإضافة $NaNO_3$ ؟

a. المنحني 1 يشير لإضافة حمض الأزوت لأن حمض الأزوت يزيد من ذوبانية ملح كربونات الباريوم.

b. المنحني 3 يشير لإضافة كربونات الباريوم بسبب وجود الأيون المشترك (CO_3^{2-}) .

c. المنحني 2 يشير لإضافة نترات الصوديوم والتي لا تؤثر على الذوبانية.

سؤال: محلول مائي فوق مشبع لملح فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ يتن مع الشرح ما سيحدث لدى إضافة كمية من محلول حمض الأزوت إليه.

الحل:

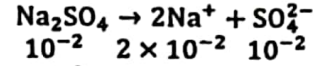
لدى إضافة كمية من حمض الأزوت تتحدد أيونات H_3O^+ الناتجة من الحمض مع أيون

الفوسفات PO_4^{3-} الناتج عن الملح، ويتشكل حمض الفوسفور ضعيف التأين، فيقل تركيز أيون

الفوسفات في المحلول، فتصبح $Q < K_{sp}$ وبالتالي تذوب كمية من الملح.

انتهى درس الأملاح

الآن نحسب تركيز أيون الكبريتات بعد إضافة ملح كبريتات الصوديوم للمحلول:



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

الآن نحسب جداء الذوبان:

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

$$Q = 2.25 \times 10^{-5}$$

نقارن جداء الذوبان مع ثابت جداء الانحلال:

$$Q > K_{sp} \Rightarrow \text{المحلول فوق مشبع يتشكل راسب}$$

مسألة (4): يُضاف 200 mL من محلول يحتوي على 10^{-5} mol من كلوريد الباريوم إلى 800 mL من محلول يحتوي على 10^{-5} mol من كبريتات الصوديوم للحصول على محلول مشبع من كبريتات الباريوم والمطلوب:

1. احسب قيمة ثابت جداء الذوبان K_{sp} لملح كبريتات الباريوم.

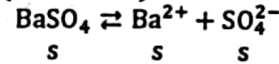
2. يضاف قطرات من محلول حمض الكبريت المركز إلى المحلول المشبع السابق، ماذا نتوقع أن يحدث؟ علل إجابتك، وبين إن كان ذلك يتفق مع قاعدة لوشتايليه أم لا؟

الحل: التراكيز الابتدائية الجديدة: $C = \frac{n}{V}$

$$\text{حيث: } V: \text{ الحجم الكلي و } n: \text{ الكمية المذابة} \quad 800 + 200 = 1000 \text{ mL} = 1000 \times 10^{-3} \text{ L} = 1 \text{ L}$$

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

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



$$[Ba^{2+}] = [BaCl_2] = 1 \times 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1} \quad \text{ولكن:}$$

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

$$K_{sp} = [Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = s^2$$

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

ط2: عند إضافة حمض الكبريت يزداد تركيز أيونات الكبريتات SO_4^{2-} فيصبح $Q > K_{sp}$ وترسب كمية من الملح.

مسألة (5): محلول مائي مشبع لملح كبريتات الكالسيوم ذوبانيته

الكتلية 0.68 g. L^{-1} المطلوب: 1- احسب ذوبانيته المولية.

2- احسب قيمة ثابت جداء الذوبان K_{sp} لملح كبريتات الكالسيوم.

3- يضاف إلى المحلول السابق كمية من محلول كبريتات

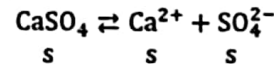
الصوديوم بحيث يصبح تركيزه $2 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$ بين بالحساب

هل يتشكل راسب من كبريتات الكالسيوم أم لا، علل إجابتك.

علماً أن: Ca: 40, S: 32, O: 16

$$1) s_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{s_{\text{g.L}^{-1}}}{M} = \frac{0.68}{136} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

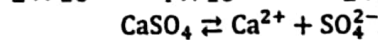
$$2) K_{sp}(CaSO_4) = ?$$



$$K_{sp} = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = s \cdot s = s^2$$

$$K_{sp} = (5 \times 10^{-3})^2 = 25 \times 10^{-6}$$

$$3) Na_2SO_4 \rightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$$



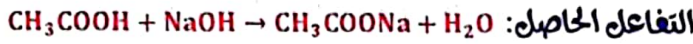
$$Q = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = s \cdot (s + 2 \times 10^{-3})$$

$$Q = 5 \times 10^{-3} \cdot (5 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-3})$$

التعليق: نقطة نهاية المعايرة هنا تكون في الوسط الحمضي $pH < 7$ لذلك استخدمنا مشعر أحمر الميتيل الذي تكون فيه نقطة نهاية المعايرة واقعة ضمن مجال تغيره اللوني.

ثالثاً - معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:

مثال: معايرة حمض الخل بهيدروكسيد الصوديوم.



شكل منحنى المعايرة:

القانون المطبق عند نهاية المعايرة:

$$n_{(الحمض)} = n_{(الأساس)}$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

المشعر المستخدم: الفينول فتالين.

التعليق: قيمة pH نقطة نهاية المعايرة تقع في الوسط الأساسي $pH > 7$ لذلك

استخدمنا مشعر الفينول فتالين الذي نقطة نهاية المعايرة واقعة ضمن مجال تغيره اللوني.

ملاحظات لحل المسائل:

1- عند معايرة حمض بأكثر من أساس:

$$n_{الحمض} = n_{لأساس الأول} + n_{لأساس الثاني} + \dots$$

2- عند معايرة أساس بأكثر من حمض:

$$n_{الأساس} = n_{لحمض الأول} + n_{لحمض الثاني} + \dots$$

3- عند معايرة ملح يكون لدينا ثلاث حالات:

ملح حمض	ملح معتدل	ملح أساس
"الشهر الضعيف فيه حمض"	"كلا الشهيْن فيه قوي"	"الشهر الضعيف فيه أساس"
يتفاعل فقط مع الأسس	لا يتفاعل مع الحموض والأسس	يتفاعل فقط مع الحموض

مسائل:

مسألة (1): عند معايرة 20 mL من محلول حمض النمل لزم 15 mL من

محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.02 mol. L^{-1} واطلوبي:

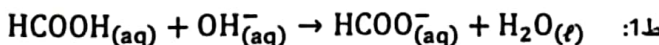
1. اكتب المعادلات الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.

2. احسب تركيز محلول حمض النمل المعاير.

3. احسب كتلة حمض النمل اللازم لتحضير 400 mL من محلوله السابق.

4. ما هو أفضل المشعرات الواجب استعماله.

علماً أنّ: (C: 12, H: 1, O: 16)



ط2: عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة يكون:

$$n_{HCOOH} = n_{KOH}$$

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

$$C_1 \times 20 = 0.02 \times 15 \Rightarrow C_1 = \frac{0.02 \times 15}{20} = 0.015 \text{ mol. L}^{-1}$$

ط3: كتلة الحمض:

$$m = C \cdot V \cdot M = 0.015 \times 400 \times 10^{-3} \times 46 = 0.276 \text{ g}$$

ط4: المشعر المستعمل هو الفينول فتالين لأن مجاله (8.2 ← 10) يحوي

قيمة pH نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

المعايرة الحجمية (حمض - أساس)

تفيد المعايرة الحجمية في تحديد تركيز أحد المواد المتفاعلة المجهولة التركيز بتفاعلها مع مادة أخرى تدعى المحلول القياسي (تركيزه معلوم ومحدد بدقة).

مشعرات معايرة (حمض - أساس):

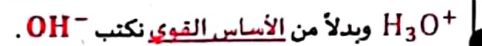
هي عبارة عن حموض أو أسس عضوية ضعيفة معقدة التركيب، يتغير لونها بتغير pH الوسط الذي توضع فيه.

وتستخدم في المعايرات (علل) للدلالة على نقطة انتهاء تفاعل المعايرة.

وفيما يلي أسماء أهم المشعرات المستخدمة:

المشعر	مجال pH للمشعر	الاستخدام
أحمر الليتيل	(أصفر) 6.2 - 4.2 (أحمر)	لمعايرة أساس ضعيف وحمض قوي.
فينول فتالين	(بنفسجي) 8.2 - 10 (عديم اللون)	لمعايرة حمض ضعيف وأساس قوي
أزرق بروم التيمول	(أزرق) 6 - 7.6 (أصفر)	لمعايرة حمض قوي وأساس قوي

ملاحظة هامة: دائماً عندما نطلب المعادلة الأيونية بدلاً من الحمض القوي نكتب



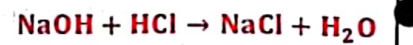
أما الحموض والأسس الضعيفة فتبقى كما هي بالمعادلة الأيونية.

أولاً - معايرة حمض قوي بأساس قوي:

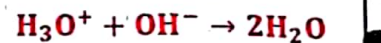
مثال: معايرة حمض كلور الماء مع

هيدروكسيد الصوديوم:

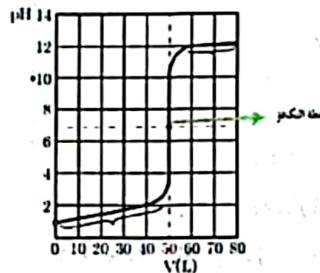
التفاعل الحاصل:



المعادلة الأيونية:



شكل منحنى المعايرة:



القانون المطبق عند نقطة نهاية المعايرة:

$$n_{(الحمض)} = n_{(الأساس)}$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

ملاحظة: في حالة حمض الكبريت تضرب تركيز الحمض بـ 2 (لأنه ثنائي الوظيفة)

المشعر المستخدم: أزرق بروم التيمول.

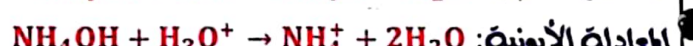
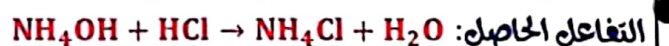
التعليق: نقطة نهاية المعايرة هنا تكون عند $pH = 7$ (في الوسط المعتدل) لذلك

استخدمنا مشعر أزرق بروم التيمول الذي مجال تغيره اللوني (6 - 7.6) يتضمن

نقطة pH نهاية المعايرة.

ثانياً - معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:

مثال: معايرة محلول هيدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء.



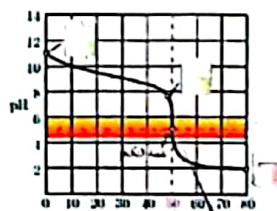
شكل منحنى المعايرة:

القانون المطبق عند نقطة نهاية المعايرة:

$$n_{(الأساس)} = n_{(الحمض)}$$

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

المشعر المستخدم: أحمر الميتيل.



مسألة (4): محلول عائي لحمض كلور الماء تركيزه $10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$.

1. احسب قيمة pH محلول هذا الحمض.
2. طعيرة 20 mL من محلول الحمض السابق يلزم 5 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز 0.02 mol. L^{-1} وحجم V_2 من هيدروكسيد البوتاسيوم ذي التركيز 0.05 mol. L^{-1} واطلوبي:
 - a. اكتب المعادلات الأيونية لتفاعل الطعيرة الحاصل.
 - b. احسب حجم هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام الطعيرة.
 - c. احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10 mL من الحمض السابق لتصبح $\text{pH} = 3$.

ط1: حساب pH هذا المحلول: بما أن حمض كلور الماء: عبارة عن حمض قوي أحادي الوظيفة:

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

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

ط2: المعادلة الأيونية لتفاعل المعيرة: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

$$n(\text{HCl}) = n_1(\text{NaOH}) + n_2(\text{KOH})$$

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

$$0.01 \times 20 = 0.02 \times 5 + 0.05 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 2 \text{ mL}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$n_{\text{بعد التسديد}} = n_{\text{قبل التسديد}}$$

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

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

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

$$V_{\text{م}} = 100 - 10 = 90 \text{ mL}$$

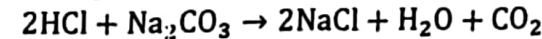
مسألة (5): أذيت عينة مقدارها 4.24 g من كربونات الصوديوم وكلوريد

الصوديوم في الماء، واكمل الحجم إلى 100 mL؛ فإذا علمت أنك يلزم طعيرة المحلول السابق 50 mL من محلول حمض كلور الماء تركيزه 0.4 mol. L^{-1} ، واطلوبي:

1. اكتب المعادلات المعيرة عن تفاعل الطعيرة الحاصل.
2. احسب تركيز كربونات الصوديوم في المحلول السابق.
3. احسب النسبة المئوية لكل من المادتين في العينة.

(Na: 23, C: 13, O: 16, Cl: 35.5, H: 1)

الحل: كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض كلور الماء، لأنه ملح معتدل.



$$2 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} \quad n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$2n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = n_{\text{HCl}}$$

$$2C \cdot V = C' \cdot V'$$

$$C = \frac{C' \cdot V'}{2V} = \frac{50 \times 0.4}{2 \times 100} = 0.1 \text{ mol. L}^{-1}$$

ط3: كتلة كربونات الصوديوم في العينة:

$$m = C \cdot V \cdot M = 0.1 \times 100 \times 10^{-3} \times 106 = 1.06 \text{ g}$$

النسبة المئوية للملح كربونات الصوديوم:

$$y = \frac{1.06}{4.24} \times 100 = 25 \%$$

وبالتالي النسبة المئوية للملح كلوريد الصوديوم: $y' = 100 - 25 = 75 \%$

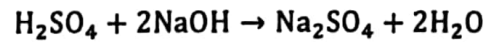
مسألة (2): يؤخذ 20 mL من حمض الكبريت تركيزه 0.05 mol. L^{-1} ،

ويضاف إلى 10 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى تمام التعديل، واطلوبي:

1. اكتب المعادلات الكيميائية المعيرة عن التفاعل الحاصل.
2. احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل.
3. ما قيمة pH المحلول الناتج عن الطعيرة.
4. اكتب اسم أفضل مشعر واجب استعمال في هذه الطعيرة.
5. احسب التركيز المولي لمحلول ملح كبريتات الصوديوم الناتج.

(Na: 23, S: 32, O: 16, H: 1)

ط1: المعادلة الكيميائية المعيرة عن التفاعل الحاصل:



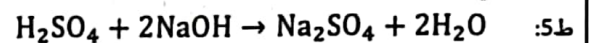
$$2n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{NaOH})$$

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

$$2 \times 0.05 \times 20 = C_2 \times 10 \Rightarrow C_2 = 0.2 \text{ mol. L}^{-1}$$

ط3: $\text{pH} = 7$ لأن الأيونات الناتجة عن المعيرة حيادية (لا تتحلل).

ط4: أفضل مشعر أزرق بروم التيمول لأن نقطة نهاية تفاعل المعيرة تقع ضمن مجال تغيره اللوني (6 ← 7.6)



$$1 \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Na}_2\text{SO}_4} \text{ mol}$$

وبالتالي:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_3 \cdot V_3$$

$$V_3 = V_1 + V_2 = 30 \text{ mL}$$

$$C_3 = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_3} = \frac{0.05 \times 20}{30} = \frac{1}{30} \text{ mol. L}^{-1}$$

مسألة (3): نذاب عينة غير نقية كتلتها 2.8 gr من هيدروكسيد البوتاسيوم في

الماء، ويكمل الحجم إلى 200 mL، فإذا علمت أنك يلزم لتعديل 25 mL منه 30 mL من حمض كلور الماء تركيزه 0.1 mol. L^{-1} و 20 mL من حمض الكبريت تركيزه 0.05 mol. L^{-1} ، واطلوبي:

1. احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم.
2. احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقية في هذه العينة.
3. احسب النسبة المئوية للشوائب في هذه العينة.

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

الحل: ط1: تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم:

$$n(\text{KOH}) = n_1(\text{HCl}) + n_2(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

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

$$C \times 25 = 0.1 \times 30 + 2 \times 0.05 \times 20$$

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

ط2: كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقية في هذه العينة:

$$m = C \cdot V \cdot M = 0.2 \times 200 \times 10^{-3} \times 56 = 2.24 \text{ g}$$

ط3: لحساب النسبة المئوية للشوائب يجب حساب كتلة الشوائب:

$$m \text{ كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقي} - \text{كتلة العينة} = \text{كتلة الشوائب}$$

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

وبالتالي النسبة المئوية للشوائب:

$$y = \frac{\text{كتلة الشوائب}}{\text{كتلة العينة}} \times 100 = \frac{0.56}{2.8} \times 100 = 20 \%$$

ملاحظة عن منحنيات المعايرة:

لفهم منحنيات المعايرة نحتاج معرفة أمرين هامين:

(1) اتجاه المنحنى:

نحو الأعلى (↑) (معايرة حمض بأساس)	نحو الأسفل (↓) (معايرة أساس بحمض)

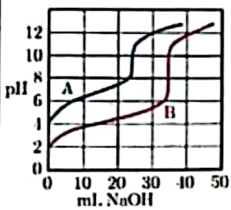
(2) منتصف القفزة (توهل نقطة نهاية المعايرة):

هنا نميز ثلاث حالات:

الحالة	الشكل
عندما تكون منتصف القفزة (نقطة نهاية المعايرة) واقعة عند $\text{pH} = 7$ هذا يعني أن كل من الحمض والأساس قوي.	
عندما تكون منتصف القفزة (نقطة نهاية المعايرة) واقعة عند $\text{pH} < 7$ هذا يعني أن الحمض قوي والأساس ضعيف.	
عندما تكون منتصف القفزة (نقطة نهاية المعايرة) واقعة عند $\text{pH} > 7$ هذا يعني أن الحمض ضعيف والأساس قوي.	

سؤال: عند معايرة حجمين متساويين من حمضين A, B كل منهم على حدى، بمحلول

هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 mol. L^{-1} فحصنا على المنحنيين الآتيين:



1- أي من المحلولين A, B أكثر تركيزاً؟ علل إجابتك.

2- حدد نقطة نهاية المعايرة لكل منهما.

الحل:

1- محلول المادة B أكثر تركيزاً لأنه يستهلك حجماً

أكبر من NaOH لإتمام المعايرة.

2- على الشكل.

انتهى درس المعايرة

مسألة (6): عند معايرة 50 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه

0.1 mol. L^{-1} بمحلول قياسي لحمض الأزوت تركيزه 0.1 mol. L^{-1} حيث

يمثل الشكل المجاور منحنى يبين لتغيرات قيم

pH المحلول بدلالة حجم الحمض المضاف،

والمطلوب:

(1) ما قيمة pH محلول هيدروكسيد

الصوديوم لحظة بدء المعايرة.

(2) بين كيف يتغير كل من pH ، $[\text{OH}^-]$

المحلول خلال عمليات المعايرة.

(3) ما قيمة pH المحلول عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة، فسر ذلك.

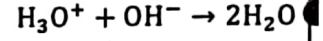
(4) ما المشعر المناسب لهذه المعايرة.

ط1: عند بدء المعايرة يكون $\text{pH} = 13$ (يتم حسابه كما تعلمنا سابقاً في درس

الحموض والأملاح).

ط2: تنقص قيمة pH المحلول تدريجياً نتيجة تناقص تركيز أيونات الهيدروكسيد

OH^- لتفاعلها مع أيونات لهيدرونيوم H_3O^+ المضافة وفق المعادلة الأيونية الآتية:



ط3: عند اتحاد جميع أيونات OH^- مع جميع أيونات H_3O^+ المضافة تصبح

$\text{pH} = 7$ وتدعى نقطة نهاية المعايرة (نقطة التكافؤ).

ط4: المشعر المستعمل هو أزرق بروم التيمول لأن مداه بين (6 - 7.6) فهو يحوي

قيمة pH نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

ملاحظة تتعلق بالمشعر المستخدم أثناء المعايرة:

عند معايرة حمض قوي مع أساس قوي نستخدم مشعر أزرق بروم التيمول (علل).

لأن مجاله (6 ← 7.6) يحوي قيمة pH نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

عند معايرة حمض قوي مع أساس قوي يكون الوسط عند نهاية المعايرة معتدلاً.

لأن أيونات الملح الناتج حيادية، لا تتحلل.

عند معايرة حمض قوي مع أساس ضعيف يكون الوسط عند نهاية المعايرة حمضياً.

لأن الأيونات الناتجة عن الأساس الضعيف تتحلل وتسلك سلوك حمض ضعيف.

عند معايرة حمض ضعيف مع أساس قوي يكون الوسط عند نهاية المعايرة أساسياً.

لأن الأيونات الناتجة عن الحمض الضعيف تتحلل وتسلك سلوك أساس ضعيف.

سؤال: عند إضافة 10 mL من حمض الكبريت تركيزه 0.05 mol. L^{-1} إلى 15 mL من

محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.1 mol. L^{-1} فإن:



طريقة الحل:

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+} = (2C.V)_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \times 10 \times 0.05 = 1$$

$$n_{\text{OH}^-} = (C.V)_{\text{NaOH}} = 15 \times 0.1 = 1.5$$

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+} > n_{\text{OH}^-} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$$

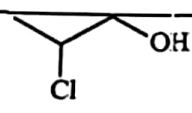
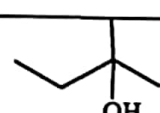
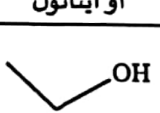
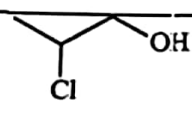
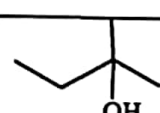
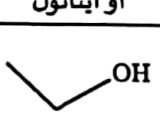
مكثفة الكيمياء (بكلوريا 2024) - إعداد المدرس طارق غبرا - 0938639857
أولاً - تسمية المركبات العضوية:

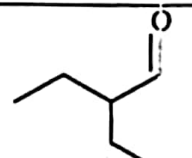
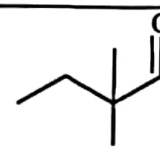
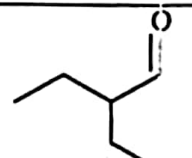
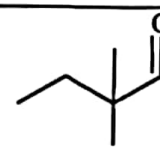

ميثان CH_4 - إيثان C_2H_6 - بروبان C_3H_8 - بوتان C_4H_{10} - بنتان C_5H_{12} - هكسان C_6H_{14}							أهم الألكانات
I	Br	Cl	C_6H_5	$CH_2 - CH_2 - CH_3$	$CH_2 - CH_3$ أو C_2H_5	CH_3	أهم الفروع
يودو	برومو	كلورو	فينيل	لظامي بروبيل	إيتيل	ميثيل	

ملخص تسميات جميع الزمر الوظيفية:

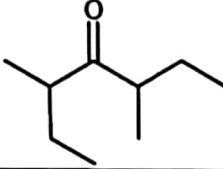
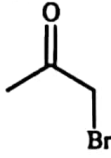

الإختص	الزمرة الوظيفية	الصيغة العامة	الاسم
ول	$-OH$	$R-OH$	الأغوال
ال	$\begin{array}{c} O \\ \\ -CH \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-CH \end{array}$	الألدهيدات
ون	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-R' \end{array}$	الكيتونات
ونيك	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-OH \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-OH \end{array}$	المحوضن الكربوكسيلية
وات	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-O- \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-O-R' \end{array}$	الإسترات
أميد	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-NH_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-NH_2 \end{array}$	الأميدات
أمين	$-NH_2$	$R-NH_2$	الأمينات

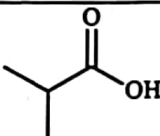
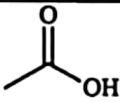
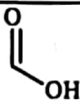
أمثلة على تسميات المركبات العضوية:

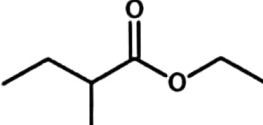
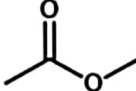

الصيغة نصف المنشورة	الصيغة	الاسم	الصيغة الهيكلية	الأغوال
$CH_3-CH(Cl)-CH_2-OH$	$CH_3-CH_2-\underset{\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ OH \end{array}}{C}-CH_3$	2-كلورو بروبان-1-ول	$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$	ميثان-1-ول أو ميتانول
$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	CH_3-OH	بوتان-2-ول	CH_3-CH_2-OH	ميثان-1-ول أو ميتانول
		بوتان-2-ول		ميثان-1-ول أو ميتانول
		بوتان-2-ول		ميثان-1-ول أو ميتانول

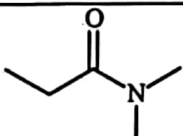
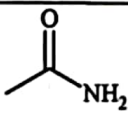
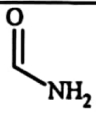
الصيغة نصف المنشورة	الصيغة	الاسم	الصيغة الهيكلية	الألدهيدات
$CH_3-CH_2-CH(C_2H_5)-CHO$	$CH_3-CH_2-\underset{\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ O \\ \end{array}}{C}-CH_3$	2-إيتيل بوتانال	$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CHO$	ميثانال
$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$	$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$	2-2-ثنائي ميثيل بوتانال	CH_3-CH_2-CHO	إيثانال
$CH_3-CH(CH_3)-CHO$	$CH_3-CH(CH_3)-CHO$	2-ميثيل بروبانال	CH_3-CHO	إيثانال
		2-ميثيل بروبانال	$H-CHO$	ميثانال
		2-ميثيل بروبانال		ميثانال




مكتفة الكيمياء (بكلوريا 2024) - إعداد المدرس طارق غربا - 0938639857

$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \parallel \quad \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{Br} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	الصيغة نصف المنشرة	الكيتونات
2-إيتيل-4-ميتيل هكسان-3-ون	1-برومو بروبان-2-ون	بروبان-2-ون	الاسم	
			الصيغة الهيكلية	

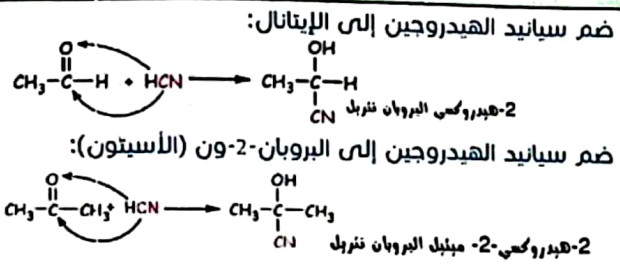
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	الصيغة نصف المنشرة	المحوض الكربوكسيلية
حمض 2-ميتيل البروبانويك	حمض الإيتانويك	حمض الميتانويك	الاسم	
			الصيغة الهيكلية	

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$	الصيغة نصف المنشرة	الاسترات
2-ميتيل بوتانوات الايتيل	ايتانوات الميتيل	ميتانوات الميتيل	الاسم	
			الصيغة الهيكلية	

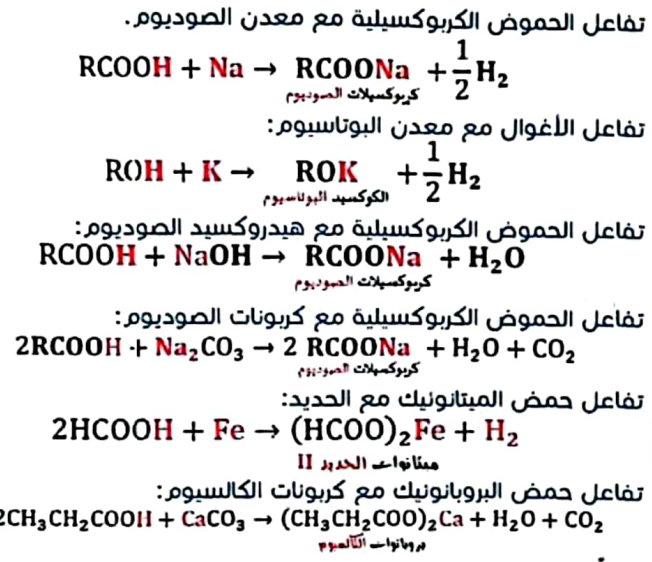
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{N}(\text{CH}_3)_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	الصيغة نصف المنشرة	الأميدات
N,N-ثنائي ميتيل بروبان أميد	ايتان أميد	ميتان أميد	الاسم	
			الصيغة الهيكلية	

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	CH_3-NH_2	الصيغة نصف المنشرة	الأمينات
N-ميتيل بوتان-1-أمين	بروبان-2-أمين	ميتان أمين	الاسم	
			الصيغة الهيكلية	

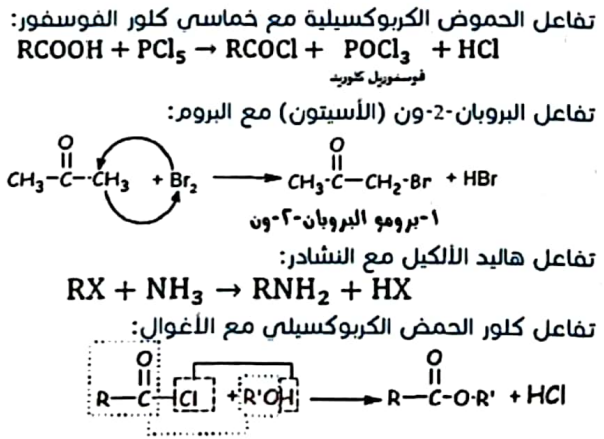
مكثفة الكيمياء (بكلوريا 2024) - إعداد المدرس طارق غربا - 0938639857
معادلات الكيمياء العضوية:



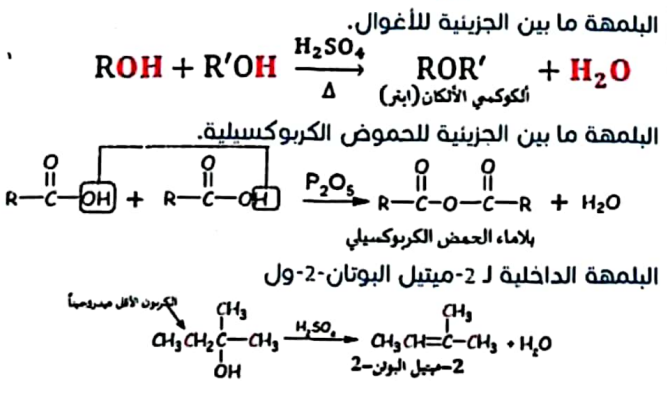
ثالثاً - التفاعل مع المعادن (والأسس والأملاح):



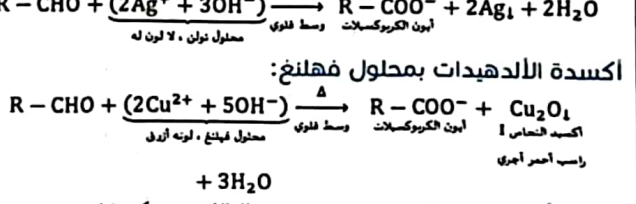
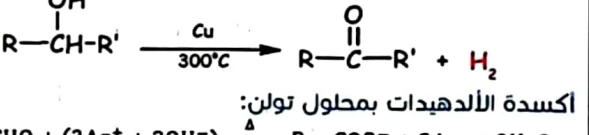
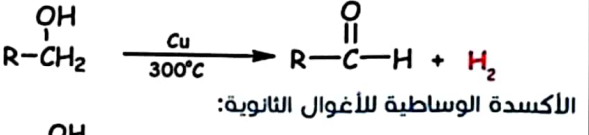
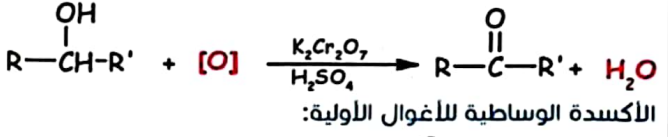
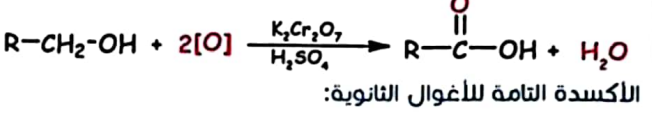
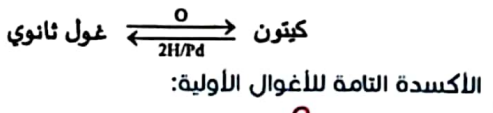
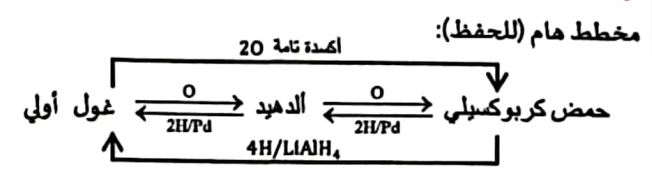
رابعاً - التفاعل مع الهالوجينات:



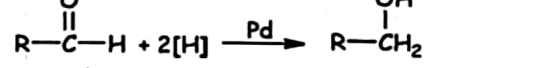
خامساً - تفاعلات نزع الماء:



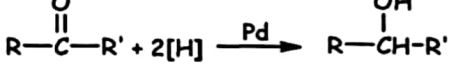
أولاً - تفاعلات الأكسدة والإرجاع:



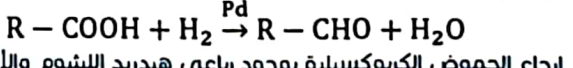
إرجاع الأدهيدات بالهيدروجين بوجود البالاديوم كحفاز:



إرجاع الكيتونات بالهيدروجين بوجود البالاديوم كحفاز:



إرجاع الحموض الكربوكسيلية بالهيدروجين بوجود البالاديوم كحفاز:

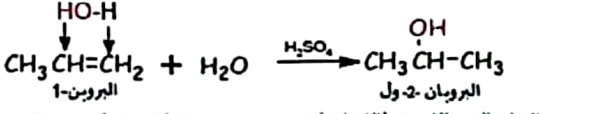


إرجاع الحموض الكربوكسيلية بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والالمنيوم:

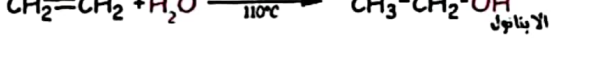
$$\text{RCOOH} + 4(\text{H}) \xrightarrow{\text{LiAlH}_4} \text{RCH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$$

ثانياً - تفاعلات الضم:

ضم الماء إلى البروبين-1 بوجود حمض الكبريت كوسيط:

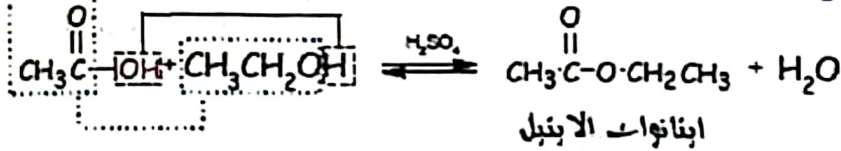


ضم الماء إلى الإيثين (الإيثيلين) بوجود حمض الكبريت كوسيط:

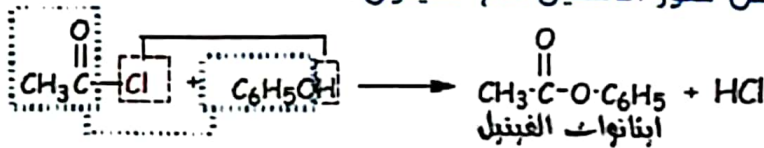


مكثفة الكيمياء (بكلوريا 2024) - إعداد المدرس طارق غربا - 0938639857

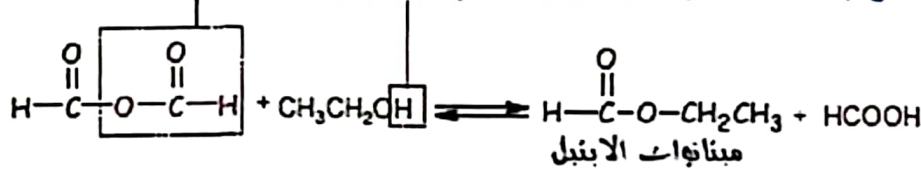
تفاعل حمض الإيتانويك (حمض الخل) مع الإيتانول.



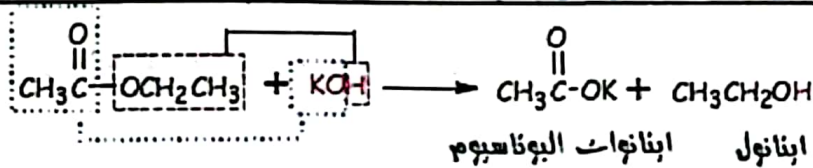
تفاعل كلور الأستيل مع الفينول.



تفاعل بلاماء حمض الميثانويك مع الإيتانول.

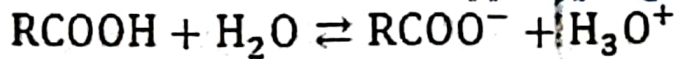


تفاعل إيتانوات الإيثيل مع هيدروكسيد البوتاسيوم

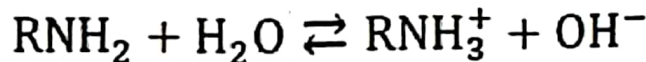


سابعاً - تفاعلات التآين:

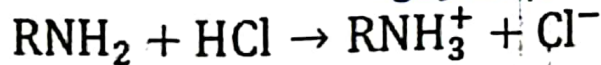
تآين الحموض الكربوكسيلية:



تآين الأمينات:

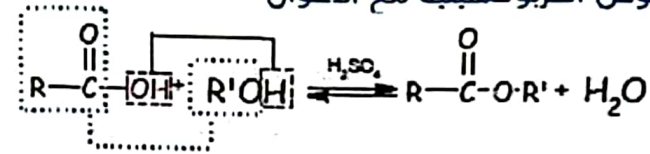


تفاعل الأمينات مع الحموض:

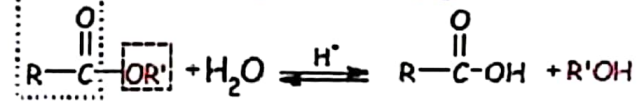


سادساً - تفاعلات الاسترات والأميدات وبلاماء الحمض الكربوكسيلية:

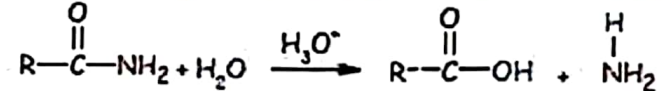
تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الأغوال



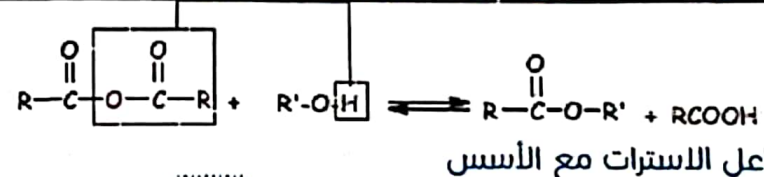
تفاعل حلمة الاسترات في وسط حمضي



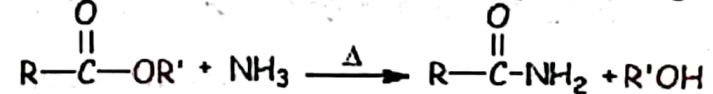
تفاعل حلمة الأميدات في وسط حمضي



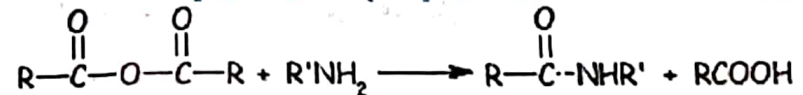
تفاعل بلاماء الحمض الكربوكسيلي مع الأغوال



تفاعل النشادر مع الاسترات بالتسخين



تفاعل بلاماء الحمض الكربوكسيلي مع الأمين الأولي



• **المزوجة (الاحلالية) في الماء:**

تقل مزوجة الألدهيدات والكتونات بارتفاع وزنها الجزيئي؟
بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي ($C = O$) عند كبر تأثير الجزء غير القطبي.
تتناقص مزوجة الأغوال في الماء بازدياد كتلتها الجزيئية.
بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي (OH) عند كبر تأثير الجزء غير القطبي.
الهكسان 1-1-1 أقل مزوجة في الماء من الإيتانول؟
بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي (OH) عند كبر تأثير الجزء غير القطبي.
يتناقص تمازج الحموض الكربوكسيلية في الماء بازدياد كتلتها الجزيئية؟
بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي ($-COOH$) عند كبر الجزء غير القطبي (R).
تتمازج الألدهيدات والكتونات ذات الكتل المولية المنخفضة (الحدود الدنيا منها) في الماء بكافة النسب؟
بسبب الصفة القطبية لزمرة الكربونيل ($C = O$).
تتمازج الحموض الكربوكسيلية التي تحوي (1 - 4) ذرة كربون في الماء بكافة النسب؟
بسبب قدرة الحموض الكربوكسيلية على تشكيل روابط هيدروجينية مع الماء.
مزوجة الإيتان أمين شديدة في الماء؟
بسبب قطبية روابطه وقدرته على تشكيل روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء.
مزوجة الإيتانول بالماء بكافة النسب؟
بسبب تشكل الروابط لهيدروجينية بين جزيئات الإيتانول وجزيئات الماء.

• **درجة الغليان:**

درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة؟
بسبب قدرة الأغوال على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، بينما لا تتشكل روابط هيدروجينية بين جزيئات الألكانات.
درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألدهيدات الموافقة.
لأن قطبية الرابطة ($O - H$) في الأغوال أعلى من قطبية الرابطة ($C = O$) في الألدهيدات والكتونات، بالإضافة إلى قدرة الأغوال على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها في حين لا نستطيع الكيتونات ذلك.

درجة غليان الألدهيدات أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة؟

لأن قطبية الرابطة $C = O$ في الألدهيدات أعلى من قطبية روابط الألكانات.

درجة غليان الألدهيدات والكتونات أعلى من درجة غليان الليترات الموافقة؟

لأن قطبية الرابطة $C = O$ في الألدهيدات والكتونات أعلى من قطبية الرابطة ($C - O - C$) في الليترات.

درجة غليان الحموض الكربوكسيلية مرتفعة مقارنة مع المركبات العضوية الموافقة؟

بسبب تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية، حيث أن زمرة الكربوكسيل تتكون من زميرتين قطبيتين هما الهيدروكسيل والكربونيل بالإضافة إلى تشكيل روابط هيدروجينية بين كل جزئين من الحمض الكربوكسيلي.

درجة غليان الحموض الكربوكسيلية أعلى من درجة غليان الألدهيدات الموافقة؟

بسبب الرابطين الهيدروجينيتين اللتين تتكونان بين كل جزئتين من الحمض الكربوكسيلي، بينما الألدهيدات لا تشكل روابط هيدروجينية.

درجة غليان الاسترات أقل من درجة غليان الحموض الكربوكسيلية الموافقة؟

بسبب قدرة الحموض الكربوكسيلية على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها في حين الاسترات غير قادرة على ذلك بسبب عدم احتوائها على ذرات هيدروجين مرتبطة بالأكسجين في بنيتها.

ارتفاع درجة غليان الأمينات الأولية والثانوية؟

بسبب قدرتها على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

درجة غليان الأمينات الأولية والثانوية أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة؟

بسبب قدرة الأمينات الأولية والثانوية على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها في حين الألكانات غير قادرة على ذلك.

مكثفة الكيمياء (بكلوريا 2024) - إعداد المدرس طارق غربا - 0938639857

• تعاليل عامة:

تتفاعل الأغوال مع المعادن النشيطة.
لأن المعادن النشيطة تستطيع إزاحة الهيدروجين في الرابطة (O - H).
تتأكسد الألدهيدات بسهولة بينما تقاوم الكيتونات الأكسدة في الشروط ذاتها؟
بسبب وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة كربون الزمرة الكربونيلية في الألدهيدات وعدم وجودها في الكيتونات.
تتجمع جزيئات حمض الخل على شكل جزيئات ثنائية؟
بسبب الرابطين الهيدروجينيتين اللتين تتكونان بين كل جزيئين من حمض الخل.
تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية مقارنة مع باقي المواد العضوية الموافقة؟
الزمرة الوظيفية المميزة للحموض الكربوكسيلية تحتوي على زمريتين قطبيتين هما زمرة الهيدروكسيد (OH-) وزمرة الكربونيل (C = O).
عدم قدرة الاسترات على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها؟
لعدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة عالية الكهرسلبية.

قدرة الأميدات الأولية والثانوية على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، في حين الأميدات الثالثية غير قادرة على ذلك؟
بسبب احتواء الأميدات الأولية والثانوية على هيدروجين مرتبض- بالنتروجين (ذرة عالية الكهرسلبية) في حين الأميدات الثالثية لا تملك القدرة على ذلك لعدم احتواءها على ذرات هيدروجين مرتبطة بذرة النتروجين.
المركب N, N - ثنائي ميثيل إيتان أميد غير قادر على تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاته؟
بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة عالية الكهرسلبية.
الصفات الحمضية للحموض الكربوكسيلية؟
يعود ذلك إلى قطبية زمرة الكربونيل (C = O) مما يؤدي إلى سهولة مغادرة البروتون H^+ في المحلول المائي.
الصفات الأساسية للأمينات؟
تحتوي الأمينات على زوج الكتروني غير رابط على ذرة النتروجين ($R\dot{N}H_2$)
قادرة على منحه أو استقبال بروتون مما يكسبها خاصيات أساسية.

مسألة (1): غول ثانوي يحتوي على 26.66% من الأكسجين، والمطلوب:

1. احسب الكتلة الجزيئية للغول.

2. اكتب الصيغة الجزيئية والصيغة نصف المنشورة للغول.

3. اكتب اسم الغول حسب IUPAC. (C:12, O:16, H:1)

الحل: يحتوي الغول على 26.66% من الأكسجين لذلك نكتب:

كل 100g من الغول تحوي 26.66g من الأكسجين

كل Mg من الغول تحوي 16g من الأكسجين

بالمساواة بين جداء الطرفين والوسطين:

$$M \times 26.66 = 100 \times 16 \Rightarrow M = \frac{16}{26.66} \times 100$$

$$M = 60 \text{ gr. mol}^{-1}$$

نحن نعلم أن الصيغة العامة للأغوال هي:

$$\text{كتلة ROH} = \text{كتلة R} + \text{كتلة OH}$$

$$= \text{كتلة R} + \left(\begin{array}{c} \underline{16} \\ \text{كتلة الأكسجين} \end{array} + \begin{array}{c} \underline{1} \\ \text{كتلة الهيدروجين} \end{array} \right) = 60$$

$$\text{كتلة R} = 60 - 16 - 1 = 60 - 17 = 43$$

نعلم أن R عبارة عن: C_nH_{2n+1} وبالتالي:

$$C_nH_{2n+1} = 43$$

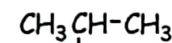
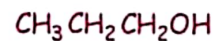
بتعويض كتلة الكربون (12) وكتلة الهيدروجين (1) نحصل على المعادلة:

$$12n + 1(2n + 1) = 43$$

$$12 + 2n + 1 = 43 \Rightarrow 14n = 42 \Rightarrow n = 3$$

وبالتالي الصيغة الجزيئية للغول هي: C_3H_8O

وبالتالي الصيغ الممكنة هي:



مرفوض لأنه غول أولي



مقبول (غول ثانوي)

مسألة (2): يتفاعل غول وحيد الوظيفة مع الصوديوم فينتج ملح

كتلته $\frac{34}{23}$ من كتلة الغول، والمطلوب:

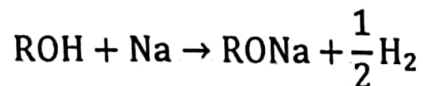
1. اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل.

2. احسب الكتلة المولية للغول.

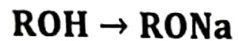
3. استنتج الصيغة الجزيئية للغول، ثم الصيغة نصف المنشورة، وسمه

حسب IUPAC. (C:12, O:16, H:1)

ط1) التفاعل الحاصل:



ط2) حساب الكتلة المولية للغول:



$$M \times \frac{34}{23}x = (M + 22)x$$

$$\frac{34}{23}M = M + 22$$

بحساب M نجد أنها تساوي:

$$\left(\frac{34}{23}M - M \right) = 22 \Rightarrow \frac{34M}{23} - \frac{23}{23}M = 22$$

$$M = 46 \text{ gr. mol}^{-1}$$

ط3)

$$ROH = 46 \Rightarrow R = 46 - 17 = 29$$

$$C_nH_{2n+1} = 29$$

$$12n + 1(2n + 1) = 29 \Rightarrow 14n = 28$$

$$n = 2 \Rightarrow C_2H_6O$$

أما الصيغة نصف المنشورة فهي: CH_3CH_2OH واسمه:

الايثانول

سألة (3) : يمرر بخار غول أولي على مسحوق النحاس المسخن إلى الدرجة 300°C ، فيتشكل 2.2 g من الذهب ، ثم يعامل هذا الألهيد مع كمية كافية من

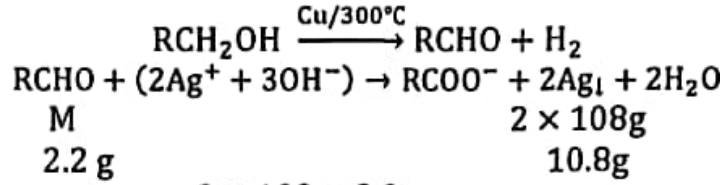
حلول تولن ، فيتشكل راسب كتلته 10.8 g المطلوب :

اكتب المعادلتين المعبرتين عن التفاعلين الحاصلين .

1- احسب الكتلة المولية لكل من الألهيد والغول .

2- استنتج الصيغة النصف منشورة لكل من الألهيد والغول ، واكتب اسم كل منهما . علماً أن : (Ag:108,C:12,O:16,H:1)

ملاحظة قبل البدء : الراسب المتشكل هو الفضة . والمعادلتين هما :



$$\begin{array}{ccc} \text{M} & & 2 \times 108\text{g} \\ 2.2\text{ g} & & 10.8\text{g} \end{array}$$

$$M = \frac{2 \times 108 \times 2.2}{10.8} = 44\text{ g. mol}^{-1}$$

والآن نكتب :

$$\text{RCHO} = 44 \Rightarrow \text{R} = 44 - \text{كتلة}_{\text{CHO}}$$

$$\text{R} = 44 - (12 + 1 + 16)$$

$$\text{R} = 44 - 29 = 15$$

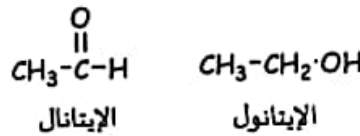
$$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 15$$

$$\Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15 \Rightarrow 14n = 14 \Rightarrow n = 1 \Rightarrow \text{R} = \text{CH}_3$$

أما كتلة الغول RCH₂OH فهي :

$$\text{كتلة}_{\text{R}} + \text{كتلة}_{\text{CH}_2\text{OH}} = 15 + (12 + 2 + 16 + 1) = 46\text{ g. mol}^{-1}$$

وصيغة الألهيد والغول هي :



سألة (4) : دورة 2009

حلول مائي لحمض الخل تركيزه 0.05 mol. L⁻¹ وثابت تأينه 2 × 10⁻³ المطلوب :

1- احسب قيمة pH هذا المحلول . 2- احسب درجة تأين هذا الحمض .

3- للحصول على 5L من محلول حمض الخل السابق ، يؤكسد الإيتانول أكسدة تامة :

(: اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل . (b احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك . علماً أن : C: 12, O: 16, H: 1

<p>(3) نحسب أولاً عدد مولات حمض الخل الناتج :</p> $n = C_{\text{mol L}^{-1}} \cdot V = 0.05 \times 5 = 0.25\text{ mol}$ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} + 2(\text{O}) \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>46 g</td> <td>1 mol</td> </tr> <tr> <td>m g</td> <td>0.25 mol</td> </tr> </table> $\Rightarrow m = \frac{46 \times 0.25}{1}$ <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;"> $\Rightarrow m = 11.5\text{ g}$ </div>	46 g	1 mol	m g	0.25 mol	<p>(1)</p> $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} = \sqrt{2 \times 10^{-3} \times 0.05}$ $\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}\text{ mol. L}^{-1}$ $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(10^{-3})$ $\Rightarrow \text{pH} = 3$ <p>(2)</p> $\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a} = \frac{10^{-3}}{0.05} = 0.02$ <p>وكتسبة مئوية 2% .</p>
46 g	1 mol				
m g	0.25 mol				

مع كامل التمنيات بالتوفيق والنجاح