

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

تركيب النواة:

تتكوّن نواة الدّرة من جُسيمات أهمها:

(a) بروتونات موجبة الشحنة. (b) نيوترونات معتدلة الشحنة.

يُرمز لنواة العنصر بالرمز:



← عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري.

مثال: ذرة الصوديوم ${}^{23}_{11}\text{Na}$ العدد الذري $Z = \text{عدد البروتونات} = P = \text{عدد الإلكترونات} = 11$ العدد الكتلي $A = 23$ عدد النيوترونات $N = 12$ توضيح: $(23 - 11 = 12)$

ملاحظة: نظائر عنصر ما: هي ذرات من العنصر نفسه:

تتفق بالعدد الذري، وتختلف بالعدد الكتلي (عدد النيوترونات).

أمثلة:

نظائر الهليوم		نظائر الهيدروجين		
نظير الهليوم	الهليوم	التريتيوم	الديتريوم	الهيدروجين العادي
${}^3_2\text{He}$	${}^4_2\text{He}$	${}^3_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$	${}^1_1\text{H}$

رموز بعض الجسيمات النووية: **للحفظ**

جسيم ألفا	جسيم بيتا	نيوترون	بروتون	بوزيترون
${}^4_2\alpha$ أو ${}^4_2\text{He}$	${}^0_{-1}\beta$ أو ${}^0_{-1}\text{e}$	${}^1_0\text{n}$	${}^1_1\text{p}$ أو ${}^1_1\text{H}$	${}^0_{+1}\beta$ أو ${}^0_{+1}\text{e}$

الاستقرار النووي:

العامل الذي يحدّد فيما إذا كانت النواة مستقرّة أم لا هو:

$$\frac{N}{Z} \text{ النسبة}$$

نوى مستقرّة

تقع ضمن حزام الاستقرار، ولا يحدث لأنويتها تفكك تلقائي.

نوى مستقرّة أعدادها الذرية	نوى مستقرّة أعدادها الذرية
كبيرة نسبياً:	صغيرة:
تصبح النسبة $\frac{N}{Z} > 1$.	تكون النسبة $\frac{N}{Z} = 1$.

نوى غير مستقرّة

تقع خارج حزام الاستقرار، ويحدث لأنويتها تفكك تلقائي.

نوى غير مستقرّة تقع فوق حزام الاستقرار:	نوى غير مستقرّة تقع تحت حزام الاستقرار:
ضمن فوق	ضمن تحت
$\frac{N}{Z} > \frac{N}{Z}$	$\frac{N}{Z} < \frac{N}{Z}$
${}^1_0\text{n} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^0_{-1}\text{e}$	${}^1_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^0_{+1}\text{e}$
← تُطلق جسيم بيتا.	← تُطلق بوزيترون.

أنواع التحولات النووية (النشاط الإشعاعي الطبيعي):

① التحول من النوع بيتا:

يحدث في النوى التي تقع فوق حزام الاستقرار.

سؤال: نواة غير مستقرّة تقع فوق حزام الاستقرار. المطلوب:

(a) ما هو الجسيم الذي تطلقه النواة للعودة إلى حزام الاستقرار.

اكتب المعادلة المعبرة عن تحوّل الجسيمات النووية.

(b) اكتب المعادلة العامة المعبرة عن التحوّل من النوع بيتا.

الجواب:

(a) تُطلق جسيم بيتا.

تم التحميل من
بوت مكتبتي التعليميةمعادلة تحوّل الجسيمات النووية: ${}^1_0\text{n} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^0_{-1}\text{e}$ (b) المعادلة العامة: ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1}\text{e} + \text{Energy}$

② التحول من النوع بوزيترون:

يحدث في النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار.

سؤال: نواة غير مستقرّة تقع تحت حزام الاستقرار. المطلوب:

(a) ما هو الجسيم الذي تطلقه النواة للعودة إلى حزام الاستقرار.

اكتب المعادلة المعبرة عن تحوّل الجسيمات النووية.

(b) اكتب المعادلة العامة المعبرة عن التحوّل من النوع بوزيترون.

الجواب:

(a) تُطلق بوزيترون.

معادلة تحوّل الجسيمات النووية: ${}^1_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^0_{+1}\text{e}$ (b) المعادلة العامة: ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + {}^0_{+1}\text{e} + \text{Energy}$

③ التحول من نوع الأسر الإلكتروني:

يحدث في النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار، ولا تملك طاقة

كافية لإطلاق بوزيترون.

سؤال: نواة غير مستقرّة تقع تحت حزام الاستقرار ولا تملك طاقة

كافية لإطلاق بوزيترون. المطلوب:

(a) ما هو الجسيم الذي تلتقطه النواة للعودة إلى حزام الاستقرار.

اكتب المعادلة المعبرة عن تحوّل الجسيمات النووية.

(b) اكتب المعادلة العامة المعبرة عن التحوّل من نوع الأسر الإلكتروني.

الجواب:

(a) تلتقط النواة الكترون.

معادلة تحوّل الجسيمات النووية: ${}^1_1\text{H} + {}^0_{-1}\text{e} \rightarrow {}^1_0\text{n}$ (b) المعادلة العامة: ${}^A_Z X + {}^0_{-1}\text{e} \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + \text{Energy}$

④ التحول من النوع ألفا:

يحدث في النوى التي يزيد عددها الذري عن 83.

سؤال: نواة غير مستقرّة يزيد عددها الذري عن 83. المطلوب:

(a) ما هو الجسيم الذي تطلقه النواة.

(b) اكتب المعادلة العامة المعبرة عن التحوّل من النوع ألفا.

(a) تُطلق جسيم ألفا.

سؤال: أكمل التحويلات النووية الآتية، ثم حدّد نوع كل منها:

نوع التحوّل	التحوّل
تحوّل من نوع بيتا.	${}_{38}^{90}\text{Sr} \longrightarrow {}_{39}^{90}\text{Y} + {}_{-1}^0\text{e} + \text{Energy}$
تحوّل من نوع بوزيترون.	${}_{19}^{38}\text{K} \longrightarrow {}_{18}^{38}\text{Ar} + {}_{+1}^0\text{e} + \text{Energy}$
تحوّل من نوع أسر الكتروني.	${}_{44}^{92}\text{Ru} + {}_{-1}^0\text{e} \longrightarrow {}_{43}^{92}\text{Tc} + \text{Energy}$
تحوّل من نوع ألفا.	${}_{84}^{212}\text{Po} \longrightarrow {}_{82}^{208}\text{Pb} + {}_{2}^4\text{He} + \text{Energy}$

تدريبات على التحويلات النووية:

1 اكتب المعادلة النووية المعبرة عن تحوّل نواة الكربون ${}_{6}^{14}\text{C}$ إلى نواة النيتروجين ${}_{7}^{14}\text{N}$ تلقائياً، ثم حدّد نوع هذا التحوّل النووي.

نوع التحوّل	التحوّل
تحوّل من نوع بيتا.	${}_{6}^{14}\text{C} \longrightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{e} + \text{Energy}$

2 تتحوّل نواة الكربون ${}_{6}^{11}\text{C}$ المشع إلى نواة البور B المستقر بإطلاقها بوزيترون. المطلوب:

نوع التحوّل	التحوّل
تحوّل من نوع بوزيترون.	${}_{6}^{11}\text{C} \longrightarrow {}_{5}^{11}\text{B} + {}_{+1}^0\text{e} + \text{Energy}$

3 تلتقط نواة عنصر الأرجون ${}_{18}^{37}\text{Ar}$ إلكترونًا من مدار داخلي لها متحوّلة إلى نواة عنصر الكلور Cl. المطلوب: دورة 2022 الأولى اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التحوّل، ثم حدّد نوعه.

نوع التحوّل	التحوّل
تحوّل من نوع أسر الكتروني.	${}_{18}^{37}\text{Ar} + {}_{-1}^0\text{e} \longrightarrow {}_{17}^{37}\text{Cl} + \text{Energy}$

4 يطرأ تحوّل من نوع ألفا على نواة الراديوم ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ فتحوّل إلى نواة الرادون Rn. المطلوب:

نوع التحوّل	التحوّل
تحوّل من نوع ألفا.	${}_{88}^{226}\text{Ra} \longrightarrow {}_{86}^{222}\text{Rn} + {}_{2}^4\text{He} + \text{Energy}$

التفاعلات النووية (النشاط الإشعاعي الصناعي)

1 تفاعل الالتقاط:

تلتقط النواة القديفة التي قُذفت بها دون أن تنقسم.

طاقة + نظير نفس النواة \longrightarrow جسيم + نواة

2 تفاعل التناثر:

يحدث عندما تتحوّل النواة المقذوفة بجسيم إلى عنصر جديد مطلقاً جسيم آخر.

طاقة + جسيم جديد + نواة جديدة \longrightarrow جسيم + نواة

3 تفاعل الانشطار النووي:

تنشطر فيه نواة ثقيلة لتعطي نواتين متوسطتي الكتلة مع انطلاق طاقة هائلة.

طاقة + نيوترونات سريعة + نواتين متوسطتي الكتلة \longrightarrow نواة ثقيلة

4 تفاعل الاندماج النووي:

تندمج نواتان خفيفتان أو أكثر لتتشكّل نواة أثقل.

طاقة هائلة + نواة أثقل \longrightarrow نواتين خفيفتين أو أكثر

سؤال: أكمل التفاعلات النووية الآتية، ثم حدّد نوع كل منها:

نوع التفاعل	التفاعل
التقاط.	${}_{29}^{63}\text{Cu} + {}_{0}^1\text{n} \longrightarrow {}_{29}^{64}\text{Cu} + \text{Energy}$
تطاير.	${}_{5}^{10}\text{B} + {}_{0}^1\text{n} \longrightarrow {}_{3}^7\text{Li} + {}_{2}^4\text{He} + \text{Energy}$
انشطار.	${}_{92}^{236}\text{U} \longrightarrow {}_{51}^{132}\text{Sb} + {}_{41}^{101}\text{Nb} + 3 {}_{0}^1\text{n} + \text{Energy}$
اندماج.	$4 {}_{1}^1\text{H} \longrightarrow {}_{2}^4\text{He} + 2 {}_{+1}^0\text{e} + \text{Energy}$

تدريبات على التفاعلات النووية:

1 اكتب المعادلة النووية المعبرة عن قذف نواة الذهب النظير غير

المشع ${}_{79}^{197}\text{Au}$ بنيوترون، لينتج نواة الذهب النظير المشع.

ثم حدّد نوع هذا التفاعل النووي. دورة 2004

نوع التفاعل	التفاعل
التقاط.	${}_{79}^{197}\text{Au} + {}_{0}^1\text{n} \longrightarrow {}_{79}^{198}\text{Au} + \text{Energy}$

2 اكتب المعادلة النووية المعبرة عن قذف نواة النيتروجين ${}_{7}^{14}\text{N}$ بجسيم ألفا، لينتج نظير الأكسجين المشع O وينطلق بروتون. ثم حدّد نوع هذا التفاعل النووي. دورة 2018 الأولى

نوع التفاعل	التفاعل
تطاير.	${}_{7}^{14}\text{N} + {}_{2}^4\text{He} \longrightarrow {}_{8}^{17}\text{O} + {}_{1}^1\text{H} + \text{Energy}$

4 تندمج نواتا نظيري الهيدروجين: الديتيريوم ${}_{1}^2\text{H}$ والتريتيوم ${}_{1}^3\text{H}$ لينتج نواة الهليوم، ونيوترون. المطلوب: دورة 2023 الثانية اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التفاعل الحاصل، ثم حدّد نوعه.

نوع التفاعل	التفاعل
اندماج نووي.	${}_{1}^2\text{H} + {}_{1}^3\text{H} \longrightarrow {}_{2}^4\text{He} + {}_{0}^1\text{n} + \text{Energy}$

خصائص جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة غاما

جسيمات ألفا α	جسيمات بيتا β	أشعة غاما γ	
تطابق نوى الهيليوم ${}^4_2\text{He}$	الكترونات عالية السرعة ${}^0_{-1}\text{e}$	أمواج كهرومغناطيسية طاقتها عالية جداً.	الطبيعة
تحمّل شحنتين موجبتين.	تحمّل شحنة سالبة.	لا تحمّل شحنة كهربائية.	الشحنة
تأين الغازات التي تمر خلالها.	أقل قدرة على تأين الغازات من جسيمات ألفا.	أقل قدرة على تأين الغازات من جسيمات بيتا.	تأين الغازات
تنحرف نحو اللبوس السالب لمكثفة مشحونة (علل):	تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة (علل):	لا تتأثر (علل): لأنها لا تحمّل شحنة كهربائية.	التأثر بالحقل الكهربائي
تساوي أربعة أضعاف كتلة الهيدروجين العادي.	تساوي كتلة الإلكترون.	ليس لها كتلة سكونية.	الكتلة
حيث: c سرعة الضوء.	قريبة من سرعة الضوء.	تساوي سرعة الضوء.	السرعة بالنسبة لسرعة الضوء
نفوذيتها ضعيفة.	نفوذيتها أكبر من ألفا.	نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات بيتا.	النفوذية
تنحرف بتأثير القوة المغناطيسية بجهة معاكسة لجهة انحراف جسيمات ألفا.	تنحرف بتأثير القوة المغناطيسية بجهة معاكسة لجهة انحراف جسيمات ألفا.	لا تتأثر.	التأثر بالحقل المغناطيسي

سؤال: قارن بين جسيم بيتا والبوزيترون من حيث:

(a) موقع النواة التي تُطلق كل منها بالنسبة لحزام الاستقرار.

(b) التأثير بالحقل الكهربائي.

	جسيم بيتا ${}^0_{-1}\text{e}$	بوزيترون ${}^0_{+1}\text{e}$
(a)	فوق حزام الاستقرار.	تحت حزام الاستقرار.
(b)	ينحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة.	ينحرف نحو اللبوس السالب لمكثفة مشحونة.

أعط تفسيرا علميا لكل مما يأتي:

- يعدّ النيوترون أفضل قذيفة نووية. لأنه جسيمة نووية متعادلة كهربائياً، فلا يحدث تدافع كهربائي بينه وبين النواة المقذوفة.
 - تأثر كل من جسيمات ألفا وجسيمات بيتا بالحقل الكهربائي. لأن كل منهما يحمّل شحنة كهربائية.
 - لا تتأثر أشعة غاما بالحقل الكهربائي. لأنها لا تحمّل شحنة كهربائية.
 - كتلة نواة العنصر أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة نتيجة النقص في الكتلة الذي يتحول إلى طاقة منتشرة، وتُعطى بعلاقة أينشتاين: $\Delta E = \Delta m c^2$
 - إطلاق النواة للالكترونات المؤلفة لجسيمات بيتا. بسبب تحول نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فينتقل جسيم بيتا خارج النواة وفق المعادلة: ${}^1_0\text{n} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^0_{-1}\text{e}$
 - إطلاق النواة غير المستقرة التي تقع تحت الحزام للبوزيترون. بسبب تحول بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة فينتقل بوزيترون خارج النواة وفق المعادلة: ${}^1_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^0_{+1}\text{e}$
 - يرافق تفاعلات الاندماج النووي انطلاق طاقة هائلة. 2015 الأولى
- أ: كتلة النواة الناتجة عن الاندماج أصغر من مجموع كتل النوى المدمجة. نتيجة النقص في الكتلة الذي يتحول إلى طاقة.

مسائل درس الكيمياء النووية:

① طاقة الارتباط:

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

الرمز	مدلوله	قيمته	واحدته
ΔE	الطاقة المنتشرة (المتحرزة) أثناء تشكل النواة.	سالبة دوماً.	J
c	سرعة انتشار الضوء في الخلاء.	3×10^8	m.s^{-1}
Δm	النقصان في الكتلة.	سالبة دوماً.	kg

$\Delta m = m_2 - m_1 < 0$

كتلة مكونات النواة ← كتلة النواة (البروتونات + النيوترونات) وهي حرة.

وبالتالي فإن طاقة الارتباط: هي الطاقة اللازمة لفصل النواة إلى مكوناتها من بروتونات ونيوترونات حرة (وهي مقدار موجب).

ملاحظة لحساب عدد مرات التكرار n :

كـ إذا أُعطي عدد النوى في نص المسألة نبدأ من عدد النوى المعطاة ونقسمها على 2 حتى الوصول إلى عدد النوى المطلوبة.

كـ إذا أُعطي كتلة العنصر المشع في نص المسألة نبدأ من الكتلة المعطاة ونقسمها على 2 حتى الوصول إلى الكتلة المطلوبة.

كـ إذا لم يُعطى عدد النوى أو الكتلة نبدأ من الرقم 1 ونقسمه على 2 حتى الوصول إلى النسبة المطلوبة.

ملاحظة: t و $t_{1/2}$ يجب أن يكون لهما نفس الوحدة.

تطبيقات على عمر النصف:

تطبيق (1): تطبيق 7 صفحة 15 كتاب
إذا علمت أن عمر النصف لعنصر مشع 3 years . المطلوب:

احسب الزمن اللازم كي يصبح النشاط الإشعاعي $\frac{1}{8}$ ما كان عليه.

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

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

$$\Rightarrow n = 3$$

$$t = t_{1/2} \times n = 3 \times 3 \Rightarrow t = 9 \text{ years}$$

الحل:

تطبيق (2): تطبيق 8 صفحة 15 كتاب + دورة 2019 الثانية

يبلغ عدد النوى في عينة من عنصر مشع 16×10^5 نواة. وبعد زمن 150 s يصبح عدد النوى 2×10^5 نواة. المطلوب: احسب عمر النصف.

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

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

$$\Rightarrow n = 3$$

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

الحل:

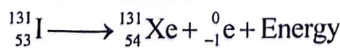
تطبيق (3): المسألة الأولى صفحة 20 كتاب

تتحول نواة اليود المشع $^{131}_{53}\text{I}$ إلى نواة الكزنيون Xe مطلقة جسيم بيتا. المطلوب:

1 اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول الحاصل.

2 إذا علمت أن عمر النصف لليود المشع المستخدم 8 days .

المطلوب: احسب النسبة المتبقية من عينة منه بعد 32 days .



$$t_{1/2} = \frac{t}{n} \Rightarrow n = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{32}{8} \Rightarrow n = 4$$

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

أي أن النسبة المتبقية من اليود المشع تساوي $\frac{1}{8}$ مما كانت عليه.

الحل:

تطبيق (1): إذا علمت أن كتلة نواة الأكسجين ^{16}O تنقص عن كتلة مكوناتها وهي جرة بمقدار $0.23 \times 10^{-27} \text{ kg}$ وسرعة انتشار الضوء في الخلاء $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$. المطلوب حساب:

- الطاقة المنتشرة (المتحررة) أثناء تشكل هذه النواة.
- مقدار طاقة ارتباط هذه النواة.

الحل:

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

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

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

2 طاقة الارتباط تساوي بقيمة الطاقة المنتشرة وتعاكسها بالإشارة:

$$\text{طاقة الارتباط} = +2.07 \times 10^{-11} \text{ J}$$

1

تطبيق (2): إذا علمت أن الشمس تشع طاقة مقدارها $38 \times 10^{27} \text{ J}$

في كل ثانية، وسرعة انتشار الضوء في الخلاء $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

المطلوب حساب:

1 مقدار النقص في كتلة الشمس خلال 1 day .

2 مقدار النقص في كتلة الشمس خلال 3 hours .

ملاحظة هامة:

$$\text{ثانية} \xrightarrow{\times 60} \text{دقيقة} \xrightarrow{\times 60} \text{ساعة} \xrightarrow{\times 24} \text{يوم}$$

الحل:

1 حساب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال 1 day :

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

$$\Rightarrow \Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{-38 \times 10^{27} \times 24 \times 60 \times 60}{(3 \times 10^8)^2}$$

$$\Delta m = \frac{-38 \times 10^{27} \times 24 \times 3600}{10^{11} \times 400} = -38 \times 24 \times 4 \times 10^{+13}$$

$$\Rightarrow \Delta m = -3648 \times 10^{+13} \text{ kg}$$

2 حساب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال 3 hours :

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

$$\Delta m = \frac{-38 \times 10^{27} \times 3 \times 3600}{10^{11} \times 400} = -38 \times 3 \times 4 \times 10^{+13}$$

$$\Rightarrow \Delta m = -456 \times 10^{+13} \text{ kg}$$

2 عمر النصف للمادة المشعة:

ملاحظات	دلالات الرموز	قانونه
يتعلق عمر النصف بنوع المادة المشعة فقط. لا يتعلق بالحالة الفيزيائية أو الكيميائية أو الضغط أو درجة الحرارة.	$t_{1/2}$: عمر النصف. t : الزمن الكلي. n : عدد مرات التكرار.	$t_{1/2} = \frac{t}{n}$

٥ تحدث في الشمس تفاعلات نووية من نوع:

a	انشطار.	b	اندماج.
c	التقاط.	d	تطافر.

٦ يتوقف عمر النصف للعنصر المشع على: دورة (2020 + 2011 الأولى)

a	كتلة العنصر المشع.	b	نوع العنصر المشع.
c	درجة حرارة العنصر المشع.	d	الرؤابط الكيميائية للعنصر المشع.

٧ يبلغ عمر النصف لمادة مشعة 24 days. فتكون نسبة ما يتبقى

a	$\frac{1}{4}$	b	$\frac{1}{8}$
c	$\frac{1}{16}$	d	$\frac{7}{8}$

٧ منها بعد 72 days مساوية: تم التحميل من

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

$$1 - \frac{1}{2} \xrightarrow{1} \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \xrightarrow{2} \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \xrightarrow{3} \frac{1}{8}$$

أي أن النسبة المتبقية من العنصر المشع تساوي $\frac{1}{8}$ مما كانت عليه.٨ يبلغ عدد النوى في عينة لمادة مشعة 8×10^{20} وبعد زمن قدره 120 s أصبح عدد النوى 10^{20} فيكون عمر النصف لهذه المادة:

a	20 s	b	30 s
c	40 s	d	60 s

توضيح الإجابة: $t_{1/2} = \frac{t}{n}$

$$8 \times 10^{20} \xrightarrow{1} 4 \times 10^{20} \xrightarrow{2} 2 \times 10^{20} \xrightarrow{3} 10^{20} \Rightarrow n = 3$$

$$t_{1/2} = \frac{120}{3} \Rightarrow t_{1/2} = 40 \text{ s}$$

٩ عينة من عنصر مشع. إذا علمت أن الزمن اللازم ليصبح عدد النوى

المشعة في تلك العينة $\frac{1}{16}$ مما كان عليه يساوي 480 years

فيكون عمر النصف لهذا العنصر المشع مساوياً:

a	240 years	b	120 years
c	60 years	d	30 years

توضيح الإجابة: $t_{1/2} = \frac{t}{n}$

$$1 - \frac{1}{2} \xrightarrow{1} \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \xrightarrow{2} \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \xrightarrow{3} \frac{1}{8} - \frac{1}{2} \xrightarrow{4} \frac{1}{16} \Rightarrow n = 4$$

$$t_{1/2} = \frac{480}{4} \Rightarrow t_{1/2} = 120 \text{ years}$$

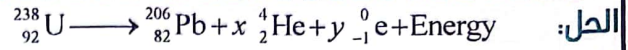
١٠ من خصائص أشعة غاما: دورة 2022 الأولى

a	تتأثر بالحقل الكهربائي.	b	تتأثر بالحقل المغناطيسي.
c	تنتشر بسرعة الضوء c	d	نفوذيتها أقل من نفوذيتها جسيمات بيتا.

٣ سلاسل النشاط الإشعاعي:

نطبق: تتحول نواة اليورانيوم ${}_{92}^{238}\text{U}$ المشع إلى نواة الرصاص ${}_{82}^{206}\text{Pb}$

المستقر وفق سلسلة نشاط إشعاعي. المطلوب:

١ احسب عدد التحولات من النوع ألفا x وعدد التحولات من النوع بيتا y التي يقوم بها اليورانيوم لكي يستقر.
٢ اكتب المعادلة النووية الكلية.

حساب x (من العدد الكتلي): حساب y (من العدد الذري):

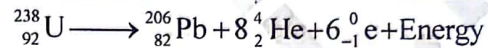
$$92 = 82 + 2x + (-1)y \quad 238 = 206 + 4x + (0)y$$

$$92 = 82 + 2(8) - y$$

$$\Rightarrow y = 6$$

$$4x = 32$$

$$\Rightarrow x = 8$$



اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

١ تتحول نواة الكربون ${}_{6}^{14}\text{C}$ إلى نواة النيتروجين ${}_{7}^{14}\text{N}$ عندما تُطلق:

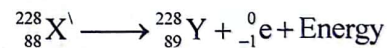
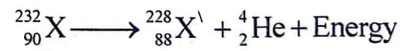
a	نيوترونًا.	b	بوزيترونًا.
c	جسيم بيتا.	d	جسيم ألفا.

توضيح الإجابة: ${}_{6}^{14}\text{C} \longrightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{e} + \text{Energy}$ ٢ تطلق نواة عنصر مشع ${}_{90}^{232}\text{X}$ جسيم ألفا ثم تطلق النواة الناتجة

جسيم بيتا، فنتج النواة:

a	${}_{89}^{226}\text{Y}$	b	${}_{89}^{228}\text{Y}$
c	${}_{88}^{226}\text{Y}$	d	${}_{90}^{229}\text{Y}$

توضيح الإجابة:

٣ تتفك نواة الثوريوم ${}_{90}^{228}\text{Th}$ بإطلاقها لجسيمات ألفا متحولة إلىنواة البولونيوم ${}_{84}^{216}\text{Po}$ فإن عدد جسيمات ألفا المنطلقة يساوي:

a	2	b	3
c	4	d	5

توضيح الإجابة: ${}_{90}^{228}\text{Th} \longrightarrow {}_{84}^{216}\text{Po} + x {}_2^4\text{He} + \text{Energy}$

حساب x (من العدد الكتلي):

$$228 = 216 + 4x \Rightarrow 4x = 12 \Rightarrow x = 3$$

٤ عند تفاعل نواة النيتروجين ${}_{7}^{14}\text{N}$ ينتج نواة الكربون ${}_{6}^{14}\text{C}$ المشع.

فإن نواة النيتروجين:

a	تلتقط نيوترونًا وتُطلق ألفا.	b	تلتقط بروتونًا وتُطلق نيوترونًا.
c	تلتقط بوزيترونًا وتُطلق نيوترونًا.	d	تلتقط نيوترونًا وتُطلق بروتونًا.

توضيح الإجابة: ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_{6}^{14}\text{C} + {}_1^1\text{H} + \text{Energy}$

ملاحظات لحساب:

① عدد مولات غاز n :

$$n = \begin{cases} ① \frac{m}{M} \rightarrow \text{كتلة الغاز (g)} \\ \frac{m}{M} \rightarrow \text{الكتلة المولية (g.mol}^{-1}\text{)} \\ ② \frac{N}{N_A} \rightarrow \text{عدد جزيئات الغاز} \\ \frac{N}{N_A} \rightarrow \text{عدد أفوغادرو} \end{cases}$$

$$③ \frac{PV}{RT}$$

طريقة الحساب الكيميائي (مسألة السطرين)

② كسر موللي لغاز X_i :

$$X_i = \begin{cases} ① \frac{n_i}{n} \\ ② \frac{P_i}{P_t} \end{cases}$$

③ ضغط جزئي لغاز P_i ضمن مزيج غازي:

$$P_i = \begin{cases} ① \frac{n_i RT}{V} \\ ② X_i \cdot P_t \end{cases}$$

④ كثافة غاز d :

$$d = \begin{cases} ① \frac{P \cdot M}{RT} \\ ② \frac{m}{V} \end{cases}$$

⑤ كتلة غاز m :

نحسب أولاً عدد مولاته n ثم نطبق العلاقة الآتية لحساب m :

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

⑥ عدد جزيئات غاز N :

نحسب أولاً عدد مولاته n ثم نطبق العلاقة الآتية لحساب عدد الجزيئات N :

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n \cdot N_A$$

⑦ حجم غاز في الشرطين النظاميين:

$$V = V_{\text{mol}} \cdot n \Rightarrow V = 22.4 \times n$$

متحولات وقوانين الغاز:

وحداتها والتحويل بينها:	المتحولات التي تصف غاز:
kPa $\xrightarrow{\times 10^3}$ Pa $\xrightarrow{\times 10^{-5}}$ atm	الضغط P
mL $\xrightarrow{\times 10^{-3}}$ L $\xrightarrow{\times 10^{-3}}$ m ³	الحجم V
$^{\circ}\text{C} \xrightarrow{+273}$ K (كلفن)	درجة الحرارة T
mol	عدد المولات n

① قوانين (بويل، شارل، غاي-لوساك):

(قانون بويل - تناسب عكسي)

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{const.}$$

(قانون غاي-لوساك - تناسب طردي)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \text{const.}$$

(قانون شارل - تناسب طردي)

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{const.}$$

② قانون أفوغادرو: يربط بين عدد مولات الغاز n وحجمه V .

بثبات الضغوط P وثبات درجة الحرارة T .

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

③ قانون الغازات العام (معادلة الغاز المثالي):

$$PV = nRT$$

$$R = \begin{cases} 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1} \Rightarrow \begin{cases} \text{نحوّل الضّغط إلى atm} \\ \text{والحجم إلى L.} \end{cases} \\ 8.314 \text{ Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}.\text{K}^{-1} \Rightarrow \begin{cases} \text{نحوّل الضّغط إلى Pa} \\ \text{والحجم إلى m}^3. \end{cases} \end{cases}$$

④ قانون دالتون والضغوط الجزئية:

الضّغط الكلي لمزيج غازي يساوي مجموع الضغوط الجزئية لمكونات هذا المزيج (بثبات الحجم V وثبات درجة الحرارة T).

$$P_t = n_t \frac{RT}{V} \quad \text{أو} \quad P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

⑤ قانون غراهام في الانتشار والتسرب:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

v_1 : سرعة انتشار الغاز الأول. v_2 : سرعة انتشار الغاز الثاني.
 M_1 : الكتلة المولية للغاز الأول. M_2 : الكتلة المولية للغاز الثاني.

ملاحظات:

الحل:

$$n_{(\text{CO}_2)} = m_{(\text{CO}_2)} \text{ ، نحسب أولاً } n_{(\text{CO}_2)} = ? \quad ①$$

$$n_{(\text{CO}_2)} = \frac{PV}{RT} = \frac{1.64 \times 10}{0.082 \times 400} \Rightarrow n_{(\text{CO}_2)} = 0.5 \text{ mol}$$

حساب $m_{(\text{CO}_2)}$:

$$n = \frac{m}{M_{(\text{CO}_2)}} \Rightarrow m = n \cdot M_{(\text{CO}_2)} = 0.5 \times 44 \Rightarrow m = 22 \text{ g}$$

$$M_{(\text{CO}_2)} = 12 + 16(2) = 44 \text{ g.mol}^{-1} \quad \text{حيث:}$$

$$d_{(\text{CO}_2)} = ? \quad ②$$

$$d = \frac{P \cdot M}{RT} = \frac{1.64 \times 44}{0.082 \times 400} \Rightarrow d = 2.2 \text{ g.L}^{-1}$$

$$V_{(\text{CO}_2)} \text{ في الشرطين النظاميين: } \quad ③$$

$$V = V_{\text{mol}} \cdot n = 22.4 \times 0.5 \Rightarrow V = 11.2 \text{ L}$$

$$P_2 = 2.05 \text{ atm} \text{ ، } T_2 = ? \quad ④$$

حسب قانون غاي - لوساك: $V = \text{const.}$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1.64}{400} = \frac{2.05}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{2.05 \times 400}{1.64} \Rightarrow T_2 = 500 \text{ K}$$

$$V_2 = 20 \text{ L} \text{ ، } P_2 = ? \quad ⑤$$

حسب قانون بويل: $T = \text{const.}$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{1.64 \times 10}{20} \Rightarrow P_2 = 0.82 \text{ atm}$$

المسألة الثانية: وعاء فُلق حجمه 0.058 m^3 ، يحوي 2.8 g منغاز النيتروجين N_2 في الدرجة 17°C . المطلوب حساب:

① كتلة هذا الغاز.

② حجم هذا الغاز مقاساً في الشرطين النظاميين.

④ كثافة هذا الغاز.

④ عدد جزيئات هذا الغاز في الوعاء.

$$(N:14 \text{ ، } R=0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$$

$$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ عدد أفوغادرو}$$

المعطيات:

$$V = 0.058 \text{ m}^3 = 58 \text{ L} \text{ ، } m_{(\text{N}_2)} = 2.8 \text{ g}$$

$$T = 17 + 273 = 290 \text{ K}$$

الحل:

$$P_{(\text{N}_2)} = ? \quad ①$$

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

نحسب أولاً $n_{(\text{N}_2)}$:

$$n = \frac{m}{M_{(\text{N}_2)}} = \frac{2.8}{28} \Rightarrow n_{(\text{N}_2)} = 0.1 \text{ mol}$$

$$M_{(\text{N}_2)} = 14(2) = 28 \text{ g.mol}^{-1} \quad \text{حيث:}$$

① في قوانين (بويل، شارل، غاي لوساك، أفوغادرو):

الواحدات في طرفي العلاقة يجب أن تكون متماثلة.

فمثلاً: في قانون بويل: $P_1 V_1 = P_2 V_2$ إذا كان الحجم V_1 مقدراًبـ L يجب أن يكون الحجم V_2 أيضاً مقدراً بـ L ، وهكذا....

② في جميع قوانين الغاز:

تكون درجة الحرارة T مقدرة بالكلفن (K) حصراً.

③ طريقة الحساب الكيميائي (مسألة الشطرين):

الأمثال التفاعلية (mol)

الكتلة المولية (g.mol⁻¹)

السطر الأول:

حجم 1 mol من أي غاز في الشرطين النظاميين 22.4 L

معطيات المسألة.

السطر الثاني: مجاهيل المسألة.

④ لمعرفة الغاز المتبقي بعد نهاية التفاعل: نحسب عدد مولات كل

غاز، والغاز الذي عدد مولاته أكبر هو المتبقي بعد نهاية التفاعل،

بشرط أن تكون نسبة التفاعل (1:1).

⑤ الضغط النظامي أو الضغط عند مستوى سطح البحر أو

الضغط في الشرطين النظاميين، تعني أن: $P = 1 \text{ atm}$ ⑥ الشرطين النظاميين هما: $T = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$ ، $P = 1 \text{ atm}$

⑦ عندما تُعطى نسبة مئوية لغاز في مزيج غازي فإنها تُعبر عن

الكسر المولي X لهذا الغاز.

⑧ نستعمل قانون دالتون في مسائل المزيج الغازي.

مسائل درس الغازات:

المسألة الأولى: يحوي وعاء فُلق حجمه 10 L عينة من غاز CO_2 عند الضغط 1.64 atm والدرجة 127°C . المطلوب حساب:

① كتلة هذا الغاز.

② كثافة هذا الغاز.

③ حجم هذا الغاز مقاساً في الشرطين النظاميين.

④ درجة الحرارة التي تجعل الضغط مساوياً 2.05 atm بثبات الحجم.

⑤ ضغط هذا الغاز إذا نُقل إلى وعاء آخر حجمه 20 L عند درجة

الحرارة ذاتها.

$$(C:12 \text{ ، } O:16 \text{ ، } R=0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$$

المعطيات:

$$V = 10 \text{ L} \text{ ، } P = 1.64 \text{ atm} \text{ ، } T = 127 + 273 = 400 \text{ K}$$

ومنه:

$$P = \frac{n.R.T}{V} = \frac{0.1 \times 0.082 \times 290}{58} \Rightarrow P_{(N_2)} = 0.041 \text{ atm}$$

② $V_{(N_2)}$ في الشرطين النظاميين:

$$V = V_{\text{mol}} \cdot n = 22.4 \times 0.1 \Rightarrow V = 2.24 \text{ L}$$

③ $d_{(N_2)}$ = ?

$$d = \frac{P.M}{R.T} = \frac{0.041 \times 28}{0.082 \times 290} \Rightarrow d = 0.048 \text{ g.L}^{-1}$$

④ N عدد جزيئات الغاز:

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n.N_A = 0.1 \times 6.022 \times 10^{23}$$

$$\Rightarrow N = 0.6022 \times 10^{23} \text{ جزيء}$$

الرسالة الثالثة: عينة من غاز الأكسجين O_2 حجمها 24.6 L عندالضغط 1 atm ودرجة الحرارة $27^\circ C$. المطلوب:

① احسب عدد مولات غاز الأكسجين في العينة.

② إذا تحول غاز الأكسجين O_2 إلى غاز الأوزون O_3 عند الضغط

ودرجة الحرارة ذاتها. المطلوب حساب:

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

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

المعطيات:

$$V_{(O_2)} = 24.6 \text{ L} , P = 1 \text{ atm} , T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

الحل:

① $n_{(O_2)}$ = ?

$$n_{(O_2)} = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 24.6}{0.082 \times 300} \Rightarrow n_{(O_2)} = 1 \text{ mol}$$

② (a) $n_{(O_3)}$ = ?

$$3 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol}$$

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

$$\Rightarrow n_{(O_3)} = \frac{2}{3} \text{ mol}$$

(b) $V_{(O_3)}$ = ?

طريقة أولى:

$$\Leftarrow P, T = \text{const.}$$

حسب قانون أفوغادرو:

$$\frac{O_2}{V_1} = \frac{O_3}{V_2}$$

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

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

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

$$\Rightarrow V_2 = 16.4 \text{ L}$$

طريقة ثانية:

حسب قانون الغازات العام:

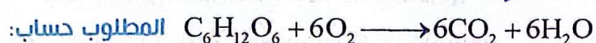
$$PV = n.R.T$$

$$\Rightarrow V_{(O_3)} = \frac{n_{(O_3)}.R.T}{P}$$

$$V_{(O_3)} = \frac{\frac{2}{3} \times 0.082 \times 300}{1}$$

$$\Rightarrow V_{(O_3)} = 16.4 \text{ L}$$

الرسالة الرابعة: يتأكسد سكر العنب وفق المعادلة الآتية:

① حجم غاز CO_2 المنطلق نتيجة أكسدة 18 g من سكر العنب فيالدرجة $27^\circ C$ والضغط 0.82 atm② كتلة غاز CO_2 المنطلق في الشروط السابقة.

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

الحل:

① $V_{(CO_2)}$ = ?

$$m_{(C_6H_{12}O_6)} = 18 \text{ g} , T = 27 + 273 = 300 \text{ K} , P = 0.82 \text{ atm}$$

$$P.V_{(CO_2)} = n_{(CO_2)}.R.T$$

نحسب أولاً $n_{(CO_2)}$:

$$180 \text{ g} \quad 6 \text{ mol}$$

$$18 \text{ g} \quad n \text{ mol}$$

حيث:

$$M_{(C_6H_{12}O_6)} = 12(6) + 1(12) + 16(6) = 180 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow n_{(CO_2)} = \frac{18 \times 6}{180} \Rightarrow n_{(CO_2)} = 0.6 \text{ mol}$$

نعوض في قانون الغازات العام:

$$\Rightarrow V_{(CO_2)} = \frac{n_{(CO_2)}.R.T}{P} = \frac{0.6 \times 0.082 \times 300}{0.82}$$

$$\Rightarrow V_{(CO_2)} = 18 \text{ L}$$

② $m_{(CO_2)}$ = ?

$$n = \frac{m}{M_{(CO_2)}} \Rightarrow m = n.M_{(CO_2)} = 0.6 \times 44$$

$$\Rightarrow m_{(CO_2)} = 26.4 \text{ g}$$

حيث:

$$M_{(CO_2)} = 12 + 16(2) = 44 \text{ g.mol}^{-1}$$

الرسالة الخامسة:

مزيخ غازي في وعاء مغلق حجمه 32.8 L

يحتوي 3.2 g من غاز الميثان CH_4 و 12 g من غاز الإيثان C_2H_6 ، وكمية من غاز البروبان C_3H_8 ، إذا علمت أن الضغط الكلي للمزيجفي الدرجة $127^\circ C$. المطلوب حساب:

① عدد مولات غاز البروبان في المزيج.

② الكسر المولي لغاز البروبان في المزيج.

③ الضغط الجزئي لغاز الميثان في المزيج.

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

المسألة السادسة: يُحضر مزيج غازي مؤلف من 10% بوتان C_4H_{10} و 90% أرجون Ar بملء وعاء مُغلق من الهواء حجمه 41 L بغاز البوتان حتى يصبح الضغط 0.975 atm، ثم يُضاف غاز الأرجون حتى يُحقق النسبة السابقة في الدرجة $52^\circ C$.

المطلوب حساب:

① عدد مولات غاز البوتان في المزيج.

② كتلة غاز الأرجون في المزيج.

③ الضغط الكلي للمزيج النهائي.

$$Ar: 40, C: 12, H: 1, R = 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.K^{-1}$$

مسودة:

$$\begin{aligned} P_t &= P_{(C_4H_{10})} + P_{(Ar)} \\ P_t &= \frac{n_t \cdot R \cdot T}{V} \end{aligned}$$

$$n_t = n_{(C_4H_{10})} + n_{(Ar)}$$

حيث:

المعطيات:

$$X_{(C_4H_{10})} = \frac{10}{100}, X_{(Ar)} = \frac{90}{100}, V = 41 \text{ L}$$

$$P_{(C_4H_{10})} = 0.975 \text{ atm}, T = 52 + 273 = 325 \text{ K}$$

الحل:

$$n_{(C_4H_{10})} = ? \text{ ①}$$

$$n_{(C_4H_{10})} = \frac{P_{(C_4H_{10})} \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0.975 \times 41}{0.082 \times 325} \Rightarrow n_{(C_4H_{10})} = 1.5 \text{ mol}$$

$$m_{(Ar)} = ? \text{ ②}$$

نحسب n_t من قانون الكسر المولي.نحسب $n_{(Ar)}$ ثم $m_{(Ar)}$.

$$X_{(C_4H_{10})} = \frac{n_{(C_4H_{10})}}{n_t} \Rightarrow \frac{10}{100} = \frac{1.5}{n_t} \Rightarrow n_t = 15 \text{ mol}$$

نحسب $n_{(Ar)}$:

$$n_t = n_{(C_4H_{10})} + n_{(Ar)}$$

$$15 = 1.5 + n_{(Ar)}$$

$$\Rightarrow n_{(Ar)} = 13.5 \text{ mol}$$

نحسب $m_{(Ar)}$:

$$n = \frac{m}{M_{(Ar)}} \Rightarrow m = n \cdot M_{(Ar)} = 13.5 \times 40$$

$$\Rightarrow m_{(Ar)} = 540 \text{ g}$$

$$P_t = ? \text{ ③}$$

$$P_t = \frac{n_t \cdot R \cdot T}{V} = \frac{15 \times 0.082 \times 325}{41} \Rightarrow P_t = 9.75 \text{ atm}$$

مسودة:

$$\begin{aligned} P_t &= P_{(CH_4)} + P_{(C_2H_6)} + P_{(C_3H_8)} \\ P_t &= \frac{n_t \cdot R \cdot T}{V} \end{aligned}$$

$$n_t = n_{(CH_4)} + n_{(C_2H_6)} + n_{(C_3H_8)}$$

حيث:

المعطيات:

$$m_{(CH_4)} = 3.2 \text{ g}, m_{(C_2H_6)} = 12 \text{ g}, m_{(C_3H_8)} = ?, V = 32.8 \text{ L}$$

$$P_t = 0.7 \text{ atm}, T = 127 + 273 = 400 \text{ K}$$

الحل:

$$n_{(C_3H_8)} = ? \text{ ①}$$

مخطط الحل: نحسب n_t ونحسب $n_{(C_2H_6)}$ و $n_{(CH_4)}$ حساب n_t

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

حساب $n_{(C_2H_6)}$ و $n_{(CH_4)}$

$$n = \frac{m}{M} \begin{cases} n_{(CH_4)} = \frac{3.2}{16} = 0.2 \text{ mol} \\ n_{(C_2H_6)} = \frac{12}{30} = 0.4 \text{ mol} \end{cases}$$

$$M_{(CH_4)} = 12 + 1(4) = 16 \text{ g.mol}^{-1} \text{ حيث:}$$

$$M_{(C_2H_6)} = 12(2) + 1(6) = 30 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$n_t = n_{(CH_4)} + n_{(C_2H_6)} + n_{(C_3H_8)} \text{ ولكن:}$$

$$0.7 = 0.2 + 0.4 + n_{(C_3H_8)}$$

$$\Rightarrow n_{(C_3H_8)} = 0.1 \text{ mol}$$

$$X_{(C_3H_8)} = ? \text{ ②}$$

$$X_{(C_3H_8)} = \frac{n_{(C_3H_8)}}{n_t} = \frac{0.1}{0.7}$$

$$\Rightarrow X_{(C_3H_8)} = \frac{1}{7}$$

$$P_{(CH_4)} = ? \text{ ③}$$

$$P_{(CH_4)} = \frac{n_{(CH_4)} \cdot R \cdot T}{V}$$

$$P_{(CH_4)} = \frac{0.2 \times 0.082 \times 400}{32.8}$$

$$\Rightarrow P_{(CH_4)} = 0.2 \text{ atm}$$

الرسالة الثانية: منطاد مليء بغاز الهيدروجين يستخدمه

مستكشف ليصل به إلى القطب الشمالي، وقد حصل على غاز الهيدروجين من تفاعل حمض الكبريت الممدد مع برادة الحديد، فإذا كان حجم المنطاد في الشَّرتين النظاميين 4800 m^3 ، ونسبة غاز الهيدروجين الضائع المتسرَّب خلال عملية الملء 20% . المطلوب:

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



الحل:



يتسرَّب 20% ويبقى 80% وبالتالي:

لملء 80 m^3 من غاز الهيدروجين يجب ضخ 100 m^3

لملء 4800 m^3 من غاز الهيدروجين يجب ضخ $V \text{ m}^3$

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

وهو حجم غاز الهيدروجين الواجب ضخه إلى المنطاد.

$$m_{(\text{Fe})} = ?$$



$$\Rightarrow m = \frac{56 \times 6 \times 10^{+6}}{22.4} = 15 \times 10^{+6} \text{ g}$$

$$m_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = ?$$

$$\Rightarrow m' = \frac{98 \times 6 \times 10^{+6}}{22.4} = 26.25 \times 10^{+6} \text{ g}$$

الاستنتاجات:

سؤال استنتاج (1): دورة 2023 الثانية

انطلاقاً من قانون الغازات العام، استنتج العلاقة المحددة لكثافة غاز بدلالة كتلته المولية M (القانون الذي يعمل بموجب المنطاد).

الجواب:

تُعطى كثافة الغاز بالعلاقة:

$$d = \frac{m}{V}$$

$$\frac{P}{RT} = \frac{d}{M} \quad \text{وبالتالي:}$$

$$d = \frac{P \cdot M}{RT}$$

$$PV = nRT$$

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

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{لكن:}$$

$$\frac{P}{RT} = \frac{m}{MV} \quad \text{ومنه:}$$

نستنتج: تتناسب كثافة الغاز:

طرداً مع ضغطه P وكتلته المولية M ، وعكساً مع درجة حرارته T .

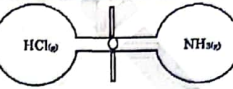
ملاحظة: تُقدَّر وحدة الكثافة بـ g.L^{-1} .

الرسالة السابعة: حوجلتين متماثلتين متصلتان ببعضهما

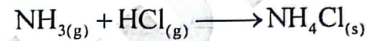
بصقار، تحوي الحوجلة الأولى 5.1 g من غاز النشادر NH_3 ، بينما تحوي الحوجلة الثانية 7.3 g من غاز كلور الهيدروجين HCl ، إذا علمت أن حجم كل حوجلة 1.23 L ودرجة حرارتهما 27°C عند فتح الصقار يتفاعل الغازين وينتج ملح كلوريد الأمونيوم الصلب.

المطلوب:

- 1 اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.
- 2 بين حسابياً ما هو الغاز المتبقي بعد نهاية التفاعل.
- 3 احسب الضغط عند نهاية التفاعل.
- 4 (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصلب المتشكل).



الحل:



2 نحسب عدد مولات كل من غازي NH_3 و HCl :

$$n = \frac{m}{M} \quad \left\{ \begin{array}{l} n_{(\text{HCl})} = \frac{7.3}{36.5} = 0.2 \text{ mol} \\ n_{(\text{NH}_3)} = \frac{5.1}{17} = 0.3 \text{ mol} \end{array} \right.$$

حيث:

$$M_{(\text{HCl})} = 1 + 35.5 = 36.5 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{(\text{NH}_3)} = 14 + 1(3) = 17 \text{ g.mol}^{-1}$$

بما أن: $n_{(\text{NH}_3)} > n_{(\text{HCl})}$ ونسبة التفاعل (1:1) < الغاز المتبقي بعد

نهاية التفاعل هو غاز النشادر NH_3 .

الكمية المتبقية من غاز النشادر بعد نهاية التفاعل هي:

$$n_{(\text{NH}_3)} = 0.3 - 0.2 = 0.1 \text{ mol}$$

3 حساب الضغط عند نهاية التفاعل (للغاز المتبقي):

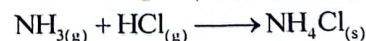
$$PV = n.RT$$

$$\Rightarrow P_{(\text{NH}_3)} = \frac{n_{(\text{NH}_3)} \cdot RT}{V}$$

$$P_{(\text{NH}_3)} = \frac{0.1 \times 0.082 \times 300}{1.23 + 1.23} \Rightarrow P = 1 \text{ atm}$$

مجموع حجم الحوجلتين

4 حساب كتلة ملح كلوريد الأمونيوم الناتج:



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

$$M_{(\text{NH}_4\text{Cl})} = 14 + 1(4) + 35.5 = 53.5 \text{ g.mol}^{-1} \quad \text{حيث:}$$

سؤال استنتاج (2): دورة 2020 الثانية

مزيج غازي مؤلف من ثلاثة غازات مختلفة. المطلوب:

استنتج عبارة الضّغط الكلي للمزيج السابق بثبات الحجم ودرجة الحرارة.

الجواب: حسب قانون دالتون: $P_t = P_1 + P_2 + P_3$

يُعطى ضغط كل غاز وفق قانون الغازات العام:

$$P_1 = n_1 \cdot \frac{RT}{V}, \quad P_2 = n_2 \cdot \frac{RT}{V}, \quad P_3 = n_3 \cdot \frac{RT}{V}$$

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

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

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

سؤال استنتاج (3):

استنتج عبارة الضّغط الجزئي بدلالة الكسر المولي لغاز ضمن مزيج غازي.

الجواب:

عبارة الضّغط الجزئي لغاز:

$$P_i = \frac{n_i \cdot RT}{V} \dots (1)$$

عبارة الضّغط الكلي لمزيج غازي:

$$P_t = \frac{n_t \cdot RT}{V} \dots (2)$$

نقسم العلاقة (1) على العلاقة (2):

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

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

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

$$\Rightarrow \frac{P_i}{P_t} = X_i$$

$$P_i = X_i \cdot P_t$$

ملاحظة:

الكسر المولي ليس له وحدة.

أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1 يرتفع المنطاد عن سطح الأرض عند تسخين الهواء داخله.

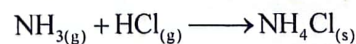
لأنه بتسخين الهواء داخل المنطاد تنقص كثافته لتصبح أقل من كثافة الهواء المحيط به مما يؤدي إلى ارتفاعه.

2 عند رش كمية صغيرة من العطر في غرفة تنتشر رائحته في كامل أرجاء الغرفة.

بسبب الحركة العشوائية لجزيئات الغاز لتتملأ الحيز التي توجد فيه بشكل متجانس تقريباً.

3 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.



4 يشغل الغاز حجم الوعاء الذي يوضع فيه.

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

5 يُهمل حجم جزيء الغاز مقابل حجم الغاز.

نتيجة تباعد جزيئات الغاز.

6 نشوء ضغط الغاز.

نتيجة تصادم جزيئات الغاز مع جدار الإناء الذي يحويه.

7 ينتشر غاز الهيدروجين H_2 بسرعة أكبر من انتشار غاز الأوكسجين O_2 في الشروط ذاتها.علماء أن: $\text{O} : 16, \text{H} : 1$

لأنه تزداد سرعة انتشار غاز ينقصان كتلته المولية وفق قانون

$$\text{غرامام. } (v_{(\text{H}_2)} > v_{(\text{O}_2)} \Leftarrow M_{(\text{H}_2)} < M_{(\text{O}_2)})$$

اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1 عينة غازية حجمها 10 L عند الضّغط النظامي، فيكون حجم هذه

العينة عند الضّغط 4 atm بثبات درجة الحرارة مساوياً:

25 L	b	40 L	a
0.4 L	d	2.5 L	c

توضيح الإجابة:

 $T = \text{const.}$ ← حسب قانون بويل:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{1 \times 10}{4} \Rightarrow V_2 = 2.5 \text{ L}$$

2 يبلغ حجم عينة من غاز 0.3 L في الدرجة K 330. تُسخن العينة

إلى الدرجة K 550 بثبات الضّغط فيصبح حجمها مساوياً:

5 L	b	0.5 L	a
0.18 L	d	500 L	c

توضيح الإجابة:

 $P = \text{const.}$ ← حسب قانون شارل:

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

3 يبلغ ضغط عينة من غاز 150 Pa في الدرجة 27°C ، فإذا انخفض

الضّغط إلى 140 Pa بثبات الحجم، فتصبح درجة حرارة هذه العينة

من الغاز مساويةً:

10 K	b	280 K	a
2 K	d	7 K	c

توضيح الإجابة:

 $V = \text{const.}$ ← حسب قانون غاي - لوساك:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{150}{300} = \frac{140}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{140 \times 300}{150} \Rightarrow T_2 = 280 \text{ K}$$

4 يحوي وعاء مغلق حجمه 2 m^3 عينة من غاز الأرغون في الدرجة 127°C والضّغط 16.628 Pa فيكون عدد مولات هذا الغاز فيالعينة مساوياً: $R = 8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

1.21 mol	b	0.01 mol	a
83.14 mol	d	0.82 mol	c

توضيح الإجابة:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{16.628 \times 2}{8.314 \times 400} \Rightarrow n = 0.01 \text{ mol}$$

10 مزيخ غازي ضغطه الكلي 4 atm ، إذا علمت أن النسبة المئوية لأحد الغازات في المزيخ تبلغ 30% من مجمل الغازات فيه، فيكون الضغط الجزئي لهذا الغاز مساوياً:

12 atm	b	1.2 atm	a
25 atm	d	2.5 atm	c

المعطيات:

$$P_i = 4 \text{ atm} \quad , \quad X_i = \frac{30}{100} \quad , \quad P_i = ?$$

الحل:

$$P_i = X_i \cdot P$$

$$P_i = \frac{30}{100} \times 4$$

$$\Rightarrow P_i = 1.2 \text{ atm}$$

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

حجمه 22.4 L يحوي 2 mol من الغاز.	b	حجمه 22.4 L يحوي 1 mol من الغاز.	a
حجمه 11.2 L يحوي 1 mol من الغاز.	d	حجمه 11.2 L يحوي 2 mol من الغاز.	c

توضيح الإجابة:

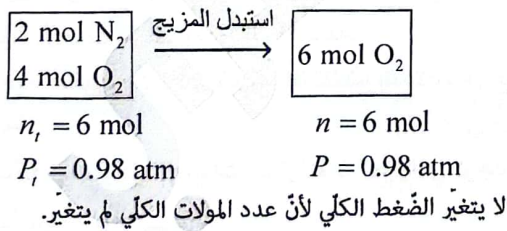
$$\Rightarrow P = \frac{nRT}{V}$$

أكبر ما يمكن ↑ ثابت أكبر ما يمكن ↑ أصغر ما يمكن ↓

12 يحوي مزيخ غازي 2 mol من النيتروجين و 4 mol من الأكسجين عند الضغط 0.98 atm ، إذا استبدل المزيخ في الشروط ذاتها بـ 6 mol من الأكسجين، فتكون قيمة الضغط الناتج مساوية:

0.349 atm	b	0.32 atm	a
0.98 atm	d	0.65 atm	c

توضيح الإجابة:



5 غاز كثافته 0.1 g.L⁻¹ عند الضغط 1.23 atm ودرجة الحرارة 27 °C فتكون كتلته المولية مساوية: R = 0.082 atm.L.mol⁻¹.K⁻¹

28 g.mol ⁻¹	b	2 g.mol ⁻¹	a
44 g.mol ⁻¹	d	4 g.mol ⁻¹	c

المعطيات:

$$d = 0.1 \text{ g.L}^{-1} \quad , \quad P = 1.23 \text{ atm} \quad , \quad T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

الحل:

$$d = \frac{P.M}{RT} \Rightarrow 0.1 = \frac{1.23 \times M}{0.082 \times 300}$$

$$\Rightarrow M = \frac{0.1 \times 0.082 \times 300}{1.23}$$

$$\Rightarrow M = 2 \text{ g.mol}^{-1}$$

6 كثافة أي غاز مثالي تتناسب طردياً مع:

ضغطه ودرجة حرارته.	b	ضغطه وكتلته المولية.	a
كتلته ودرجة حرارته.	d	كتلته وحجمه.	c

7 نسبة سرعة انتشار غاز الأكسجين إلى سرعة انتشار غاز الهيدروجين

تساوي: علماً أن: O:16 , H:1

$\frac{1}{4}$	b	4	a
1	d	16	c

توضيح الإجابة:

$$\frac{v_{(O_2)}}{v_{(H_2)}} = \sqrt{\frac{M_{(H_2)}}{M_{(O_2)}}} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \sqrt{\frac{1}{16}} = \frac{1}{4}$$

8 إذا كانت سرعة انتشار غاز الهيدروجين 4 m.s⁻¹ فتكونسرعة انتشار غاز الأكسجين v_(O₂) بوحدة m.s⁻¹ تساوي:

علماً أن: H:1 , O:16

$\frac{1}{4}$	b	4	a
16	d	1	c

توضيح الإجابة:

$$\frac{v_{(O_2)}}{v_{(H_2)}} = \sqrt{\frac{M_{(H_2)}}{M_{(O_2)}}}$$

$$\frac{v_{(O_2)}}{4} = \sqrt{\frac{2}{32}}$$

$$\frac{v_{(O_2)}}{4} = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow v_{(O_2)} = 1 \text{ m.s}^{-1}$$

9 يزداد ضغط غاز موجود في وعاء مغلق عند:

زيادة حجم الوعاء.	b	زيادة عدد الجزيئات.	a
نقصان درجة الحرارة.	d	تغيير نوع الغاز.	c

توضيح الإجابة: بازدياد عدد جزيئات الغاز N يزداد عدد مولات الغاز

n وبالتالي يزداد ضغط الغاز P وفق العلاقة:

$$\uparrow \quad \uparrow$$

$$PV = n.RT$$

الجواب:

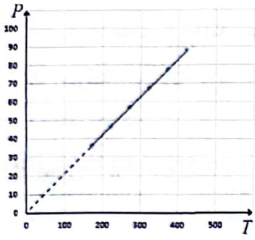
① نستنتج من الخط البياني: يتناسب حجم عينة من غاز V طردياً مع درجة حرارته T بثبات الضغط P .

② نص النتيجة (نص القانون): نسبة حجم عينة من غاز V إلى درجة حرارته T تساوي مقداراً ثابتاً بثبات الضغط P .

$$\frac{V}{T} = \text{const.} \quad \text{أي أن:}$$

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

سؤال (2): يبين الخط البياني الآتي العلاقة بين ضغط عينة من غاز P ودرجة حرارته T بثبات الحجم V .



المطلوب:

① ماذا تستنتج من الخط البياني.

② اكتب نص النتيجة (نص القانون) التي توصلت إليها. ثم اكتب بالرموز العلاقة الرياضية المعبرة عنها.

الجواب:

① نستنتج من الخط البياني: يتناسب ضغط عينة من غاز P طردياً مع درجة حرارته T بثبات الحجم V .

② نص النتيجة (نص القانون): نسبة ضغط عينة من غاز P إلى درجة حرارته T تساوي مقداراً ثابتاً بثبات الحجم V .

$$\frac{P}{T} = \text{const.} \quad \text{أي أن:}$$

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

أسئلة نظرية:

سؤال (1): تنتشر الغازات الآتية: O_2 , N_2 , H_2 في الشروط ذاتها من الضغط ودرجة الحرارة. المطلوب:

رتب هذه الغازات وفق تزايد سرعة انتشارها. علّل إجابتك.

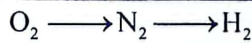
توضيح السؤال:

(تزايد سرعة الانتشار)
الأعلى سرعة انتشار → الأقل سرعة انتشار
الأصغر كتلة مولية → الأكبر كتلة مولية

الجواب:

نحسب الكتلة المولية لكل غاز:

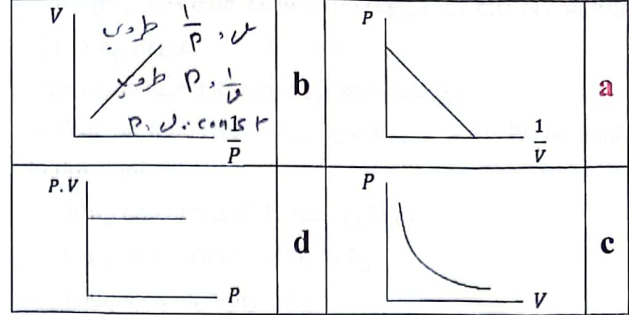
الغاز	H_2	N_2	O_2
الكتلة المولية $g \cdot mol^{-1}$	2	28	32



(الأبطأ) (الأسرع)

التعليل: تزداد سرعة انتشار غاز بنقصان كتلته المولية.

③ أي من الخطوط البيانية الآتية لا يمثل قانون بويل، بفرض ثبات درجة الحرارة وعدد المولات:



توضيح الإجابة:

العلاقة بين	حسب قانون بويل	حسب الخط البياني	يُمثل أم لا يُمثل قانون بويل
$P, \frac{1}{V}$	طردي.	عكسي.	لا يُمثل.
$V, \frac{1}{P}$	طردي.	طردي.	يُمثل.
P, V	عكسي.	عكسي.	يُمثل.
PV, P	$PV = \text{const.}$	$PV = \text{const.}$	يُمثل.

أسئلة الخطوط البيانية:

سؤال (1): يبين الخط البياني الآتي العلاقة بين ضغط عينة من غاز P وحجمه V بثبات درجة الحرارة T .

المطلوب: ياهردي بلو عكسي

① ماذا تستنتج من الخط البياني.

② اكتب نص النتيجة (نص القانون) التي توصلت إليها. ثم اكتب بالرموز

العلاقة الرياضية المعبرة عنها.

الجواب:

① نستنتج من الخط البياني: يتناسب ضغط عينة من غاز P عكسياً مع حجمه V بثبات درجة الحرارة T .

② نص النتيجة (نص القانون): جداء ضغط عينة من غاز P في حجمه V يساوي مقداراً ثابتاً بثبات درجة الحرارة T .

$$PV = \text{const.} \quad \text{أي أن:}$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 = \dots = PV = \text{const.}$$

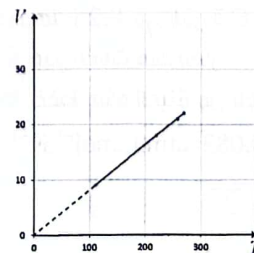
سؤال (2): يبين الخط البياني الآتي العلاقة بين حجم عينة من غاز V ودرجة حرارته T بثبات الضغط P .

المطلوب:

① ماذا تستنتج من الخط البياني.

② اكتب نص النتيجة (نص القانون) التي توصلت إليها. ثم اكتب بالرموز

العلاقة الرياضية المعبرة عنها.



مسائل تدريبية

المسألة الأولى: وعاء مُغلق حجمه 10 L، يحوي 0.5 mol من غاز البوتين C_4H_{10} في الدرجة $127^\circ C$. المطلوب:

- احسب قيمة الضَّغط المطبق على الوعاء السابق.
- إذا تحوَّل غاز البوتين C_4H_{10} إلى غاز الإيثين C_2H_4 عند الضَّغط ودرجة الحرارة ذاتها. المطلوب:

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

المسألة الثانية: يحوي وعاء مُغلق حجمه 0.12 m^3 مزيجاً غازياً مكوناً من 1.6 g من غاز الميثان CH_4 ، و 3 g من غاز الإيثان C_2H_6 ، وكمية من غاز مجهول x ، إذا علمت أن الضَّغط الكلي للمزيج 0.82 atm في الدرجة $27^\circ C$. المطلوب حساب:

- عدد مولات الغاز المجهول x .
- الضَّغط الجزئي للغاز المجهول x .
- الكسر المولي للغاز الميثان CH_4 في المزيج.

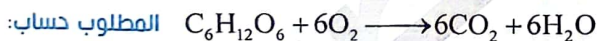
$$C:12, H:1, R = 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.K^{-1}$$

المسألة الثالثة: مزيج غازي في وعاء مُغلق حجمه 16.4 L مؤلف من 5% بوتان C_4H_{10} و 95% أرغون Ar، إذا علمت أن الضَّغط الكلي للمزيج 20 atm في الدرجة $127^\circ C$. المطلوب حساب:

- عدد المولات الكلي للمزيج في الوعاء.
- الضَّغط الجزئي لغاز الأرغون في المزيج.
- كتلة غاز البوتان في المزيج.

$$Ar:40, C:12, H:1, R = 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.K^{-1}$$

المسألة الرابعة: يتأكسد سكر العنب وفق المعادلة الآتية:



- ضغط غاز O_2 اللازم لأكسدة 60 g من سكر العنب في الدرجة $27^\circ C$ ، علماً أن حجم غاز الأكسجين 0.06 m^3 .
- كتلة غاز O_2 اللازم للأكسدة في الشُّروط السابقة.
- درجة الحرارة التي تجعل حجم غاز الأكسجين مساوياً 70 L بثبات الضَّغط.
- كثافة غاز O_2 المستعمل.

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

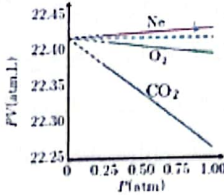
المسألة الخامسة: عينة من غاز عدد جزيئاتها 12.044×10^{23} في حوجلة

حجمها 8.2 L في الدرجة $27^\circ C$. المطلوب حساب:

- عدد مولات هذا الغاز.
- ضغط هذه العينة من الغاز.

$$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ عدد أفوغادرو}, R = 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.K^{-1}$$

سؤال (2): الشكل المرسوم جانباً، يمثِّل فيه خطوط بيانية لثلاثة



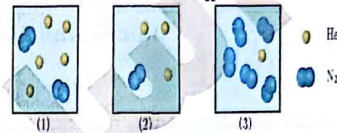
غازات: (CO_2, O_2, Ne) . المطلوب:

- حدد الغاز الذي يسلك سلوك:
 - غاز مثالي.
 - غاز حقيقي.
- اكتب الشُّروط الواجب توافرها في الغاز المثالي.

الجواب:

- الغاز الذي يسلك سلوك غاز مثالي هو: غاز Ne.
 - الغاز الذي يسلك سلوك غاز حقيقي هو: غاز CO_2 .
- انعدام قوى التَّجاذب بين جزيئاته.
 - حجم جزيئات الغاز مهملة بالنسبة لحجم الوعاء الذي يحتويه.
 - تصادمات جزيئاته مرنة.
 - حركة جزيئاته عشوائية.

سؤال (3): يمثِّل الشكل الآتي عينات غازية:



$$n_{He} = 7 \text{ mol} \quad 4 \text{ mol} \quad 6 \text{ mol}$$

$$n_{N_2} = 5 \text{ mol} \quad 3 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

إذا علمت أن هذه العينات موجودة عند درجة الحرارة ذاتها. المطلوب:

- ترتيب هذه العينات حسب: تزايد الضَّغط الكلي.
- تزايد الضَّغط الجزئي للهليوم.

الجواب:

- (1) → (2) → (3) تزايد الضَّغط الكلي.
- (1) → (2) → (3) تزايد الضَّغط الجزئي للهليوم.

سؤال (4): يمثِّل أنبوب زجاجي طوله 1 m بغاز الأرغون عند الضَّغط

1 atm، وأغلق طرفيه بالقطن كما في الشكل. يدخل غاز HCl من أحد طرفيه، وغاز NH_3 من الطرف الآخر في نفس الوقت.

يتفاعل الغازان ضمن الأنبوب الزجاجي ليتكون ملح NH_4Cl الصلب. المطلوب: في أي نقطة a أو b أو c



تتوقع أن يتكون الملح. ولماذا؟

$$\text{علماً أن: } N:14, H:1, Cl:35.5$$

الجواب: نحسب الكتلة المولية لكل غاز:

$$M_{(NH_3)} = 17 \text{ g.mol}^{-1}, M_{(HCl)} = 36.5 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$v_{(NH_3)} > v_{(HCl)} \iff M_{(NH_3)} < M_{(HCl)}$$

أي أن: سرعة انتشار غاز NH_3 أكبر من سرعة انتشار غاز HCl

⇐ يتشكل الملح في النقطة a (النقطة الأقرب للغاز الأبطأ انتشاراً).

تصنيف التفاعلات الكيميائية حسب سرعتها

سؤال: صنف التفاعلات الكيميائية من حيث سرعتها، مع ذكر مثال لها.

الجواب:

تفاعلات سريعة جداً	تفاعلات بطيئة	تفاعلات بطيئة جداً
احتراق غاز البوتان.	صدأ الحديد.	تشكل النفط والغاز.

السرعة الوسطية للتفاعل

سؤال: يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:



المطلوب كتابة عبارة:

1 السرعة الوسطية لاستهلاك (لاختفاء) المادة A.

2 السرعة الوسطية لتشكل (لتكون) المادة B.

3 السرعة الوسطية للتفاعل (العلاقة التي تربط السرعات الوسطية).

الجواب:

1 عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك (لاختفاء) المادة A:

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

2 عبارة السرعة الوسطية لتشكل (لتكون) المادة B:

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

3 عبارة السرعة الوسطية للتفاعل:

$$v_{\text{avg}(\text{التفاعل})} = -\frac{1}{m} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = +\frac{1}{n} \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

أو:

$$v_{\text{avg}(\text{التفاعل})} = \frac{1}{m} v_{\text{avg}(A)} = \frac{1}{n} v_{\text{avg}(B)}$$

ملاحظات:

1 وُضعت الإشارة السالبة في عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك

المواد المتفاعلة لأن تركيزها يتناقص مع الزمن.

2 وُضعت الإشارة الموجبة في عبارة السرعة الوسطية لتشكل المواد

الناتجة لأن تركيزها يزداد مع الزمن.

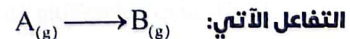
3 لا تدخل الأمثال التفاعلية في عبارة السرعة الوسطية لمادة.

4 يدخل مقبول الأمثال التفاعلية للمادة في عبارة السرعة

الوسطية للتفاعل.

5 تقاس واحدة السرعة بـ $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$.

سؤال: مثل بيانياً تغير تركيز كل من المادتين A, B خلال سير



الجواب:

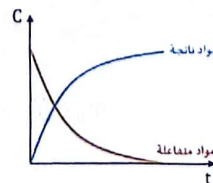
عند بداية التفاعل: تكون تراكيز المواد

المتفاعلة أعظمية، أما تراكيز المواد الناتجة

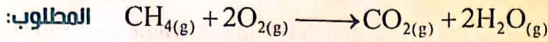
معدومة.

بمرور الزمن: تتناقص تراكيز المواد المتفاعلة لأنها تُستهلك أثناء

التفاعل وتزيد تراكيز المواد الناتجة لأنها تتشكل بالتدريج.



الرسالة الأولى: يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:

المطلوب: 1 اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك غاز O_2 .2 اكتب عبارة السرعة الوسطية لتشكل غاز CO_2 .

3 اكتب العلاقة التي تربط بين السرعتين الوسطيتين السابقتين.

4 إذا علمت أن السرعة الوسطية لتشكل H_2O تساوي

$$0.32 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

(a) السرعة الوسطية لاستهلاك غاز CH_4 .

(b) السرعة الوسطية للتفاعل.

الحل:

1 عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك O_2 :

$$v_{\text{avg}(\text{O}_2)} = -\frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}$$

2 عبارة السرعة الوسطية لتشكل CO_2 :

$$v_{\text{avg}(\text{CO}_2)} = +\frac{\Delta[\text{CO}_2]}{\Delta t}$$

3 العلاقة التي تربط بين السرعتين الوسطيتين السابقتين:

$$v_{\text{avg}(\text{التفاعل})} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{CO}_2]}{\Delta t}$$

أو:

$$v_{\text{avg}(\text{التفاعل})} = \frac{1}{2} v_{\text{avg}(\text{O}_2)} = v_{\text{avg}(\text{CO}_2)}$$

4

(a) $v_{\text{avg}(\text{CH}_4)} = ?$ ، $v_{\text{avg}(\text{H}_2\text{O})} = 0.32 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$

$$v_{\text{avg}(\text{CH}_4)} = \frac{1}{2} v_{\text{avg}(\text{H}_2\text{O})}$$

$$v_{\text{avg}(\text{CH}_4)} = \frac{1}{2} \times 0.32$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg}(\text{CH}_4)} = 0.16 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

(b) $v_{\text{avg}(\text{التفاعل})} = ?$

$$v_{\text{avg}(\text{التفاعل})} = +\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t}$$

$$v_{\text{avg}(\text{التفاعل})} = \frac{1}{2} v_{\text{avg}(\text{H}_2\text{O})}$$

$$v_{\text{avg}(\text{التفاعل})} = \frac{1}{2} \times 0.32$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg}(\text{التفاعل})} = 0.16 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

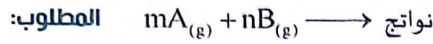
$$v_{\text{avg(A)}} = \frac{1}{2} v_{\text{avg(B)}} \Rightarrow 0.03 = \frac{1}{2} v_{\text{avg(B)}} \quad \text{ومنه:}$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg(B)}} = 2 \times 0.03$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg(B)}} = 0.06 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

السرعة اللحظية للتفاعل

سؤال (1): يحدث التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية:



1 اكتب عبارة السرعة اللحظية للتفاعل السابق.

2 بماذا تتعلق قيمة ثابت سرعة التفاعل k ؟3 لا تدخل المواد الصلبة S والسائلة l في عبارة سرعة التفاعل.

فسر ذلك.

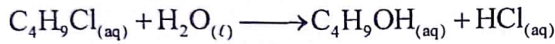
الجواب:

1 عبارة السرعة اللحظية للتفاعل السابق: $v = k [\text{A}]^m \cdot [\text{B}]^n$ 2 يتعلق ثابت سرعة التفاعل k بـ:

طبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة معاً.

3 لأن تركيزها يبقى ثابتاً مهما اختلفت كميتها.

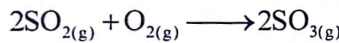
سؤال (2): اكتب عبارة السرعة اللحظية لكل من التفاعلات الأتية:



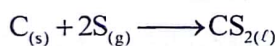
$$v = k [\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}]$$



$$v = k [\text{H}_2\text{SO}_4]$$

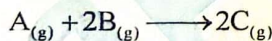


$$v = k [\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]$$



$$v = k$$

المسألة الثالثة: يحدث التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة:

فإذا كانت: $[\text{A}]_0 = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$ ، $[\text{B}]_0 = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$ وقيمة ثابت سرعة هذا التفاعل $k = 10^{-2}$. المطلوب حساب:1 قيمة السرعة الابتدائية لهذا التفاعل v_0 .2 سرعة التفاعل v بعد زمن ينقص فيه تركيز B بمقدار 0.3 mol.L^{-1} .3 سرعة التفاعل v' بعد زمن يصبح فيه تركيز B مساوياً 0.4 mol.L^{-1} .

4 تراكيز المواد المتفاعلة والنواتج عند توقف التفاعل.

الحل:

1 $v_0 = ?$

$$v_0 = k [\text{A}]_0 \cdot [\text{B}]_0^2$$

$$v_0 = (10^{-2})(0.5)(0.8)^2$$

$$\Rightarrow v_0 = 32 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

المسألة الثانية: يحدث التفاعل الآتي: $\text{A}_{(g)} \longrightarrow 2\text{B}_{(g)} + 3\text{C}_{(g)}$

تم تعيين تغير تركيز المادة A خلال الزمن وفق الجدول الآتي:

$[\text{A}] \text{ mol.L}^{-1}$	1	0.8	0.5
$t \text{ (s)}$ الزمن	0	10	20

المطلوب:

1 اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A .

2 اكتب عبارة السرعة الوسطية لتشكّل المادة C .

3 اكتب عبارة السرعة الوسطية للتفاعل .

4 احسب السرعة الوسطية لاستهلاك A بين اللحظتين $0 \rightarrow 10 \text{ s}$ 5 احسب السرعة الوسطية لتشكّل B بين اللحظتين $10 \rightarrow 20 \text{ s}$

الحل:

1 عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A :

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

2 عبارة السرعة الوسطية لتشكّل المادة C :

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

3 عبارة السرعة الوسطية للتفاعل:

$$v_{\text{avg(التفاعل)}} = -\frac{\Delta[\text{A}]}{\Delta t} = +\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{B}]}{\Delta t} = +\frac{1}{3} \frac{\Delta[\text{C}]}{\Delta t}$$

$$v_{\text{avg(التفاعل)}} = v_{\text{avg(A)}} = \frac{1}{2} v_{\text{avg(B)}} = \frac{1}{3} v_{\text{avg(C)}} \quad \text{أو:}$$

4 $v_{\text{avg(A)}} = ?$
 $0 \rightarrow 10 \text{ s}$

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

حيث:

$\Delta[\text{A}] :$	$1 \longrightarrow 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$
$\Delta t :$	$0 \longrightarrow 10 \text{ s}$

نعوض:

$$v_{\text{avg(A)}} = -\frac{(0.8-1)}{10-0} = -\frac{(-0.2)}{10}$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg(A)}} = +0.02 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

5 $v_{\text{avg(B)}} = ?$
 $10 \rightarrow 20 \text{ s}$ نحسب أولاً $v_{\text{avg(A)}}$ ثم $v_{\text{avg(B)}}$ وذلك لأن:

معطيات الجدول في نص المسألة هي للمادة A وليس للمادة B :

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

$\Delta[\text{A}] :$	$0.8 \longrightarrow 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$
$\Delta t :$	$10 \longrightarrow 20 \text{ s}$

نعوض:

$$v_{\text{avg(A)}} = -\frac{(0.5-0.8)}{20-10} = -\frac{(-0.3)}{10}$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg(A)}} = +0.03 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

أجب عن الأسئلة الآتية:

1 في التفاعل الأولي الآتي: نواتج $2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow$ كيف تتغير سرعة التفاعل إذا ازداد تركيز المادة A مرتين، وانخفض تركيز المادة B مرتين.

الجواب:

$$\text{من الفرض: } [A]^1 = 2[A] \quad , \quad [B]^1 = \frac{[B]}{2}$$

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

$$\frac{v^1}{v} = \frac{(2[A])^2 \cdot \left(\frac{[B]}{2}\right)}{[A]^2 \cdot [B]}$$

$$\frac{v^1}{v} = 2 \Rightarrow v^1 = 2v$$

تزداد السرعة مرتين.

2 في التفاعل الأولي الآتي: نواتج $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow$ كيف تتغير سرعة التفاعل إذا ازداد تركيز المادة B ثلاث مرات.

الجواب:

$$\text{من الفرض: } [A]^1 = [A] \quad , \quad [B]^1 = 3[B]$$

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

$$\frac{v^1}{v} = \frac{[A] \cdot (3[B])^2}{[A] \cdot [B]^2}$$

$$\frac{v^1}{v} = 9 \Rightarrow v^1 = 9v$$

تزداد السرعة تسع مرات.

3 في التفاعل الأولي الآتي: نواتج $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow$ كيف تتغير سرعة التفاعل إذا تضاعف الضغط على الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل (بثبات درجة الحرارة).

الجواب:

$$\text{من الفرض: } P^1 = 2P \Rightarrow V^1 = \frac{V}{2} \Rightarrow C^1 = 2C$$

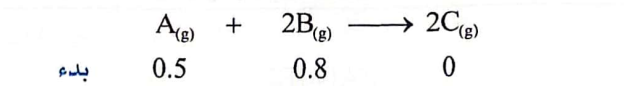
$$\text{ومنه: } [A]^1 = 2[A] \quad , \quad [B]^1 = 2[B]$$

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

$$\frac{v^1}{v} = \frac{2[A] \cdot (2[B])^2}{[A] \cdot [B]^2}$$

$$\frac{v^1}{v} = 8 \Rightarrow v^1 = 8v$$

تزداد السرعة ثماني مرات.



بدء	0.5	0.8	0
بعد زمن	0.5-x	0.8-2x	2x

$$\text{من الفرض: } 2x = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow x = 0.15 \text{ mol.L}^{-1}$$

نعوض في A و B لحساب v:

$$[A] = 0.5 - x = 0.5 - 0.15 = 0.35 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B] = 0.8 - 2x = 0.8 - 2(0.15) = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

نحسب سرعة التفاعل v:

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

$$v = (10^{-2})(0.35)(0.5)^2$$

$$\Rightarrow v = 875 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$\text{من الفرض: } 0.8 - 2x = 0.4$$

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

نعوض في A و B لحساب v:

$$[A]^1 = 0.5 - x = 0.5 - 0.2 = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B]^1 = 0.8 - 2x = 0.8 - 2(0.2) = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v^1 = k[A]^1[B]^2$$

$$v^1 = (10^{-2})(0.3)(0.4)^2$$

$$\Rightarrow v^1 = 48 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

عند توقف التفاعل يكون:

$$v = 0$$

$$k[A][B]^2 = 0 \quad : \quad k \neq 0$$

$$[A] = 0$$

$$0.5 - x = 0$$

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

نعوض في B:

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

$$[B] = 0.8 - 2(0.5)$$

$$[B] = -0.2$$

مرفوض، لأن التراكيز موجبة دوماً.

$$[B] = 0$$

$$0.8 - 2x = 0$$

$$\Rightarrow x = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

نعوض في A:

$$[A] = 0.5 - x$$

$$[A] = 0.5 - 0.4$$

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

$$[C] = 2x = 2(0.4)$$

$$[C] = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

نعوض في C:

مقبول.

ملاحظة: عند زيادة ضغط الغاز ينقص حجمه ويزداد تركيزه

(والعكس صحيح)، بثبات درجة الحرارة.

$$\uparrow P \Rightarrow \downarrow V \Rightarrow \uparrow C$$

فمثلاً:

$$P^1 = 2P \Rightarrow V^1 = \frac{V}{2} \Rightarrow C^1 = 2C$$

$$P^1 = \frac{P}{3} \Rightarrow V^1 = 3V \Rightarrow C^1 = \frac{C}{3}$$

من الفرض:

$$[A] = [B]$$

$$0.4 - 2x = 0.3 - x$$

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

نعوض في [A] و [B] لحساب v:

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

$$[B] = 0.3 - x = 0.3 - 0.1 = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

$$v = (10^{-2})(0.2)^2(0.2)$$

$$\Rightarrow v = 8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

3

كل 0.4 mol.L⁻¹ من المادة A يتفاعل منها 2x mol.L⁻¹كل 100 mol.L⁻¹ من المادة A يتفاعل منها 40 mol.L⁻¹

$$\Rightarrow 2x = \frac{0.4 \times 40}{100} = 0.16$$

$$\Rightarrow x = 0.08 \text{ mol.L}^{-1}$$

نعوض في [C]:

$$[C] = 2x = 2(0.08) = 0.16 \text{ mol.L}^{-1}$$

من الفرض:

$$V' = 2V \Rightarrow C' = \frac{C}{2}$$

$$[A]' = \frac{[A]_0}{2}, \quad [B]' = \frac{[B]_0}{2}$$

$$\frac{v'}{v_0} = \frac{k[A]'^2 \cdot [B]'}{k[A]_0^2 \cdot [B]_0}$$

$$\frac{v'}{v_0} = \frac{\left(\frac{[A]_0}{2}\right)^2 \cdot \frac{[B]_0}{2}}{[A]_0^2 \cdot [B]_0}$$

$$\frac{v'}{v_0} = \frac{1}{8} \Rightarrow v' = \frac{v_0}{8}$$

تنقص السرعة ثماني مرات.

$$v' = \frac{48 \times 10^{-5}}{8}$$

$$\Rightarrow v' = 6 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

4 في التفاعل الأولي الآتي: نواتج $2A_{(g)} \longrightarrow$

كيف تتغير سرعة التفاعل إذا تضاعف حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل (بثبات درجة الحرارة).

الجواب:

$$V' = 2V \Rightarrow C' = \frac{C}{2}$$

من الفرض:

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

ومنه:

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

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

$$\frac{v'}{v} = \frac{1}{4} \Rightarrow v' = \frac{v}{4}$$

تنقص السرعة أربع مرات.

ملاحظة: يُعطى التركيز المولي الحجمي بالعلاقة: $C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V}$

المسألة الرابعة: وُضع 4 mol من غاز A مع 3 mol من غاز

B في وعاء مغلق سعته 10 L، فحدث التفاعل الأولي في درجة

حرارة معينة وفق المعادلة: $2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$ فإذا كانثابت سرعة هذا التفاعل $k = 10^{-2}$. المطلوب:1 احسب قيمة السرعة الابتدائية لهذا التفاعل v_0 .2 احسب قيمة سرعة التفاعل v بعد زمن يصبح فيه $[A] = [B]$.

3 احسب تركيز المادة C عندما يتفاعل 40% من المادة A.

4 بين بالحساب كيف تتغير السرعة الابتدائية لهذا التفاعل إذا

تضاعف حجم الوعاء الذي يحدث فيه (بثبات درجة الحرارة).

الحل:

1 $v_0 = ?$

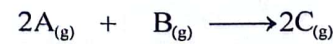
$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V} \begin{cases} [A]_0 = \frac{4}{10} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1} \\ [B]_0 = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$

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

$$v_0 = (10^{-2})(0.4)^2(0.3)$$

$$\Rightarrow v_0 = 48 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

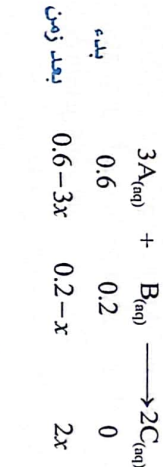
2



بدء	0.4	0.3	0
-----	-----	-----	---

بعد زمن	0.4 - 2x	0.3 - x	2x
---------	----------	---------	----

② $v = ?$ بعد زمن:



من الفرض:

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

نعوض في [A] و [B] لحساب v :

$$[A] = 0.6 - 3x = 0.6 - 3(0.1) = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

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

$$v = (0.1)(0.3)^3(0.1)$$

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

③ $[C] = ?$

كل $3x \text{ mol.L}^{-1}$ يتفاعل A من المادة A يتفاعل معها 0.6 mol.L^{-1} كل 20 mol.L^{-1} يتفاعل A من المادة A يتفاعل معها 100 mol.L^{-1} كل

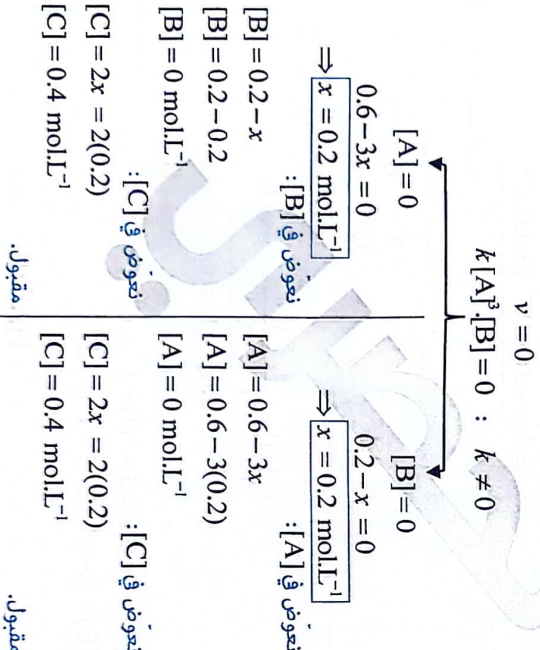
$$\Rightarrow 3x = \frac{0.6 \times 20}{100} = 0.12$$

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

نعوض في [C]:

$$[C] = 2x = 2(0.04) = 0.08 \text{ mol.L}^{-1}$$

④ عند توقف التفاعل يكون:

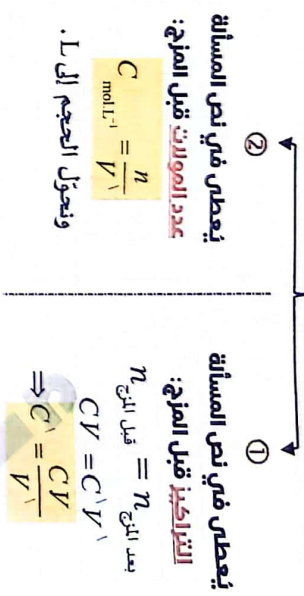


خطوات حل مسائل المزج (مزج محلولين):

لفصله الأولى: نحسب الحجم الجديد بعد المزج:

$$V' = V_1 + V_2$$

لفصله الثانية: نحسب التراكيز الجديدة بعد المزج:

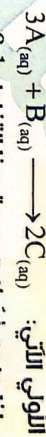


وهي تراكيز الابتدائية بعد المزج.

الرمزية الخاصة: مزج 600 mL من محلول مادة A تركيزه

0.8 mol.L^{-1} مع 200 mL من محلول مادة B تركيزه

0.8 mol.L^{-1} لتشكل المادة C في شروط مناسبة، وفق التفاعل



التي: $k = 0.1$. المطلوب حساب:

- السرعة الابتدائية لهذا التفاعل v_0 .
- سرعة التفاعل v بعد زمن يُصبح فيه تركيز المادة C مساوياً 0.2 mol.L^{-1} .
- تركيز المادة C عندما يتفاعل 20% من المادة A.
- تراكيز المواد A, B, C عند توقف التفاعل.

المعطيات:

A	B	$k = 0.1$
0.8 mol.L^{-1}	0.8 mol.L^{-1}	
0.8 mol.L^{-1}	200 mL	

الحل:

- يصبح الحجم الجديد بعد المزج: $V' = 600 + 200 = 800 \text{ mL}$
- نحسب التراكيز الجديدة بعد المزج: $C_1 V_1 = C_2 V_2$ $C V = C' V'$
- نحسب التراكيز الجديدة بعد المزج: $[A]_0 = \frac{0.8 \times 600}{800} = 0.6 \text{ mol.L}^{-1}$
- $[B]_0 = \frac{0.8 \times 200}{800} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$
- $\Rightarrow C' = \frac{C V}{V'}$
- $v_0 = k [A]_0^3 \cdot [B]_0$
- $v_0 = (0.1)(0.6)^3(0.2)$
- $\Rightarrow v_0 = 432 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$

① $v_0 = ?$

ملاحظة: إذا لم تُذكر كلمة أولي في نص المسألة نضع x, y في عبارة السرعة الأخطية للتفاعل.

المعادلة: يتفاعل أكسيد النيتروجين مع الهيدروجين وفق



وسجلات البيانات الآتية عند إجراء التجربة لعدة مرات

رقم التجربة	[H ₂]	[NO]	ν (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)
1	0.4	0.4	1.23×10^{-3}
2	0.8	0.4	2.46×10^{-3}
3	0.4	0.8	4.92×10^{-3}

المطلوب:

- اكتب عبارة السرعة الأخطية للتفاعل السابق. واولد زنته.
- احسب قيمة ثابت سرعة هذا التفاعل.
- احسب سرعة التفاعل عندما يكون: [NO] = 0.08 mol.L⁻¹ ، [H₂] = 0.02 mol.L⁻¹
- هل هذا التفاعل اولي أم غير اولي؟ علل اجابته.

الحل:

$$\nu = k [\text{NO}]^x [\text{H}_2]^y$$

$$1.23 \times 10^{-3} = k (0.4)^x (0.4)^y \dots\dots (1)$$

$$2.46 \times 10^{-3} = k (0.4)^x (0.8)^y \dots\dots (2)$$

$$4.92 \times 10^{-3} = k (0.8)^x (0.4)^y \dots\dots (3)$$

حساب y :

نقسم العلاقة 2 على العلاقة 1:

$$\frac{2.46 \times 10^{-3}}{1.23 \times 10^{-3}} = \frac{k (0.4)^x (0.8)^y}{k (0.4)^x (0.4)^y}$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{(0.8)^y}{(0.4)^y} \Rightarrow 2 = \left(\frac{2}{1}\right)^y$$

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

$$\Rightarrow \boxed{y = 1}$$

حساب x :

نقسم العلاقة 3 على العلاقة 1:

$$\frac{4.92 \times 10^{-3}}{1.23 \times 10^{-3}} = \frac{k (0.8)^x (0.4)^y}{k (0.4)^x (0.4)^y}$$

$$\Rightarrow 4 = \frac{(0.8)^x}{(0.4)^x} \Rightarrow 4 = \left(\frac{2}{1}\right)^x$$

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

$$\Rightarrow \boxed{x = 2}$$

نعوض قيمة x و y في عبارة السرعة الأخطية:

$$\nu = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]^1$$

التفاعل من الرتبة الثالثة. $\Rightarrow x + y = 2 + 1 = 3$

$$k = ?$$

من التجربة الأولى: $\nu = k (0.4)^2 (0.4)^1$

$$\Rightarrow k = \frac{1.23 \times 10^{-3}}{(0.4)^2 (0.4)} = \frac{1.23 \times 10^{-3}}{64 \times 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow k = \frac{1.23}{64}$$

$$\nu = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]$$

$$\nu = \left(\frac{1.23}{64}\right) (0.08)^2 (0.02) = 2.46 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

التفاعل السابق غير أولي لأن عبارة السرعة الأخطية لم تتوافق مع معادلة التفاعل المعطاة.

المسألة الثانية: نضيف 200 mL من محلول يحتوي على 1.2 mol B من مادة A إلى 200 mL من محلول يحتوي على 0.8 mol من مادة B فحدث التفاعل الآتي:



إذا علمت أن $k = 2 \times 10^{-2}$. المطلوب حساب:

- السرعة الابتدائية لهذا التفاعل ν_0 .
- سرعة التفاعل ν بعد زمن يتشكل فيه 0.4 mol من المادة D.

المعطيات:

A	B	$k = 2 \times 10^{-2}$
1.2 mol	0.8 mol	
A	200 mL	

الحل:

- يصح الحجم الجديد بعد المزج: $V = 200 + 200 = 400 \text{ mL} = 0.4 \text{ L}$
- نحسب التراكيز الجديدة بعد المزج:

$$[\text{A}]_0 = \frac{1.2}{0.4} = 3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{B}]_0 = \frac{0.8}{0.4} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\nu_0 = ?$$

$$\nu_0 = k [\text{A}]_0^2 [\text{B}]_0$$

$$\nu_0 = (2 \times 10^{-2}) (3)^2 (2)$$

$$\Rightarrow \nu_0 = 36 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$\nu = ? \text{ بعد زمن:}$$



$$\begin{matrix} 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 2 & 0 & 0 \\ 3-2x & 2-x & 2x & x \end{matrix}$$

نحسب تركيز المادة D:

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

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

نعوض في A و B لحساب ν :

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

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

$$\nu = k [\text{A}]^2 [\text{B}]$$

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

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

(رتبة التفاعل)

هي مجموع أسس تراكيز المواد المتفاعلة في عبارة سرعة التفاعل.

نظرية التصادمات ومراحل حدوث التفاعل الكيميائي

سؤال (1): عدد فرضيتنا نظرية التصادم.

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

سؤال (2): استناداً إلى نظرية التصادمات، اكتب الشرطين الواجب توافرها مما يحسب يكون التصادم فعالاً؟ دورة 2013 الثانية

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

سؤال (3): عدد المراحل التي تمر خلالها التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط.

دورة 2014 الأولى

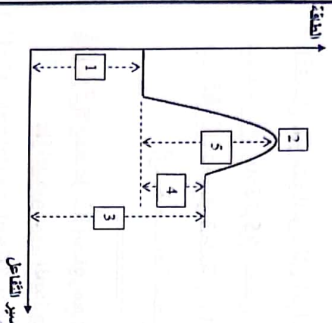
- 1) إصعاف روابط جزيئات المواد المتفاعلة.
- 2) تشكل المعقد النشط (الحالة الانتقالية).
- 3) تفكك المعقد النشط وتشكل النواتج.

سؤال (4): يبين المخطط الآتي تغير الطاقة خلال مراحل حدوث التفاعل الكيميائي وذلك لتفاعل ناشئ للحرارة. المطلوب:

يبين اسم كل مرحلة والطاقة المشار إليها.

الجواب:

- 1) طاقة المواد المتفاعلة.
- 2) المعقد النشط.
- 3) طاقة المواد الناتجة.
- 4) الطاقة المنتشرة.
- 5) طاقة التنشيط E_a .



ملاحظات هامة:

- 1) **المعقد النشط:** مركب مرحلي غير ثابت يتشكل أحياناً ولا يمكن فصله من المريج التفاعلي.
- 2) **طاقة التفاعل:** هي الفرق بين طاقة المواد الناتجة وطاقة المواد المتفاعلة، ويُرمز لها بـ ΔH .

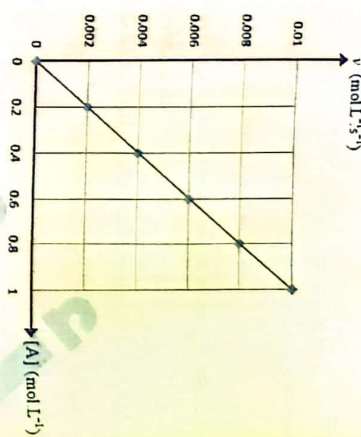
③ طاقة التنشيط E_a :

هي الحد الأدنى من الطاقة الواجب توافره لوصول طاقة المواد المتفاعلة إلى الحالة الانتقالية.	تتعلق بـ : طبيعة المواد المتفاعلة.
الفرق بين طاقة المعقد النشط وطاقة المواد المتفاعلة.	العلاقة بين سرعة التفاعل وطاقة التنشيط عكسية.

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي:

- 1) طبيعة المواد المتفاعلة.
- 2) تراكيز المواد المتفاعلة.
- 3) درجة الحرارة.
- 4) الوسيط (المواد المساعدة).

الاهمية والتأثير: يبين الشكل الآتي تغير سرعة التفاعل بتغير تركيز المادة A لتفاعل: $A_{(g)} \rightarrow \text{نواتج}$



المطلوب:

- 1) اكتب عبارة السرعة اللحظية للتفاعل السابق، واولد رتبة.
- 2) احسب قيمة ثابت سرعة هذا التفاعل.
- 3) هل هذا للتفاعل أولي ام غير أولي؟ علل إجابتك.

الحل:

1 $v = k[A]^x$

من الخط البياني يمكن استنتاج المعطيات الآتية:

رقم التجربة	[A] (mol.L ⁻¹)	v (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)
1	0.2	0.002
2	0.4	0.004

من التجربة الأولى:

0.002 = k(0.2)^x(1)

من التجربة الثانية:

0.004 = k(0.4)^x(2)

نقسم طرفي العلاقة 2 على طرفي العلاقة 1:

$$\frac{0.004}{0.002} = \frac{k(0.4)^x}{k(0.2)^x} \Rightarrow 2 = \left(\frac{0.4}{0.2}\right)^x \Rightarrow 2 = (2)^x$$

$\Rightarrow 2 = (2)^x$

$\Rightarrow x = 1$

ومنه تكون عبارة السرعة اللحظية:

$v = k[A]^1$

⇐ التفاعل من الرتبة الأولى.

2 $k = ?$

$v = k[A]$

من التجربة الأولى:

0.002 = k(0.2)

$\Rightarrow k = \frac{0.002}{0.2} \Rightarrow k = 10^{-3}$

3 التفاعل السابق أولي لأن عبارة السرعة اللحظية توافقت مع معادلة التفاعل المعطاة.

أعط تفسيرا علميا لكل مما يأتي:

1 لا تدخل تراكيز المواد الصلبة s والسائلة l في عبارة سرعة التفاعل.

لأن تركيزها يبقى ثابتاً مهما اختلفت كميتها.

2 بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها.

لأنه يوجد تصادمات فعالة وأخرى غير فعالة، ولا يحدث تفاعل كيميائي إلا إذا كان التصادم فعالاً.

3 التفاعلات التي تحتاج طاقة تنشيط منخفضة تكون سريعة.

لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون كبيراً.

4 التفاعلات التي تحتاج طاقة تنشيط كبيرة تكون بطيئة.

لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون صغيراً.

5 يحترق البوتان C_4H_{10} بسرعة أكبر من احتراق الأوكتان C_8H_{18}

في الشروط ذاتها.

دورة 2020 الثانية

لأن عدد الروابط $(C-C)$ و $(C-H)$ في البوتان أقل منها في الأوكتان.

نتيجة: تزداد سرعة التفاعل بنقصان عدد الروابط اللازم تحطيمها.

6 تزداد سرعة التفاعل المتجانس بازدياد تراكيز المواد المتفاعلة.

بسبب ازدياد عدد التصادمات الفعالة.

7 يحترق الصوف المعدني عندما تكون نسبة الأكسجين % 100

بسرعة أكبر من احتراقه بأكسجين الهواء حيث نسبته % 21.

لأن سرعة الاحتراق تزداد بازدياد تركيز غاز الأكسجين.

8 يحترق مسحوق الفحم في الهواء بسرعة أكبر من احتراق قطعة

الفحم المماثلة له بالكتلة وبالشروط ذاتها.

أ: يتفاعل حمض كلور الماء مع مسحوق الزنك بسرعة أكبر من تفاعله

مع قطعة الزنك المماثلة له بالكتلة وبالشروط ذاتها.

بسبب زيادة مساحة سطح التماس بين المواد المتفاعلة.

9 تزداد سرعة التفاعل بازدياد درجة الحرارة.

دورة 2018 الثانية

بسبب ازدياد عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية أكبر أو تساوي

طاقة التنشيط \Leftarrow يزداد عدد التصادمات الفعالة \Leftarrow

تزداد سرعة التفاعل.

10 إضافة حفاز يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي.

لأن الحفاز يغير آلية حدوث التفاعل وفق تفاعلات طاقة تنشيطها

أقل من طاقة تنشيط التفاعل الأصلي.

11 تحفظ الأغذية المعلبة لفترة زمنية طويلة دون أن تفسد.

نتيجة إضافة مواد حافظة إليها تبطئ سرعة تفاعل تحللها.

12 المواد الصلبة والسائلة الصرفة ذات تركيز ثابت.

لأن تغير عدد المولات يؤدي إلى تغير الحجم بنفس النسبة.

ملاحظات:

1 الوسيط: مادة تغير من سرعة التفاعل الكيميائي القابل للحدوث

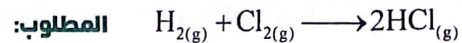
دون أن يتغير تركيبها الكيميائي في نهاية التفاعل.

1 يقسم الوسيط إلى: حفاز (مسرّع للتفاعل) ومثبط (مبطئ للتفاعل)

2 تتحدد سرعة التفاعلات ذات الرتبة صفر بمجموعة من العوامل

منها: مساحة سطح التماس أو الحفاز.

سؤال (1): في التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية:



المطلوب:

(a) اكتب عبارة السرعة اللحظية لهذا التفاعل، وحدد رتبته.

(b) هل هذا التفاعل متجانس أم لا؟ عّلل إجابتك.

(c) اقترح طريقتين تؤدي إلى زيادة سرعة هذا التفاعل.

الجواب:

$$v = k [H_2] \cdot [Cl_2] \quad (a)$$

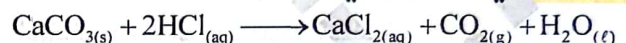
التفاعل من الرتبة الثانية. $1+1=2 \Rightarrow$

(b) التفاعل متجانس، لأن المواد المتفاعلة والنواتجة في طور واحد.

(c) طريقة ①: زيادة تركيز H_2 .

طريقة ②: زيادة تركيز Cl_2 .

سؤال (2): في التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية:



المطلوب:

(a) اكتب عبارة السرعة اللحظية لهذا التفاعل، وحدد رتبته.

(b) هل هذا التفاعل متجانس أم لا؟ عّلل إجابتك.

(c) اقترح طريقتين تؤدي إلى زيادة سرعة هذا التفاعل.

الجواب:

$$v = k [HCl]^2 \Rightarrow \quad (a)$$

(b) التفاعل غير متجانس، لأن المواد المتفاعلة والنواتجة في أطوار مختلفة.

(c) طريقة ①: زيادة تركيز حمض كلور الماء HCl .

طريقة ②: تحويل قطعة $CaCO_{3(s)}$ إلى مسحوق.

(زيادة مساحة سطح التماس المعرض للتفاعل).

سؤال (3): يتفاعل غاز الكلور مع غاز الهيدروجين، ويتفاعل غاز الفلور مع

غاز الهيدروجين. المطلوب:

(a) اكتب المعادلتين المعبرتين عن التفاعلين الحاصلين.

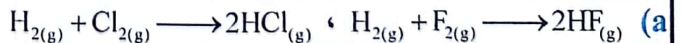
(b) إذا علمت أن طاقة الرابطة:

$$\Delta H_{b(Cl-Cl)} = 243 \text{ kJ.mol}^{-1} \quad , \quad \Delta H_{b(F-F)} = 156.9 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

المطلوب: أي التفاعلين أسرع؟ عّلل إجابتك.

(c) قارن بين التفاعلين السابقين من حيث طاقة التنشيط.

الجواب:



(b) يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الفلور بسرعة أكبر من تفاعله مع

غاز الكلور. التعليل: لأن الطاقة اللازمة لتحطيم الرابطة $(F-F)$

أقل من الطاقة اللازمة لتحطيم الرابطة $(Cl-Cl)$.

(c) تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الفلور يحتاج طاقة تنشيط أقل من

تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الكلور لأنه هو الأسرع.

نتيجة: تزداد سرعة التفاعل بنقصان طاقة روابط المواد المتفاعلة.

اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي

1 تم زيادة تراكيز المواد المتفاعلة إلى مثلثي ما كان عليه في التفاعل: نواتج $A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow$ ولم تتغير سرعة التفاعل فتكون العلاقة الممثلة لسرعة هذا التفاعل هي:

$v = k[A][B]$	b	$v = k[A]$	a
$v = k[B]$	d	$v = k$	c

توضيح الإجابة: بما أنه تم تغيير تركيز المواد المتفاعلة ولم تتغير سرعة التفاعل \leftarrow سرعة التفاعل لا تتعلق بتركيز كل من المادتين A , B في هذه الحالة \leftarrow التفاعل من الرتبة صفر.

2 يحدث التفاعل الآتي في الغلاف الجوي:



على مرحلتين:



فكثب عبارة السرعة اللحظية على الشكل:

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

توضيح الإجابة: المرحلة الأبطأ هي المحددة لسرعة التفاعل.

3 في التفاعل الآتي: $2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$ إذا كانت قيمة

السرعة الوسطية لتشكّل المادة C تساوي 0.15 mol.L^{-1}

فتكون قيمة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A مساوية:

$0.225 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$	b	$0.1 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$	a
$0.3 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$	d	$0.15 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$	c

توضيح الإجابة:

$$v_{\text{avg}(A)} = ? \quad , \quad v_{\text{avg}(C)} = 0.15 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$\frac{1}{2}v_{\text{avg}(A)} = \frac{1}{3}v_{\text{avg}(C)}$$

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

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

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

4 في التفاعل الآتي: $2SO_{3(g)} \longrightarrow 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$

إذا علمت أن تركيز SO_3 يتغير من 0.6 mol.L^{-1} إلى 0.4 mol.L^{-1}

خلال 10 s ، فتكون قيمة السرعة الوسطية لتشكّل O_2 مساوية:

$0.02 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$	b	$0.01 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$	a
$0.04 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$	d	$0.03 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$	c

توضيح الإجابة:

$\Delta[SO_3]:$	$0.6 \longrightarrow 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$
$\Delta t:$	$0 \longrightarrow 10 \text{ s}$

نحسب أولاً $v_{\text{avg}(SO_3)}$ ثم نحسب $v_{\text{avg}(O_2)}$:

$$v_{\text{avg}(SO_3)} = -\frac{\Delta[SO_3]}{\Delta t} = -\frac{(0.4-0.6)}{10-0}$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg}(SO_3)} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$\frac{1}{2}v_{\text{avg}(SO_3)} = v_{\text{avg}(O_2)}$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg}(O_2)} = \frac{1}{2} \times 0.02$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg}(O_2)} = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

5 في التفاعل الأتومي الآتي: نواتج $3A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow$

إذا ازداد تركيز المادة A مثلثي ما كان عليه، فإن سرعة هذا التفاعل:

تزداد أربع مرات.	b	تزداد ثماني مرات.	a
لا تتأثر سرعة التفاعل.	d	تزداد مرتين.	c

توضيح الإجابة:

$$[A]^1 = 2[A]$$

من الفرض:

$$\frac{v^1}{v} = \frac{k[A]^3}{k[A]^3}$$

$$\frac{v^1}{v} = \frac{(2[A])^3}{[A]^3}$$

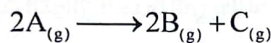
$$\frac{v^1}{v} = 8$$

$$\Rightarrow v^1 = 8v$$

تزداد السرعة ثماني مرات.

مسألة تدريبية

وُضِعَ 8 mol من مادة A في وعاء مُغلق سعته 10 L ، وسُخِّنَ الوعاء إلى درجة حرارة معينة، فحدث التفاعل الأتومي الممثل بالمعادلة الآتية:



المطلوب:

1 احسب قيمة السرعة الابتدائية للتفاعل v_0 ، علماً أن: $k = 0.2$.

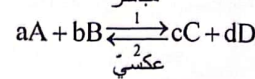
2 احسب تركيز المادة C وسرعة التفاعل v بعد زمن يتفكك 25 % من المادة A.

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

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

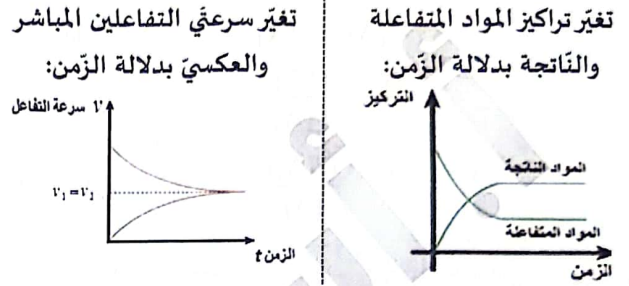
تعريف التفاعل المتوازن:

هو تفاعل عكوس وغير تام ويمثل بمعادلة ذات اتجاهين متعاكسين:



المفهوم الحركي للتوازن الكيميائي:

تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة.
عند التوازن: تتساوى سرعتا التفاعلين المباشر والعكسي.



ثابت التوازن الكيميائي:

سؤال: دورة (2004 + 2012)

في التفاعل المتوازن الآتي: $aA_{(g)} + bB_{(g)} \xrightleftharpoons[2]{1} cC_{(g)} + dD_{(g)}$

بفرض أن كل من التفاعلين المباشر والعكسي أوليان. المطلوب:
(a) اكتب عبارة سرعة التفاعل المباشر وعبارة سرعة التفاعل العكسي.
(b) استنتج عبارة ثابت التوازن الكيميائي بدلالة التراكيز.

الجواب:

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

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

(b) عند التوازن يكون:

$$v_1 = v_2$$

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

نعزل الثوابت لطرف والتراكيز لطرف آخر:

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

حيث أن: النسبة $\frac{k_1}{k_2}$ مقدار ثابت نرمز له بـ K_c .

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

وهي عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز K_c .

ملاحظات:

① تُعطى عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية بالعلاقة:

$$K_p = \frac{P_{(C)}^c \cdot P_{(D)}^d}{P_{(A)}^a \cdot P_{(B)}^b}$$

② K_p و K_c مقداران ثابتان ليس لهما واحدة.③ تتعلق قيمة K_c و K_p بـ درجة الحرارة فقط.④ العلاقة التي تربط بين K_c و K_p :

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

حيث:

 Δn : الفرق بين عدد المولات الغازية الناتجة وعدد المولات الغازية

المتفاعلة ($\Delta n = n_2 - n_1$).

 R : ثابت الغازات العام. T : درجة الحرارة المطلقة (كلفن) حيث: $T = ^\circ C + 273$

⑤ يكون $K_p = K_c$ عندما: تتساوى عدد المولات الغازية في طرفي المعادلة الموزونة، أي أن عدد المولات الغازية الناتجة تساوي عدد المولات الغازية المتفاعلة ($n_2 = n_1$) وتكون عندها ($\Delta n = 0$).

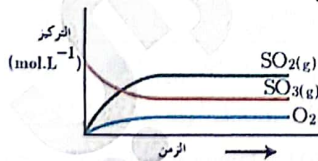
سؤال (1): اكتب عبارة كل من ثابتي التوازن K_p و K_c لكن من

التفاعلات الآتية، ثم اكتب العلاقة التي تربط بينهما لكن منها:

$H_{2(g)} + S_{(s)} \rightleftharpoons H_2S_{(g)}$	$C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)}$
$K_c = \frac{[H_2S]}{[H_2]}$	$K_c = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}$
$K_p = \frac{P_{(H_2S)}}{P_{(H_2)}}$	$K_p = \frac{P_{(CH_4)}}{P_{(H_2)}^2}$
$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$ حيث: $\Delta n = n_2 - n_1$ $\Delta n = 1 - 1 = 0$ ومنه:	$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$ حيث: $\Delta n = n_2 - n_1$ $\Delta n = 1 - 2 = -1$ ومنه:
$K_p = K_c (RT)^0$ $\Rightarrow K_p = K_c$	$K_p = K_c (RT)^{-1}$ $\Rightarrow K_p = \frac{K_c}{RT}$

سؤال (2): دورة 2020 الأولى

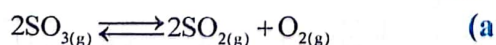
يمثل الشكل الآتي تفاعل متوازن. المطلوب كتابة:



(a) المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل، ووازنها.

(b) عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز.

الجواب:



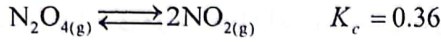
(b) $K_c = \frac{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}{[SO_3]^2}$

حالات الهساثل:

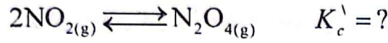
الحالة الأولى: تعطى معادلتين في نص المسألة:

إحدهما معلومة قيمة K_c والأخرى مجهولة قيمة K_c .
طريقة الحل: نُغَيِّرُ في المعادلة معلومة قيمة K_c للوصول إلى المعادلة مجهولة قيمة K_c .

تطبيق (1): لديك التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية:

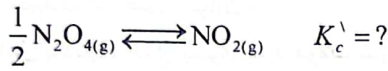


المطلوب: (a) احسب قيمة ثابت التوازن K_c' للتفاعل:



$$K_c' = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{0.36} = \frac{1}{36 \times 10^{-2}} = \frac{100}{36} = \frac{25}{9} = 2.8$$

(b) احسب قيمة ثابت التوازن K_c' للتفاعل:

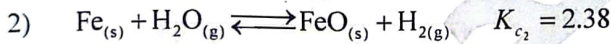
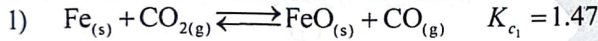


$$K_c' = (K_c)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{K_c} = \sqrt{0.36} = \sqrt{36 \times 10^{-2}} = 0.6$$

الحالة الثانية: تعطى 3 معادلات في نص المسألة:

معادلتين منها معلومة قيمة K_c والثالثة مجهولة قيمة K_c .
طريقة الحل: نجمع المعادلتين المعلومتين قيمة K_c بعد التغيير فهُمَا للوصول إلى المعادلة مجهولة قيمة K_c .

تطبيق (2): استناداً إلى التفاعلين الآتيين:

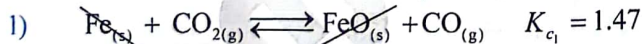


المطلوب: احسب قيمة ثابت التوازن K_c للتفاعل:

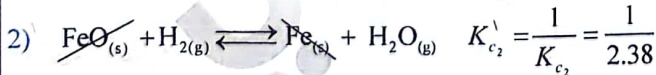


الحل:

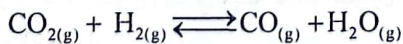
نبقى المعادلة الأولى كما هي:



نعكس المعادلة الثانية:



بجمع المعادلتين السابقتين نحصل على:



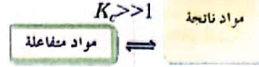
$$K_c = K_{c_1} \cdot K_{c_2}' = K_{c_1} \cdot \frac{1}{K_{c_2}} = 1.47 \times \frac{1}{2.38} = \frac{147}{238}$$

أهمية ثابت التوازن:

تبيّن قيمة ثابت التوازن لتفاعل ما:

مدى تحوّل المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة عند التوازن.

① إذا كانت قيمة $K_c \gg 1$ (كبيرة):

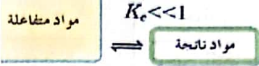


البسط < المقام

كمية المواد الناتجة < كمية المواد المتفاعلة

التفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر.

② إذا كانت قيمة $K_c \ll 1$ (صغيرة):



البسط > المقام

كمية المواد الناتجة > كمية المواد المتفاعلة

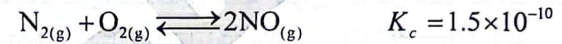
التفاعل لا يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر.

سؤال: قارن بين كمية المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند بلوغ

التوازن في كل من التفاعلين الآتيين:



$K_c \gg 1 \Rightarrow$ كمية المواد الناتجة أكبر من كمية المواد المتفاعلة.

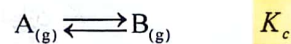


$K_c \ll 1 \Rightarrow$ كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد المتفاعلة.

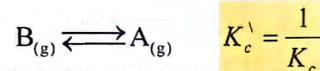
حساب ثابت التوازن من خلال المعادلات:

إذا عكس تفاعل ما، فإن ثابت التوازن الجديد يساوي مقلوب ثابت التوازن القديم.

مثال: لديك التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية:

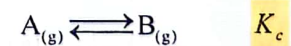


إذا عكس هذا التفاعل يُصبح:

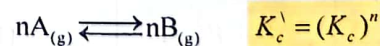


إذا ضرب تفاعل برقم، فإن ثابت التوازن الجديد يرفع إلى أس يساوي هذا العدد.

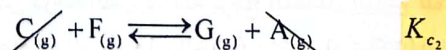
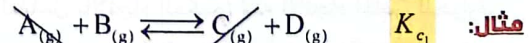
مثال: لديك التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية:



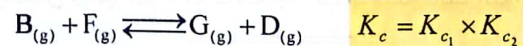
إذا ضرب هذا التفاعل بعدد ما (n مثلاً) يُصبح:



عند جمع تفاعلين، فإن ثابت التوازن للتفاعل الجديد يساوي جداء قيم ثابت التوازن لكل من هذين التفاعلين.



بجمع المعادلتين نحصل على:



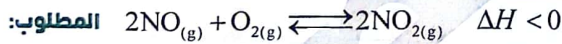
الجواب:

التغيير/ التأثير على	حالة التوازن	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة K_c
زيادة كمية	يرجح التفاعل المباشر.	تنقص	تزداد	لا تتغير
نقصان كمية	يرجح التفاعل العكسي.	تزداد	تنقص	لا تتغير
نقصان كمية	يرجح التفاعل المباشر.	تنقص	تزداد	لا تتغير
زيادة كمية	يرجح التفاعل العكسي.	تزداد	تنقص	لا تتغير
خفض الضغط	يرجح التفاعل المباشر.	تنقص	تزداد	لا تتغير
رفع درجة الحرارة	يرجح التفاعل العكسي.	تزداد	تنقص	تنقص

ملاحظات:

- لا يؤثر تغيير الضغط في حالة التوازن إذا كان عدد المولات الغازية متساوياً في طرفي المعادلة. **مثال:** $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$
- لا يؤثر تغيير الضغط في قيمة ثابت التوازن K_c (علل):
لأن ثابت التوازن K_c يتعلق بدرجة الحرارة فقط.
- عندما يُرجح التفاعل المباشر بتأثير تغيير درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت التوازن K_c .
- عندما يُرجح التفاعل العكسي بتأثير تغيير درجة الحرارة تنقص قيمة ثابت التوازن K_c .

سؤال (1): في التفاعل المتوازن الآتي:



- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز، ثم بدلالة الضغوط الجزئية.
- اكتب العلاقة التي تربط بين K_p و K_c لهذا التفاعل.
- ما تأثير رفع درجة الحرارة على حالة التوازن؟ فسر إجابتك.
- اقترح طريقة تؤدي إلى زيادة قيمة ثابت التوازن K_c مع التفسير.

الجواب:

① و ②:

$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$	$K_p = \frac{P_{(NO_2)}^2}{P_{(NO)}^2 \cdot P_{(O_2)}}$	$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [O_2]}$
$\Delta n = n_2 - n_1$		
$\Delta n = 2 - 3 = -1$		
$K_p = K_c (RT)^{-1}$		

③ يُرجح التفاعل بالاتجاه العكسي لأنه الاتجاه الماص للحرارة.

④ **يخفض** درجة الحرارة، لأنه يُرجح التفاعل **النَّاشِر** للحرارة(الاتجاه المباشر في هذه الحالة) \leftarrow تزداد تراكيز المواد الناتجةوتنقص تراكيز المواد المتفاعلة \leftarrow تزداد قيمة ثابت التوازن K_c .

العوامل المؤثرة في حالة التوازن:

درس العالم لوشاتوليه التغيرات التي تؤثر في حالة التوازن الكيميائي، نص قاعدة لوشاتوليه: إذا حدث تغيير في أحد العوامل المؤثرة في جملة كيميائية متوازنة مثل: التركيز أو الضغط أو درجة الحرارة \leftarrow يختل التوازن \leftarrow يُرجح التفاعل بالاتجاه الذي **يعاكس** فيه هذا التغيير.

① تأثير تغيير التراكيز:

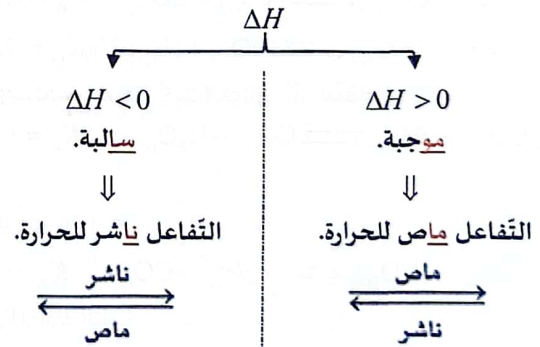
- عند **زيادة** تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة يختل التوازن، \leftarrow يُرجح التفاعل بالاتجاه الذي **ينقص** فيه تركيز هذه المادة.
- عند **نقصان** تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة يختل التوازن، \leftarrow يُرجح التفاعل بالاتجاه الذي **يزداد** فيه تركيز هذه المادة.

② تأثير تغيير الضغط:

- عند **زيادة** الضغط \leftarrow يختل التوازن \leftarrow يُرجح التفاعل بالاتجاه الذي يحوي عدد مولات غازية **أقل**.
- عند **نقصان** الضغط \leftarrow يختل التوازن \leftarrow يُرجح التفاعل بالاتجاه الذي يحوي عدد مولات غازية **أكثر**.

③ تأثير تغيير درجة الحرارة:

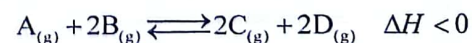
- عند **رفع** درجة الحرارة \leftarrow يختل التوازن \leftarrow يُرجح التفاعل بالاتجاه **الماص** للحرارة.
 - عند **خفض** درجة الحرارة \leftarrow يختل التوازن \leftarrow يُرجح التفاعل بالاتجاه **النَّاشِر** للحرارة.
- لمعرفة الاتجاه النَّاشِر والماص للحرارة نميز حالتين:



④ تأثير الحفاز:

لا يؤثر الحفاز في حالة التوازن ولا في قيمة ثابت التوازن، وإنما يُسرِّع الوصول إلى حالة التوازن.

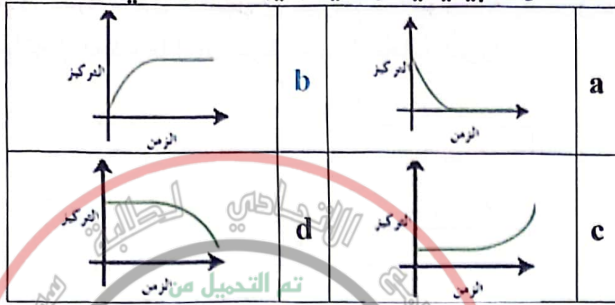
تطبيق (3): يحدث التفاعل المتوازن الآتي في شروط مناسبة:



المطلوب: بين تأثير كل من: زيادة كمية A - نقصان كمية B - نقصان كمية C - زيادة كمية D - خفض الضغط - رفع درجة الحرارة. على كل من: حالة التوازن - كمية المواد المتفاعلة - كمية المواد الناتجة - قيمة K_c .

اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1 أ. أدر الخطوط البيانية يمثل تغيير تركيز مادة ناتجة في تفاعل متوازن:



2 أ. أدر العبارات صحيحة عند حدوث التوازن في التفاعل الكيميائي:

a	يتوقف التفاعل المباشر فقط.	b	يتوقف التفاعل العكسي.
c	التفاعلين المباشر والعكسي.	d	يتساوى سرعة التفاعل المباشر وقيمة ثابت سرعة التفاعل العكسي.

3 عند بلوغ حالة التوازن في التفاعلات المتوازنة:

a	ينخفض تركيز المواد الناتجة.	b	تنخفض سرعة التفاعل المباشر.
c	تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة.	d	تنعدم سرعة التفاعل العكسي.

4 أي من التفاعلات الآتية تكون النسبة $\frac{K_p}{K_c}$ أكبر عند درجة الحرارة ذاتها:

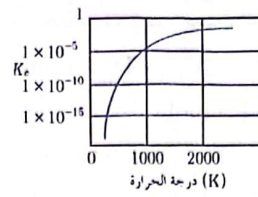
a	$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$	$\Delta n = 0$
b	$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$	$\Delta n = 1$
c	$H_{2(g)} + S_{(s)} \rightleftharpoons H_2S_{(g)}$	$\Delta n = 0$
d	$Ni(CO)_{2(s)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + 2CO_{(g)}$	$\Delta n = 2$

توضيح الإجابة:

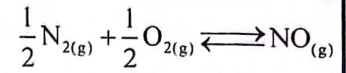
$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \Rightarrow \frac{K_p}{K_c} = (RT)^{\Delta n}$$

← كلما كانت قيمة Δn أكبر كانت النسبة $\frac{K_p}{K_c}$ أكبر.

سؤال (3): يمثل المنحني البياني الآتي قيم مختلفة لثابت التوازن



Kc بدلالة درجة الحرارة للتفاعل الآتي:



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

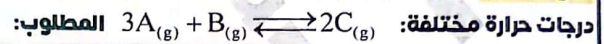
الجواب:

نستنتج من الخط البياني أنه: يرفع درجة الحرارة تزداد قيمة K_c .

← عندما يُرجح التفاعل الماص للحرارة.
→ يُرجح التفاعل الناشر للحرارة.

وبالتالي: التفاعل ماص للحرارة، أي أن: $\Delta H > 0$.

سؤال (5): قيست قيم ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية في



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

هل التفاعل ماص للحرارة أم ناشر للحرارة؟ فسر إجابتك.

الجواب:

نستنتج من الجدول أنه: يرفع درجة الحرارة تنقص قيمة K_p .

← عندما يُرجح التفاعل الماص للحرارة.
→ يُرجح التفاعل الناشر للحرارة.

وبالتالي: التفاعل ناشر للحرارة، أي أن: $\Delta H < 0$.

أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1 لا تُستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعلات المتوازنة. لأن المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة في الشروط ذاتها.

2 يسقى التوازن في حال التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي. لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعلين المباشر والعكسي ($v_1 = v_2$)، ولا تكون قيمة السرعة لأي منهما معدومة.

3 لا تظهر المواد الصلبة s والسائلة l في عبارة ثابت التوازن. لأن تراكيزها تبقى ثابتة لا تتغير مهما اختلفت كميتها.

4 تزداد قيمة ثابت التوازن عندما يرجح التفاعل المباشر بتأثير تغيير درجة الحرارة.

بسبب ازدياد كمية المواد الناتجة ونقصان كمية المواد المتفاعلة.

$$\uparrow K_c = \frac{[\text{الناتج}]}{[\text{المتفاعلات}]}$$

توضيح:

5 تنقص قيمة ثابت التوازن عندما يرجح التفاعل العكسي بتأثير تغيير درجة الحرارة.

بسبب نقصان كمية المواد الناتجة وازدياد كمية المواد المتفاعلة.

$$\downarrow K_c = \frac{[\text{الناتج}]}{[\text{المتفاعلات}]}$$

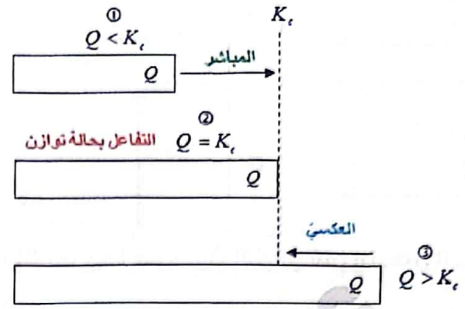
توضيح:

6 إضافة حفاز إلى تفاعل متوازن تُسرّع الوصول إلى حالة التوازن.

لأن الحفاز يزيد من سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي بالمقدار ذاته.

حاصل التفاعل Q

تُمثل عبارة حاصل التفاعل Q عبارة ثابت التوازن K_c حيث تُؤخذ التراكيز في لحظة ما (دون شرط الوصول لحالة التوازن).



ونمیز ثلاث حالات:

$Q > K_c$	$Q = K_c$	$Q < K_c$
تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن.	التفاعل في حالة توازن.	تراكيز المواد الناتجة أقل من تراكيزها في حالة التوازن.
يُرجح التفاعل العكسي على التفاعل المباشر للوصول إلى حالة التوازن.		يُرجح التفاعل المباشر على التفاعل العكسي للوصول إلى حالة التوازن.

تطبيق: دورة 2022 الثانية

وعاء حجمه 2 L ، يحوي 4×10^{-2} mol من $\text{HI}_{(g)}$ و 10^{-2} mol من $\text{H}_{2(g)}$ و 2×10^{-2} mol من $\text{I}_{2(g)}$ ويحدث فيه التفاعل وفق المعادلة: $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$ إذا علمت أن قيمة ثابت التوازن $K_c = 50.5$ في الدرجة 440°C . المطلوب:

- بين حسابياً إذا كان هذا التفاعل بحالة توازن أم لا .
- أو: احسب قيمة حاصل التفاعل Q .
- حدّد التفاعل الراجح (المباشر / العكسي) مع التعليل .

الحل: ① Q = ?

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V} \begin{cases} [\text{HI}] = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \\ [\text{I}_2] = \frac{2 \times 10^{-2}}{2} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \\ [\text{H}_2] = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$

$$Q = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

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

$$\Rightarrow \boxed{Q = 8}$$

② التفاعل ليس بحالة التوازن لأن: $Q \neq K_c$.

التفاعل الراجح هو التفاعل المباشر لأن: $Q < K_c$.

المسألة الأولى: يحدث التفاعل المتوازن الآتي في درجة حرارة

مناسبة: $2\text{A}_{(g)} + \text{B}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{C}_{(g)} + \text{D}_{(g)}$ إذا كانت التراكيز

الابتدائية: $[\text{A}]_0 = 2 \text{ mol.L}^{-1}$ ، $[\text{B}]_0 = 1.5 \text{ mol.L}^{-1}$

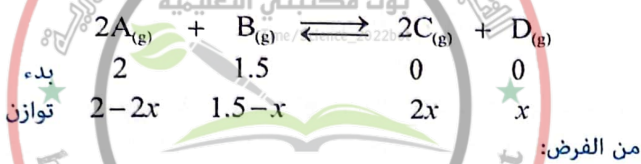
وعند التوازن كان: $[\text{C}]_{\text{eq}} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$. المطلوب:

① احسب قيمة K_c ، ثم استنتج قيمة K_p للتفاعل السابق .

② احسب النسبة المئوية المتفاعلة من A للوصول إلى حالة التوازن .

الحل:

① $K_p = ?$ ، $K_c = ?$



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

$$\Rightarrow 2x = 1$$

$$\Rightarrow \boxed{x = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}}$$

نحسب التراكيز عند التوازن:

$$[\text{A}]_{\text{eq}} = 2 - 2x = 2 - 2(0.5) = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{B}]_{\text{eq}} = 1.5 - x = 1.5 - 0.5 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{D}]_{\text{eq}} = x = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_c = \frac{[\text{C}]^2 [\text{D}]}{[\text{A}]^2 [\text{B}]}$$

$$K_c = \frac{(1)^2 (0.5)}{(1)^2 (1)}$$

$$\Rightarrow \boxed{K_c = 0.5}$$

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

$$\Delta n = n_2 - n_1$$

$$\Delta n = 3 - 3 = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{K_p = K_c = 0.5}$$

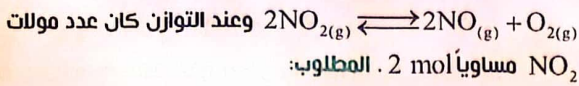
كل 2 mol.L^{-1} من المادة A يتفاعل منها 1 mol.L^{-1}

كل 100 mol.L^{-1} من المادة A يتفاعل منها 50 mol.L^{-1}

$$\Rightarrow Z = \frac{1 \times 100}{2} = 50 \text{ mol.L}^{-1}$$

ونسبة مئوية: 50 %

السؤال الثالث: وُضِعَ 5 mol من NO_2 في وعاء سعته 10 L، وسُخِّنَ إلى درجة حرارة مناسبة فحدث التفاعل المتوازن:



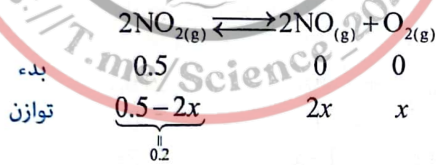
- احسب قيمة K_c .
- ما أثر زيادة حجم الوعاء الذي يحدث فيه هذا التفاعل على حالة التوازن (بثبات درجة الحرارة). عاّل إجابتك.

الحل:

1 نحسب التركيز الابتدائي والتركيز عند التوازن لـ NO_2 :

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V}$$

$$\begin{cases} [\text{NO}_2]_0 = \frac{5}{10} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1} \\ [\text{NO}_2]_{\text{eq}} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$



ولكن:

$$\begin{aligned} [\text{NO}_2]_{\text{eq}} &= 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \\ \Rightarrow 0.5 - 2x &= 0.2 \\ \Rightarrow x &= 0.15 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

نحسب التراكيز عند التوازن:

$$[\text{NO}]_{\text{eq}} = 2x = 2(0.15) = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{O}_2]_{\text{eq}} = x = 0.15 \text{ mol.L}^{-1}$$

حساب قيمة ثابت التوازن K_c :

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2}$$

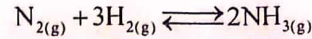
$$K_c = \frac{(0.3)^2 (0.15)}{(0.2)^2} = \frac{135}{400}$$

$$\Rightarrow K_c = \frac{27}{80}$$

2 **زيادة حجم الوعاء** \Leftrightarrow نقصان الضغط الكلي.

وبالتالي يُرَجَّح التفاعل بالاتجاه الذي يحوي عدد مولات غازية أكثر، أي بالاتجاه المباشر في هذه الحالة.

السؤال الثانية: يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:



في وعاء مغلق حجمه 10 L وعند بلوغ التوازن كان عدد مولات غاز النيتروجين 2 mol، وغاز الهيدروجين 6 mol، وغاز النشادر 4 mol. المطلوب:

- احسب قيمة K_c .
- احسب التركيز الابتدائي لكل من H_2 و N_2 .
- اقترح ثلاث طرائق تؤدي إلى زيادة كمية NH_3 الناتجة.

الحل:

1 لحساب K_c نحسب أولاً تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة عند التوازن:

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V}$$

$$\begin{cases} [\text{N}_2]_{\text{eq}} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \\ [\text{H}_2]_{\text{eq}} = \frac{6}{10} = 0.6 \text{ mol.L}^{-1} \\ [\text{NH}_3]_{\text{eq}} = \frac{4}{10} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$

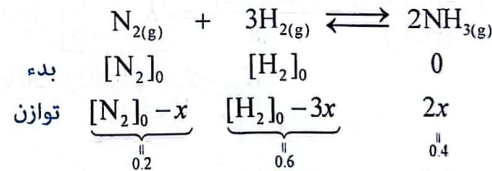
حساب قيمة ثابت التوازن K_c :

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}$$

$$K_c = \frac{(0.4)^2}{(0.2)(0.6)^3} = \frac{100}{27}$$

$$\Rightarrow K_c = 3.7$$

2



ولكن:

$$\begin{aligned} [\text{NH}_3]_{\text{eq}} &= 0.4 \text{ mol.L}^{-1} \\ \Rightarrow 2x &= 0.4 \\ \Rightarrow x &= 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

حساب التراكيز الابتدائية:

$$\begin{aligned} [\text{H}_2]_0 - 3x &= 0.6 & [\text{N}_2]_0 - x &= 0.2 \\ [\text{H}_2]_0 - 3(0.2) &= 0.6 & [\text{N}_2]_0 - 0.2 &= 0.2 \\ \Rightarrow [\text{H}_2]_0 &= 1.2 \text{ mol.L}^{-1} & \Rightarrow [\text{N}_2]_0 &= 0.4 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

3 **طريقة 1:** زيادة الضغط الكلي.

طريقة 2: زيادة كمية N_2 .

طريقة 3: زيادة كمية H_2 .

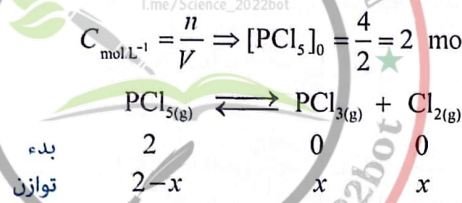
الرسالة الخامسة: وُضِعَ 4 mol من PCl_5 في وعاء مغلق سعته 2 L، وسُخِّنَ الوعاء إلى الدرجة 500 K فتفكك منه 10% عند بلوغ التوازن وفق المعادلة الآتية: $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$

المطلوب:

- احسب قيمة K_c ، ثر K_p ($R = 0.082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$).
- ما تأثير زيادة تركيز PCl_5 على حالة التوازن. علل إجابتك.
- ما تأثير نقصان تركيز PCl_3 على حالة التوازن. علل إجابتك.

الحل:

١) نحسب التركيز الابتدائي لـ PCl_5 : $C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V} \Rightarrow [\text{PCl}_5]_0 = \frac{4}{2} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$



كل 2 mol.L^{-1} من PCl_5 يتفكك منه $x \text{ mol.L}^{-1}$

كل 100 mol.L^{-1} من PCl_5 يتفكك منه 10 mol.L^{-1}

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

نحسب تراكيز المواد المتفاعلة والنواتج عند التوازن:

$$[\text{PCl}_5]_{\text{eq}} = 2 - x = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{PCl}_3]_{\text{eq}} = [\text{Cl}_2]_{\text{eq}} = x = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

حساب قيمة ثابت التوازن K_c :

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{(0.2)(0.2)}{1.8} \Rightarrow K_c = \frac{1}{45}$$

حساب قيمة ثابت التوازن K_p :

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

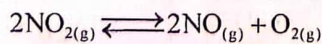
$$\Delta n = n_2 - n_1 \Rightarrow \Delta n = 2 - 1 = 1$$

$$K_p = \frac{1}{45} \times (0.082 \times 500)^1 = \frac{8.2 \times 5}{45} \Rightarrow K_p = \frac{41}{45}$$

٢) يُرَجَّح التفاعل بالاتجاه المباشر، لكي يُنْقَصَ من تركيز PCl_5 .

٣) يُرَجَّح التفاعل بالاتجاه المباشر، لكي يزيد من تركيز PCl_3 .

الرسالة السادسة: عند بلوغ التوازن في التفاعل الممثل بالمعادلة:



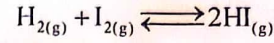
تكون التراكيز: $[\text{NO}_2]_{\text{eq}} = 0.06 \text{ mol.L}^{-1}$

$$[\text{O}_2]_{\text{eq}} = 0.12 \text{ mol.L}^{-1} \quad \cdot \quad [\text{NO}]_{\text{eq}} = 0.24 \text{ mol.L}^{-1}$$

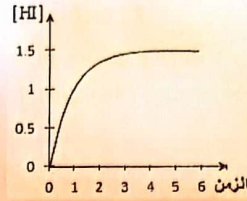
المطلوب حساب:

- قيمة K_c .
- التركيز الابتدائي لغاز NO_2 .
- النسبة المئوية المتفككة من غاز NO_2 حتى بلوغ التوازن.

الرسالة الرابعة: يتفاعل 1 mol من بخار اليود مع 1 mol من غاز الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه 1 L وفق:



حيث يبين المخطط الآتي تغير تركيز يود الهيدروجين بدلالة الزمن:



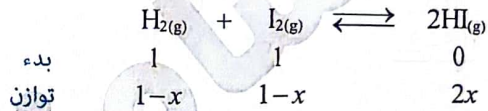
المطلوب:

- احسب قيمة K_c .
- ارسم خطاً بيانياً يوضح تغير تركيز H_2 بدلالة الزمن.

الحل:

١) نحسب التركيز الابتدائي لكل من المادتين H_2 و I_2 :

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V} \begin{cases} [\text{I}_2]_0 = \frac{1}{1} = 1 \text{ mol.L}^{-1} \\ [\text{H}_2]_0 = \frac{1}{1} = 1 \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$



نعلم أنه عند التوازن تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والنواتج، ومن الخط البياني نستنتج أن:

$$[\text{HI}]_{\text{eq}} = 1.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$2x = 1.5$$

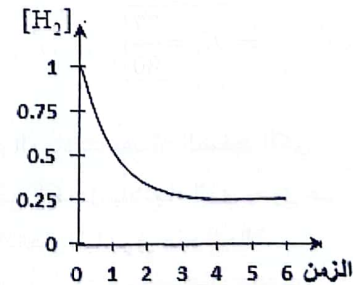
$$\Rightarrow x = 0.75 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

حساب قيمة ثابت التوازن K_c :

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]} = \frac{(1.5)^2}{(0.25)(0.25)}$$

$$\Rightarrow K_c = 36$$

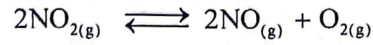


الحل:

① حساب قيمة ثابت التوازن K_c :

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{(0.24)^2(0.12)}{(0.06)^2} \Rightarrow K_c = 192 \times 10^{-2}$$

②



بدء	$[\text{NO}_2]_0$	0	0
توازن	$[\text{NO}_2]_0 - 2x$	$2x$	x
	0.06	0.24	0.12

$$[\text{O}_2]_{\text{eq}} = 0.12 \text{ mol.L}^{-1}$$

ولكن:

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

حساب التركيز الابتدائي لـ NO_2 :

$$[\text{NO}_2]_0 - 2x = 0.06$$

$$[\text{NO}_2]_0 = 0.06 + 2x$$

$$[\text{NO}_2]_0 = 0.06 + 2(0.12)$$

$$\Rightarrow [\text{NO}_2]_0 = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$

③

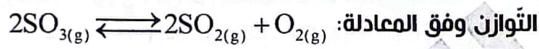
كل 0.3 mol.L^{-1} من NO_2 يتفكك منه 0.24 mol.L^{-1} كل 100 mol.L^{-1} من NO_2 يتفكك منه $Z \text{ mol.L}^{-1}$

$$\Rightarrow Z = \frac{0.24 \times 100}{0.3} = 80 \text{ mol.L}^{-1}$$

وكنسبة مئوية: 80%

مسائل تدريبية:

المسألة الأولى: وُضِعَ 5 mol من غاز SO_3 في وعاء مُغلق سعته 10 L وسُخِّنَ الوعاء إلى الدرجة 500 K فتفكك منه 40% عند بلوغ



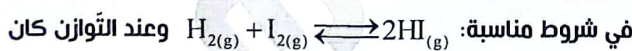
التوازن وفق المعادلة: المطلوب حساب:

① تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند التوازن.

② قيمة ثابت التوازن K_c للتفاعل السابق.③ قيمة ثابت التوازن K_p .

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

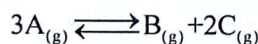
المسألة الثانية: وُضِعَ 2 mol من غاز الهيدروجين H_2 مع 3 mol من بخار اليود I_2 في وعاء مُغلق سعته 10 L، فحدث التوازن الآتي



في شروط مناسبة: وعند التوازن كان عدد مولات يود الهيدروجين HI مساوياً 3.6 mol المطلوب:

① احسب ثابت التوازن K_c للتفاعل السابق.② ما قيمة K_p لهذا التفاعل، علّل إجابتك.

المسألة الثالثة: عند بلوغ التوازن في التفاعل الآتي:

تكون التراكيز: $[\text{A}] = 0.16 \text{ mol.L}^{-1}$ ، $[\text{B}] = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$

$$[\text{C}] = 0.04 \text{ mol.L}^{-1}$$

المطلوب:

① احسب قيمة K_c .

② احسب قيمة التركيز الابتدائي للمادة A.

③ ما أثر زيادة الضغط الكلي فقط على حالة التوازن، علّل إجابتك.

نظريات في الحموض والأسس:

سؤال (2): حدد الحمض والأساس حسب نظرية لويس في كل من

التفاعلات الممثلة بالمعادلات الآتية، معللاً إجابتك:



حمض أساس

NH₃: أساس لويس، لأنه منح زوجاً إلكترونياً.BF₃: حمض لويس، لأنه استقبل زوجاً إلكترونياً.

أساس حمض

H₂O: أساس لويس، لأنه منح زوجاً إلكترونياً.Fe²⁺: حمض لويس، لأنه استقبل زوجاً إلكترونياً.

ملاحظات:

① تُسمى الرابطة المتشكلة بين الذرة المانحة للزوج الإلكتروني

والذرة الآخذة لهذا الزوج بالرابطة التساندية.

② الأيونات التي تحمل شحنة موجبة يمكن أن نعتبرها حمض لويس.

قوة الحمض وقوة الأساس

* الحموض القوية.

حمض كلور الماء HCl أحادية الوظيفة

حمض الآزوت HNO₃حمض الكبريت H₂SO₄ ثنائي الوظيفة

سؤال: اكتب معادلة تأين كل من الحموض السابقة، واستنتج تركيز

أيونات الهدرونيوم في كل محلول بدلالة تركيز الحمض C_a.

الجواب:



نستنتج من المعادلات السابقة:

في الحموض القوية أحادية الوظيفة C_aفي الحموض القوية ثنائية الوظيفة 2C_aحيث: C_a التركيز الابتدائي للحمض مقدراً بـ mol.L⁻¹

لويس	برونشتد-لوري	أرينيوس	
يستقبل زوج الكتروني (أو أكثر) من مادة أخرى تتفاعل معها.	يمنح بروتون H ⁺ أو أكثر إلى مادة أخرى تتفاعل معها.	يحرر أيون الهيدروجين H ⁺ عند انحلالها في الماء.	الحمض
يمنح زوج الكتروني (أو أكثر) إلى مادة أخرى تتفاعل معها.	يستقبل بروتون H ⁺ أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معها.	يحرر أيون الهيدروكسيد OH ⁻ عند انحلالها في الماء.	الأساس

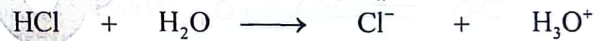
الأزواج المترافقة (أساس/حمض) وفق نظرية برونشتد-لوري

كح منح الحمض للبروتون يُحوّل هذا الحمض إلى أساس جديد يُسمى أساس مرافق.

كح استقبال الأساس للبروتون يُحوّل هذا الأساس إلى حمض جديد يُسمى حمض مرافق.

سؤال (1): حدّد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) وفق نظرية

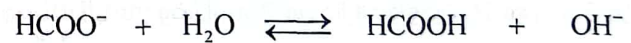
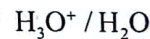
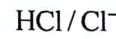
برونشتد-لوري لكل من التفاعلات الآتية:



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

أو:

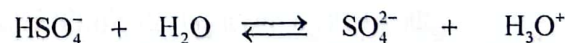
أساس / حمض



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

أو:

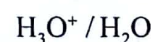
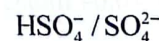
أساس / حمض



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

أو:

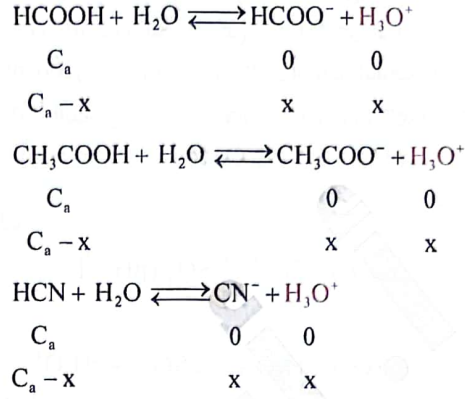
أساس / حمض



* الحموض الضعيفة.

أحادية الوظيفة	{	HCOOH	حمض النمل
		CH ₃ COOH	حمض الخل
		HCN	حمض سيانيد الهيدروجين

سؤال: اكتب معادلة تأين كل من الحموض السابقة.

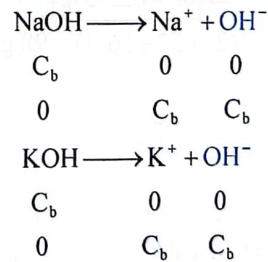
درجة التأين α للحموض:

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a} \begin{cases} = 1 & \text{في الحموض القوية أحادية الوظيفة} \\ << 1 & \text{في الحموض الضعيفة} \end{cases}$$

ومنه نجد: في الحموض الضعيفة يكون: $[\text{H}_3\text{O}^+] = \alpha \cdot C_a$

* الأسس القوية.

أحادية الوظيفة	{	NaOH (الصود الكاوي)	هيدروكسيد الصوديوم
		KOH (البوتاس الكاوي)	هيدروكسيد البوتاسيوم

سؤال: اكتب معادلة تأين كل من الأسس السابقة، واستنتج تركيز أيونات الهيدروكسيد في كل محلول بدلالة تركيز الأساس C_b .

نستنتج من المعادلات السابقة:

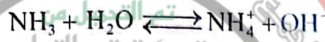
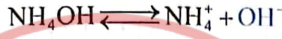
في الأسس القوية أحادية الوظيفة يكون: $[\text{OH}^-] = C_b$ حيث: C_b التركيز الابتدائي للأساس مقدراً بـ mol.L^{-1}

* الأسس الضعيفة.

أحادية الوظيفة	{	NH ₄ OH	هيدروكسيد الأمونيوم
		NH ₃	النشادر

سؤال: اكتب معادلة تأين كل من الأسس السابقة.

الجواب:

درجة التأين α للأسس:

$$\alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{C_b} \begin{cases} = 1 & \text{في الأسس القوية أحادية الوظيفة} \\ << 1 & \text{في الأسس الضعيفة} \end{cases}$$

ومنه نجد: في الأسس الضعيفة يكون: $[\text{OH}^-] = \alpha \cdot C_b$ التأين الذاتي للماء وعلاقة ثابت تأينه K_w

سؤال: يعد الماء ناقلاً رديئاً للتيار الكهربائي لاحتوائه على أيونات قليلة. المطلوب كتابة:

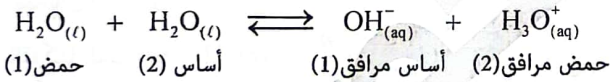
(a) معادلة التأين الذاتي للماء، وحدد عليها الأزواج المترافقة

(أساس/حمض) وفق نظرية برونشستد - لوري.

(b) عبارة ثابت تأين الماء محدداً قيمته في الدرجة 25°C .

الجواب:

(a)

(b) عبارة ثابت تأين الماء K_w (ثابت التوازن) في الدرجة 25°C :

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

بما أن الماء هو المُجَل (المُذَيَّب) فتركيزه ثابت، لذلك لا يظهر في عبارة ثابت تأين الماء.

الأس الهيدروجيني [pH] والأس الهيدروكسيدي [pOH]

يعبر الـ pH عن درجة الحموضة في المحلول المائي الممدد:

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

يعبر الـ pOH عن درجة القلوية (الأساسية) في المحلول المائي الممدد:

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

العلاقة بين درجة الحموضة ودرجة القلوية في المحلول:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

سَمِّم الـ pH :

تزداد الصفة الحمضية

تزداد الصفة القلوية (الأساسية)

في الوسط الحمضي يتحقق: pH < 7 [H ₃ O ⁺] > 10 ⁻⁷ mol.L ⁻¹ [OH ⁻] < 10 ⁻⁷ mol.L ⁻¹ [H ₃ O ⁺] > [OH ⁻]	في الوسط الأساسي يتحقق: pH > 7 [H ₃ O ⁺] < 10 ⁻⁷ mol.L ⁻¹ [OH ⁻] > 10 ⁻⁷ mol.L ⁻¹ [H ₃ O ⁺] < [OH ⁻]
في الوسط المعتدل يتحقق: pH = 7 [H ₃ O ⁺] = [OH ⁻] = 10 ⁻⁷ mol.L ⁻¹	

خواص اللوغاريتم العشري:

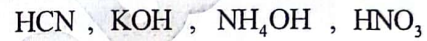
$$\log(1) = 0 \quad , \quad \log(10) = 1$$

$$\log(10^n) = n \times \log(10) = n \times 1 = n$$

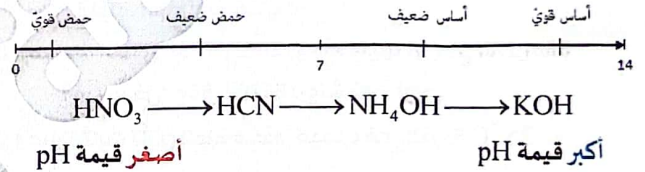
$$\log(x \cdot y) = \log(x) + \log(y)$$

سؤال: رتب المحاليل الآتية المتساوية في التركيز وفق تزايد قيم

الـ pH لكن منها:



الجواب:



* قوانين للمسائل

$$\text{① التركيز المولي } \text{mol.L}^{-1} = \frac{n}{V}$$

$$\text{② التركيز الغرامي } \text{g.L}^{-1} = \frac{m}{V}$$

$$\text{③ العلاقة بين التركيزين المولي والغرامي: } C_{\text{g.L}^{-1}} = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M$$

④ حساب عدد مولات مادة منحلّة:

$$n = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot V \quad \text{أو} \quad n = \frac{m}{M}$$

⑤ حساب كتلة مادة منحلّة:

$$m = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M \cdot V \quad \text{أو} \quad m = C_{\text{g.L}^{-1}} \cdot V$$

⑥ قانون التمديد:

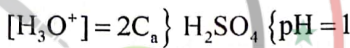
$$n \text{ قبل التمديد} = n' \text{ بعد التمديد}$$

$$CV = C'V'$$

المسألة الأولى: المسألة الرابعة صفحة 96 كتاب

محلول مائي لحمض الكبريت له قيمة pH = 1 (بفرض أنه تام التأيّن). المطلوب:

- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض.
- احسب التركيز الابتدائي لمحلول هذا الحمض.
- احسب كتلة حمض الكبريت في 50 mL من محلوله السابق.
- يُضاف بالتدريج 10 mL من محلول الحمض السابق إلى 90 mL من الماء المقطر. المطلوب: احسب قيمة pH المحلول الناتج عن التمديد.



المعطيات:

الحل:



$$① \quad C_a = ?$$

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

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

بما أنّ H₂SO₄ حمض قوي ثنائي الوظيفة الحمضية وتام التأيّن يكون:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2C_a$$

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

$$\Rightarrow C_a = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

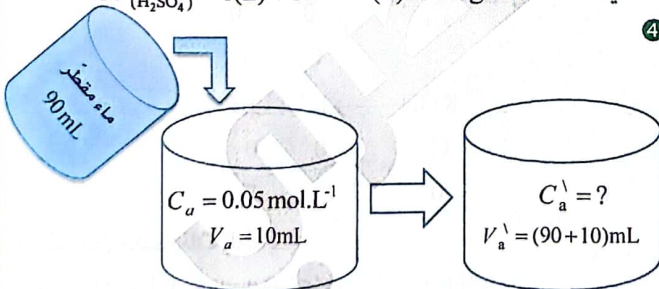
$$C_a = 0.05 \text{ mol.L}^{-1} \quad , \quad V = 50 \text{ mL} \quad , \quad m = ?$$

$$m = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} \cdot V$$

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

$$\Rightarrow m = 0.245 \text{ g}$$

$$\text{حيث: } M_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 1(2) + 32 + 16(4) = 98 \text{ g.mol}^{-1}$$



$$n \text{ قبل التمديد} = n' \text{ بعد التمديد}$$

$$C_a V_a = C_a^1 V_a^1$$

$$0.05 \times 10 = C_a^1 \times (10 + 90)$$

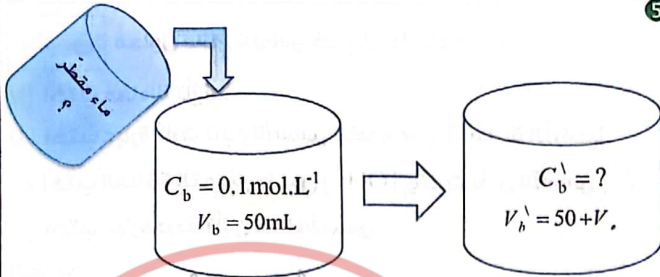
$$\Rightarrow C_a^1 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

وبما أنّ H₂SO₄ حمض قوي ثنائي الوظيفة الحمضية وتام التأيّن يكون:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^1 = 2C_a^1 = 2 \times 5 \times 10^{-3}$$

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

$$\text{pH}^1 = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]^1 = -\log(10^{-2}) \Rightarrow \text{pH}^1 = 2$$

حساب C_b' :

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

حسب عبارة ثابت تأين الماء:

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

$$\Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}}$$

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

بما أن NaOH أساس قوي أحادي الوظيفة الأساسية وقام التأين يكون:

$$[OH^-] = C_b'$$

$$\Rightarrow C_b' = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n \text{ قبل التعديل} = n' \text{ بعد التعديل}$$

$$C_b V_b = C_b' V_b'$$

$$0.1 \times 50 = 10^{-3} \times (50 + V_e)$$

$$5 = 0.05 + 10^{-3} V_e$$

$$\Rightarrow V_e = 4950 \text{ mL}$$

سادساً، ثابت تأين الحموض الضعيفة أحادية الوظيفة K_a ثابت تأين الأسس الضعيفة أحادية الوظيفة K_b

تطبيق: محلول مائي لحمض ضعيف HA. المطلوب:

(a) اكتب معادلة تأينه.

(b) اكتب عبارة ثابت تأين الحمض الضعيف K_a بدلالة التراكيز.(c) اكتب العلاقة التي تربط بين $[H_3O^+]$ وثابت تأين الحمض K_a .

(d) اكتب عبارة درجة تأين هذا الحمض.

الجواب:



$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \quad (d) \quad [H_3O^+] = \sqrt{K_a C_a} \quad (c)$$

الرسالة الثانية: المسألة الأولى صفحة 96 كتاب

أذيب 8 g من هيدروكسيد الصوديوم النقي في الماء المقطر، وأكمل حجم المحلول إلى 2 L. المطلوب حساب:

1 تركيز المحلول الناتج مقدراً بـ mol.L^{-1} .2 قيمة $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ في المحلول.

3 قيمة pH و pOH المحلول.

4 حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 50 mL من المحلول

السابق لتصبح قيمة $pH = 11$. $(Na: 23, O: 16, H: 1)$

المعطيات:

$$[OH^-] = C_b \quad NaOH \quad \begin{cases} m = 8 \text{ g} \\ V = 2 \text{ L} \end{cases}$$

الحل: 1 $C_{\text{mol.L}^{-1}} = ?$

طريقة ثانية:

$$C_{\text{g.L}^{-1}} = \frac{m}{V} = \frac{8}{2}$$

$$\Rightarrow C_{\text{g.L}^{-1}} = 4 \text{ g.L}^{-1}$$

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{C_{\text{g.L}^{-1}}}{M_{(NaOH)}} = \frac{4}{40}$$

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

طريقة أولى:

$$n = \frac{m}{M_{(NaOH)}} = \frac{8}{40}$$

$$\Rightarrow n = 0.2 \text{ mol}$$

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

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

حيث: $M_{(NaOH)} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g.mol}^{-1}$ 2 $[H_3O^+] = ?$ و $[OH^-] = ?$

بما أن NaOH أساس قوي أحادي الوظيفة الأساسية وقام التأين يكون:

$$[OH^-] = C_b$$

$$\Rightarrow [OH^-] = 0.1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

حسب عبارة ثابت تأين الماء:

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

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

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

3 $pH = ?$

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

$$\Rightarrow pH = 13$$

حساب قيمة pOH المحلول:

طريقة ثانية:

$$pH + pOH = 14$$

$$13 + pOH = 14$$

$$\Rightarrow pOH = 1$$

طريقة أولى:

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$pOH = -\log(10^{-1})$$

$$\Rightarrow pOH = 1$$

المسألة الثالثة: محلول مائي لحمض ضعيف HA له قيمة

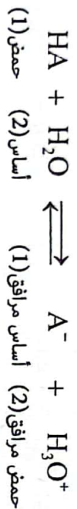
$\text{pOH} = 11$ ودرجة تأينه 2% المطلوب:

- 1 اكتب معادلة تأين هذا الحمض، وحدد عندها الأزواج المترافقة (اساس/حمض) وفق نظرية بروينشتد- لوري.
- 2 احسب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ في المحلول.
- 3 احسب التركيز الابتدائي للحمض.
- 4 احسب قيمة ثابت تأين هذا الحمض.
- 5 بين بالحساب كيف يتغير $[\text{H}_3\text{O}^+]$ كي تصبح قيمة $\text{pH} = 5$
- 6 نمذ المحلول المتأين 100 مرة. احسب pH المحلول الناتج.

المطلوب:

$$\left. \begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= \sqrt{K_a \cdot C_a} \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= \alpha \cdot C_a \end{aligned} \right\} \text{HA} \quad \left\{ \begin{aligned} \text{pOH} &= 11 \\ \alpha \% &= 2\% \end{aligned} \right.$$

الحل:



2 $[\text{H}_3\text{O}^+] = ?$

$$\text{pOH} = 11 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

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

حسب عبارة ثابت تأين الماء:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}}$$

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

3 $C_a = ?$

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a} \Rightarrow C_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{\alpha} = \frac{10^{-3}}{\frac{2}{100}}$$

$$\Rightarrow C_a = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

4 $K_a = ?$

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

نربع الطرفين ونعزل:

$$\Rightarrow K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_a} = \frac{(10^{-3})^2}{5 \times 10^{-2}} \Rightarrow K_a = 2 \times 10^{-5}$$

5

$$\text{pH} = 5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-5}}{10^{-3}} = 10^{-2}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \times [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{100}$$

ينقص تركيز أيونات الهيدروجين 100 مرة.

مطلوب مائي لأساس ضعيف B. المطلوب:

1 اكتب معادلة تأينه.

2 اكتب عبارة ثابت تأين الأساس الضعيف K_b بدلالة التراكيز.

3 اكتب العلاقة التي تربط بين $[\text{OH}^-]$ وثابت تأين الأساس K_b .

4 اكتب عبارة درجة تأين هذا الأساس.

الجواب:

(a) $K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$

(b) $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$

(c) $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$

(d)

ملاحظات لحساب تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول:

حمض قوي أحادي الوظيفية:

$$\left\{ \begin{aligned} C_a \\ 2C_a \end{aligned} \right. \quad \left\{ \begin{aligned} \text{حمض قوي أحادي الوظيفية} \\ \text{حمض قوي ثنائي الوظيفية} \end{aligned} \right.$$

حمض ضعيف:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] =$$

$$\left\{ \begin{aligned} 10^{-14} \\ \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} \end{aligned} \right.$$

إذا علمت قيمة $[\text{OH}^-]$:

إذا علمت قيمة الـ pH:

$$\left\{ \begin{aligned} 10^{-\text{pH}} \\ \sqrt{K_a \cdot C_a} \end{aligned} \right.$$

حمض ضعيف:

ملاحظات لحساب تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحلول:

أساس قوي أحادي الوظيفية:

$$\left\{ \begin{aligned} C_b \\ \alpha C_b \end{aligned} \right. \quad \left\{ \begin{aligned} \text{أساس قوي أحادي الوظيفية} \\ \text{أساس ضعيف} \end{aligned} \right.$$

أساس ضعيف:

$$[\text{OH}^-] = \left\{ \begin{aligned} 10^{-14} \\ \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \end{aligned} \right.$$

إذا علمت قيمة $[\text{H}_3\text{O}^+]$:

إذا علمت قيمة الـ pOH:

$$\left\{ \begin{aligned} 10^{-\text{pOH}} \\ \sqrt{K_b \cdot C_b} \end{aligned} \right.$$

أساس ضعيف:

صعب عبارة ثابت تأين الماء:

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

$$\Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}}$$

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

$$K_b = ?$$

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

ذرع الطرفين ثم نعزل:

$$[OH^-]^2 = K_b \cdot C_b$$

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

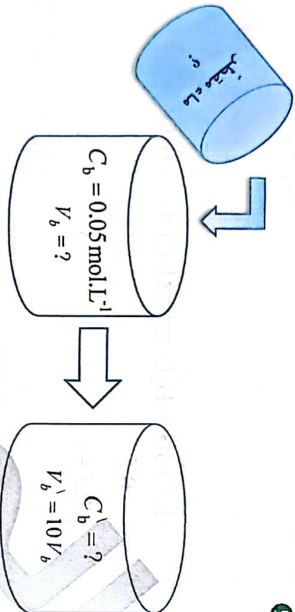
$$\Rightarrow K_b = 0.2 \times 10^{-4}$$

$$\alpha\% = ?$$

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} = \frac{10^{-3}}{0.05} = 0.02$$

وكنتيجة مئوية:

$$\alpha\% = 0.02 \times 100\% = 2\%$$



n قبل التمدد = n^1 بعد التمدد

$$C_b V_b = C_b^1 V_b^1$$

$$0.05 \times V_b = C_b^1 \times 10V_b$$

$$\Rightarrow C_b^1 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

هنا أن NH_3 أساس ضعيف يكون:

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

$$[OH^-] = \sqrt{0.2 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-3}} = \sqrt{10^{-7}}$$

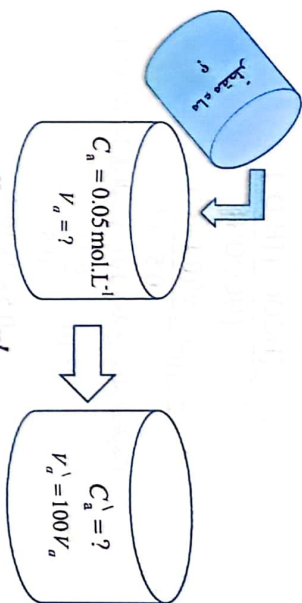
$$\Rightarrow [OH^-] = 10^{-3.5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$pH = -\log(10^{-3.5})$$

$$\Rightarrow pOH = 3.5$$

6



n قبل التمدد = n^1 بعد التمدد

$$C_a V_a = C_a^1 V_a^1$$

$$0.05 \times V_a = C_a^1 \times 100V_a$$

$$\Rightarrow C_a^1 = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

هنا أن HA حمض ضعيف يكون:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a^1}$$

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

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

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$pH = -\log(10^{-4})$$

$$\Rightarrow pH = 4$$

المسألة الرابعة: محلول مائي للأشدر تركيزه الابتدائي

0.05 mol.L^{-1} له قيمة $pH = 11$. **المطلوب:**

1 اكتب معادلة تأين الأشدر، وحدد عليها الترواح المترافقة (الاساس/حمض) وفق نظرية بروينستد- لوري.

2 احسب قيمة $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ في المحلول.

3 احسب قيمة ثابت تأين الأشدر.

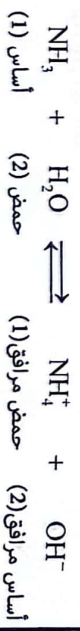
4 احسب النسبة المئوية لتأين الأشدر.

5 نمذد المحلول السابق 10 مرات. احسب pOH المحلول الناتج.

المعطيات:

$$\left. \begin{aligned} [OH^-] &= \sqrt{K_b \cdot C_b} \\ [OH^-] &= \alpha \cdot C_b \end{aligned} \right\} NH_3 \quad \left\{ \begin{aligned} pH &= 11 \\ C_b &= 0.05 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned} \right.$$

الحل:



$$[OH^-] = ? \text{ و } [H_3O^+] = ?$$

$$pH = 11 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}$$

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

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]}$$

$$2 \times 10^{-4} = \frac{x'(0.1+x')}{0.5-x'}$$

تُهمل x' المضافة في البسط والمطروجة في المقام لصغرهما:

$$2 \times 10^{-4} = \frac{0.1x'}{0.5}$$

$$\Rightarrow x' = \frac{0.5 \times 2 \times 10^{-4}}{0.1}$$

$$\Rightarrow x' = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\Rightarrow [\text{HCOO}^-] = x' = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي

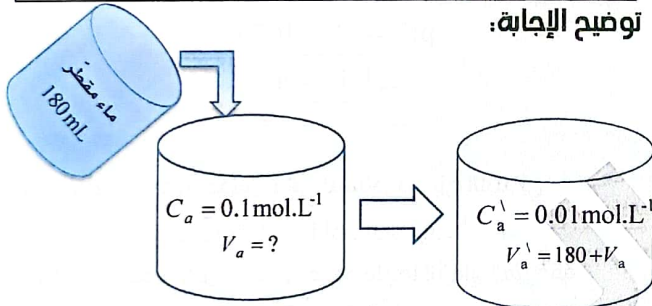
1) نأخذ حجم V من محلول حمض كلور الماء تركيزه 0.1 mol.L^{-1}

ونضيف إليه 180 mL من الماء المقطر ليصبح تركيزه

0.01 mol.L^{-1} فيكون الحجم V مساوياً:

40 mL	b	20 mL	a
18 mL	d	60 mL	c

توضيح الإجابة:



$$n \text{ قبل التمدد} = n' \text{ بعد التمدد}$$

$$C_a V_a = C_a' V_a'$$

$$0.1 \times V_a = 0.01 \times (180 + V_a)$$

$$0.1 V_a = 1.8 + 0.01 V_a$$

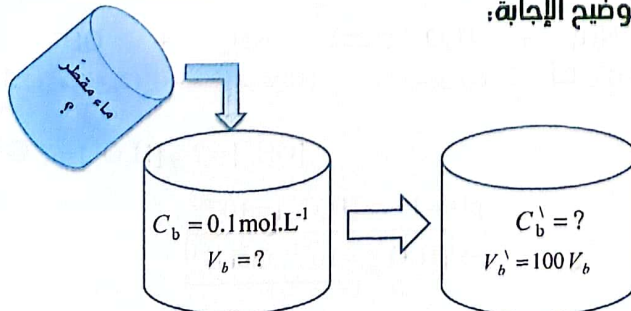
$$\Rightarrow V_a = 20 \text{ mL}$$

2) محلول مائي لهدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 mol.L^{-1} نمده

بالماء المقطر 100 مرة، فتصبح قيمة pH المحلول الناتج مساوية:

3	b	1	a
13	d	11	c

توضيح الإجابة:



$$n \text{ قبل التمدد} = n' \text{ بعد التمدد}$$

الرسالة الخاصة: محلول مائي لحمض النمل تركيزه

0.5 mol.L^{-1} وقيمة ثابت تأينه 2×10^{-4} المطلوب:

- 1) اكتب معادلة تأين هذا الحمض.
- 2) احسب قيمة $[\text{HCOO}^-]$ في المحلول.
- 3) احسب قيمة pH المحلول.
- 4) احسب قيمة درجة تأين هذا الحمض.
- 5) نظف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه 0.1 mol.L^{-1} المطلوب: احسب $[\text{HCOO}^-]$ في هذه الحالة.

ملاحظة: يمكن أن يأتي الطلب 5 بالشكل الآتي:

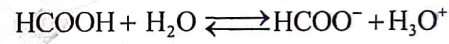
إذا احتوى المحلول الابتدائي حمض كلور الماء بتركيز 0.1 mol.L^{-1} بالإضافة إلى المحلول السابق.

المعطيات:

$$\left. \begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= \sqrt{K_a \cdot C_a} \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= \alpha \cdot C_a \end{aligned} \right\} \text{HCOOH} \left\{ \begin{aligned} C_a &= 0.5 \text{ mol.L}^{-1} \\ K_a &= 2 \times 10^{-4} \end{aligned} \right.$$

الحل:

1



$$\begin{array}{ccc} 0.5 & 0 & 0 \\ 0.5-x & x & x \end{array}$$

$$[\text{HCOO}^-] = ? \quad 2$$

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

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{2 \times 10^{-4} \times 0.5}$$

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

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

$$\text{pH} = ? \quad 3$$

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

$$\alpha = ? \quad 4$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a} = \frac{10^{-2}}{0.5} = 0.02$$

وكنسبة مئوية:

$$\alpha\% = 0.02 \times 100 = 2\%$$

5



$$\begin{array}{ccc} 0.1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0.1 \end{array}$$



$$\begin{array}{ccc} 0.5 & 0 & 0.1 \\ 0.5-x' & x' & 0.1+x' \end{array}$$

$$pH = 1$$

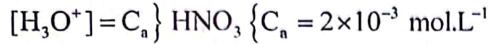
$$1.2 \times 100 = C^{\wedge} \times 300$$

$$\Rightarrow C^{\wedge} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

٥) محلول مائي لحمض الأزوت تركيزه $2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ فتكون قيمة pH المحلول مساوية: علماً أن: $\log(2) = 0.3$

2.7	b	2	a
3	d	1	c

توضيح الإجابة:



بما أن HNO_3 حمض قوي أحادي الوظيفة الحمضية وتام التأين يكون:

$$[H_3O^+] = C_a$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$pH = -\log(2 \times 10^{-3})$$

$$pH = -\log(2) - \log(10^{-3})$$

$$pH = -0.3 + 3$$

$$\Rightarrow pH = 2.7$$

٦) المحلول المائي الذي له أصغر قيمة pH من بين المحاليل الآتية

المتساوية في التركيز هو:

NH_4OH	b	H_2O	a
$HCOOH$	d	HNO_3	c

توضيح الإجابة: للحمض الأقوى أصغر قيمة pH.

٧) المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من بين المحاليل الآتية

المتساوية في التركيز هو:

NH_4OH	b	H_2O	a
H_2SO_4	d	KOH	c

توضيح الإجابة: للأساس الأقوى أكبر قيمة pH.

٨) أحد الأزواج الآتية يشكل زوج (أساس/حمض) وفق نظرية

برونشتد-لوري:

H_2O/O_2	b	NO_2^-/NH_3	a
HCN/CN^-	d	HNO_3/HNO_2	c

٩) أحد الأزواج الآتية لا يشكل زوج (أساس/حمض) وفق نظرية

برونشتد-لوري:

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

$$C_b V_b = C_b^{\wedge} V_b^{\wedge}$$

$$0.1 \times V_b = C_b^{\wedge} \times 100 V_b$$

$$\Rightarrow C_b^{\wedge} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

بما أن $NaOH$ أساس قوي أحادي الوظيفة الأساسية وتام التأين يكون:

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

حسب عبارة ثابت تأين الماء:

$$K_w = [H_3O^+]^{\wedge} \cdot [OH^-]^{\wedge} = 10^{-14}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+]^{\wedge} = \frac{10^{-14}}{[OH^-]^{\wedge}} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}}$$

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

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

$$pH^{\wedge} = -\log(10^{-11})$$

$$\Rightarrow pH^{\wedge} = 11$$

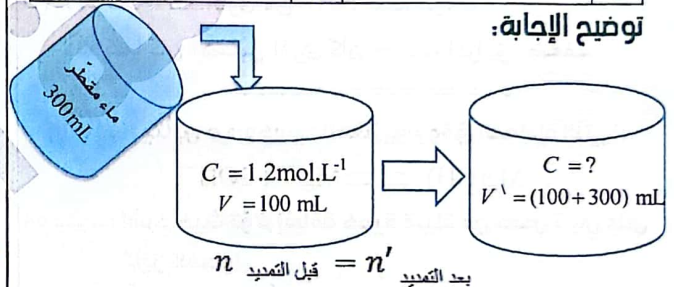
٣) نمدد محلول $NaNO_3$ حجمه 100 mL وتركيزه 1.2 mol.L^{-1}

وذلك بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أمثال

حجمه، فيصبح التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ mol.L^{-1} مساوياً:

0.4	b	0.6	a
0.2	d	0.3	c

توضيح الإجابة:



$$n \text{ قبل التمديد} = n' \text{ بعد التمديد}$$

$$pH = 1$$

$$1.2 \times 100 = C^{\wedge} \times 400$$

$$\Rightarrow C^{\wedge} = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$

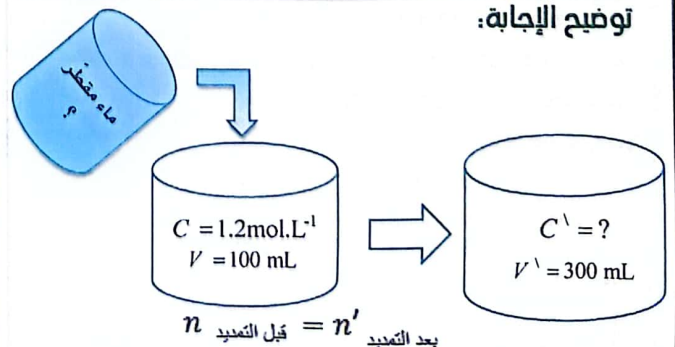
٤) نمدد محلول $NaCl$ حجمه 100 mL وتركيزه 1.2 mol.L^{-1} بالماء

المقطر ليصبح حجمه ثلاثة أمثال ما كان عليه، فيصبح تركيزه

مقدراً بـ mol.L^{-1} مساوياً:

0.4	b	0.6	a
0.2	d	0.3	c

توضيح الإجابة:



$$n \text{ قبل التمديد} = n' \text{ بعد التمديد}$$

10 في الوسط الأساسي (القلوي) يتحقق:

$[H_3O^+] > 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$	b	$[H_3O^+] > [OH^-]$	a
pH < 7	d	$[OH^-] > 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$	c

ملاحظات هامة للأسئلة النظرية.

- ① عند مقارنة قوة حمضين ضعيفين أو أكثر، فإن الحمض الذي له قيمة K_a أكبر هو الأقوى.
- ② عند مقارنة قوة أساسين ضعيفين أو أكثر، فإن الأساس الذي له قيمة K_b أكبر هو الأقوى.
- ③ كلما كان الحمض أقوى كان أساسه المرافق أضعف (والعكس صحيح).
- ④ كلما كان الأساس أقوى كان حمضه المرافق أضعف (والعكس صحيح).
- ⑤ K_a أكبر $\Leftarrow [H_3O^+] > [OH^-]$ أكبر \Leftarrow أصغر pH
- ⑥ K_a أصغر $\Leftarrow [H_3O^+] < [OH^-]$ أصغر \Leftarrow أكبر pH

سؤال (1): إذا علمت أن: قيمة ثابت تأين حمض النمل

$$K_{a(\text{HCOOH})} = 1.8 \times 10^{-4} \text{ وقيمة ثابت تأين حمض سيانيد الهيدروجين}$$

$$K_{a(\text{HCN})} = 5 \times 10^{-10} \text{ في درجة حرارة معينة. المطلوب:}$$

- ① أي الحمضين أقوى من الآخر؟ علل إجابتك.
- ② اكتب صيغة الأساس المرافق لكل من الحمضين السابقين وفق نظرية برونشتد - لوري. ثم بين أي الأساسين أقوى. علل إجابتك.
- ③ في أي محلول تكون قيمة $[H_3O^+]$ أكبر؟
- ④ في أي محلول تكون قيمة pH أصغر؟
- ⑤ في أي محلول تكون قيمة $[OH^-]$ أكبر؟

الجواب:

$$① \text{ HCOOH أقوى من HCN كحمض لأن: } K_{a(\text{HCOOH})} > K_{a(\text{HCN})}$$

$$② \text{ HCOO}^- \text{ هو الأساس المرافق للحمض HCOOH.}$$

$$\text{CN}^- \text{ هو الأساس المرافق للحمض HCN.}$$

$$\text{CN}^- \text{ أقوى من HCOO}^- \text{ كأساس، لأنه كلما كان الحمض أقوى}$$

كان أساسه المرافق أضعف.

$$③ \text{ في محلول HCOOH تكون قيمة } [H_3O^+] \text{ أكبر.}$$

$$④ \text{ في محلول HCOOH تكون قيمة الـ pH أصغر.}$$

$$⑤ \text{ في محلول HCN تكون قيمة } [OH^-] \text{ أكبر.}$$

سؤال (2): إذا علمت أن NO_2^- أقوى من NO_3^- كأساس. المطلوب:

(a) اكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما وفق نظرية برونشتد - لوري.

(b) أي الحمضين أقوى من الآخر؟ ولماذا؟

الجواب:

$$(a) \text{ HNO}_2 \text{ هو الحمض المرافق للأساس } \text{NO}_2^-$$

$$\text{HNO}_3 \text{ هو الحمض المرافق للأساس } \text{NO}_3^-$$

$$(b) \text{ HNO}_3 \text{ أقوى من HNO}_2 \text{ كحمض:}$$

لأنه كلما كان الأساس أقوى كان حمضه المرافق أضعف.

سؤال (3): إذا علمت أن NH_3 أقوى من CH_3COO^- كأساس.

المطلوب:

(a) اكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما وفق نظرية برونشتد - لوري.

(b) أي الحمضين أقوى من الآخر؟ ولماذا؟

الجواب:

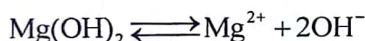
$$(a) \text{ NH}_4^+ \text{ هو الحمض المرافق للأساس } \text{NH}_3$$

$$\text{CH}_3\text{COOH} \text{ هو الحمض المرافق للأساس } \text{CH}_3\text{COO}^-$$

$$(b) \text{ CH}_3\text{COOH} \text{ أقوى من NH}_4^+ \text{ كحمض:}$$

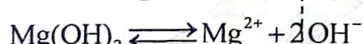
لأنه كلما كان الأساس أقوى كان حمضه المرافق أضعف.

سؤال (4): يتأين هيدروكسيد المغنيزيوم وفق المعادلة الآتية:



المطلوب: اشرح كيف تؤثر إضافة كمية قليلة من حمض قوي على تأين المحلول.

الجواب: يتأين الحمض القوي وفق المعادلة:

يتحد أيون H_3O^+ الناتج من تأين الحمض القوي مع أيون OH^- ويتشكل الماء H_2O \Leftarrow ينقص تركيز $[\text{OH}^-]$ \Leftarrow يختل التوازن \Leftarrow يرجح التفاعل بالاتجاه المباشر وفق قاعدة لوشاتوليه \Leftarrow يتأين قسم من الأساس الضعيف.

أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي

- 1 يُعد الماء مركباً مذبذباً وفق نظرية برونشتد - لوري. لأنه يسلك سلوك حمض أحياناً وسلوك أساس أحياناً وفقاً للمادة التي يتفاعل معها.
- 2 يُعد (HCl , HNO₃ , H₂SO₄) حمضاً قوياً. لأن تأينه تام في المحاليل المائية (→).
- 3 يُعد (NaOH , KOH) أساساً قوياً. لأن تأينه تام في المحاليل المائية (→).
- 4 يُعد (HCOOH , CH₃COOH , HCN) حمضاً ضعيفاً. لأن تأينه جزئي في المحاليل المائية (↔).
- 5 يُعد (NH₃ , NH₄OH) أساساً ضعيفاً. لأن تأينه جزئي في المحاليل المائية (↔).
- 6 يُعد Fe²⁺ حمضاً وفق نظرية لويس. لأنه يستقبل زوجاً إلكترونياً وفق نظرية لويس.
- 7 يُعد NH₃ أساساً وفق نظرية لويس. لأنه يمنح زوجاً إلكترونياً وفق نظرية لويس.
- 8 يُعد أيون الخلات CH₃COO⁻ أساساً وفق نظرية برونشتد-لوري. لأنه يستقبل بروتوناً وفق نظرية برونشتد - لوري.

مسائل تدريبية

- المسألة الأولى:** يذاب 2.8 g من هيدروكسيد البوتاسيوم النقي في الماء المقطر، ويكفل حجم المحلول إلى 0.5 L. المطلوب حساب:
- 1 تركيز المحلول الناتج مقدراً بـ g.L⁻¹ ثم mol.L⁻¹.
 - 2 قيمة [OH⁻] و [H₃O⁺] في المحلول.
 - 3 قيمة pH و pOH المحلول.
 - 4 حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 50 mL من المحلول السابق لتصبح قيمة 2 = pOH¹.
- K : 39 , O : 16 , H : 1

المسألة الثانية: محلول مائي لحمض الكبريت تركيزه الابتدائي0.05 mol.L⁻¹ المطلوب:

- 1 اكتب معادلة تأين هذا الحمض.
 - 2 احسب قيمة [H₃O⁺] و [OH⁻] في المحلول.
 - 3 احسب قيمة pH المحلول.
 - 4 احسب كتلة حمض الكبريت في 100 mL من محلوله السابق.
 - 5 نمذد المحلول السابق 10 مرات. المطلوب: احسب قيمة pH¹ بعد التمديد.
- H : 1 , S : 32 , O : 16

المسألة الثالثة: محلول مائي للنشادر تركيزه الابتدائي 0.05 mol.L⁻¹وقيمته ثابت تأينه 2 × 10⁻⁵. المطلوب:

- 1 اكتب معادلة تأين هذا الأساس وحدد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) وفق نظرية برونشتد - لوري.
- 2 احسب قيمة [OH⁻] في المحلول.
- 3 احسب النسبة المئوية لتأين هذا الأساس.
- 4 احسب قيمة pH المحلول.
- 5 نضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.1 mol.L⁻¹ المطلوب: احسب تركيز أيونات الأمونيوم [NH₄⁺] في هذه الحالة.

المسألة الرابعة: محلول مائي لحمض الخل له قيمة pH = 4 وقيمةثابت تأين هذا الحمض 2 × 10⁻⁵. المطلوب:

- 1 اكتب معادلة تأين هذا الحمض، وحدد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) وفق نظرية برونشتد-لوري.
- 2 احسب التركيز الابتدائي لمحلول هذا الحمض.
- 3 احسب قيمة pOH هذا المحلول.
- 4 احسب قيمة درجة تأين هذا الحمض.

ب) حموضة الأملاح:

هو تفاعل أيون الملح الناتج من (الحمض الضعيف أو الأساس الضعيف أو كليهما) مع الماء، وهو تفاعل عكوس \rightleftharpoons وينتج عنه الحمض أو الأساس الضعيف، وغالباً يرافقه تغير في قيمة الـ pH.

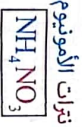
الجزء المصيف من الملح	الجزء القوي من الملح
هو جزء ناتج من حمض ضعيف أو أساس ضعيف. HCOO ⁻ , CH ₃ COO ⁻ , CN ⁻	هو جزء ناتج من حمض قوي، أو أساس قوي. Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻
أيون يتفاعل مع الماء (يتحلله).	أيون حيادي لا يتفاعل مع الماء (لا يتحلله).
يحدّد ثابت التآين (K _b , K _n) في عبارة ثابت الحمضية K _n .	يحدّد طبيعة الوسط (حمضي، قروي، معتدل).

حالات الحموضة:

① حالة ملح ناتج من حمض قوي وأساس ضعيف:

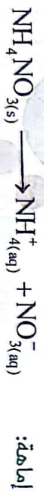
تطبيقي: محلول مائي ملح نترات الأمونيوم. المطلوب:

- اكتب معادلة الزمادة ثم الحموضة لهذا الملح.
- ما طبيعة الوسط الناتج عن الحموضة؟ علل إجابتك.
- اكتب عبارة ثابت حموضة هذا الملح K_n بدلالة التراكيز.
- اكتب العلاقة التي تربط بين ثابت حموضة هذا الملح K_n وثابت تآين المنشرد K_b (أو ثابت تآين الماء K_w).



NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
أيون ناتج عن أساس ضعيف (جزء ضعيف)	أيون ناتج عن حمض قوي (جزء قوي)
أيون حيادي (لا يتحلله). يحدّد طبيعة الوسط: الوسط حمضي pH < 7.	أيون حيادي (لا يتحلله). يحدّد ثابت التآين: K _b .

الجواب:



(b) الوسط حمضي؛ لأنه ينتج أيون H₃O⁺ عن تفاعل الحمضية.

(c) عبارة ثابت الصلحة K_n بدلالة التراكيز:

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

(d) عبارة ثابت الصلحة K_n بدلالة ثابت التآين K_b:

$$K_n = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{K_b}$$

مراجعة لكاتبه الصيغ الكيميائية المركبات

اسم العنصر	رمز العنصر	رمز الأيون	التحليل	الخطر	الصيغة	التحليل
الصوديوم	Na	Na ⁺	1	1	NH ₄ ⁺	التحليل
البوتاسيوم	K	K ⁺	1	1	HCOO ⁻	1
الفضة	Ag	Ag ⁺	1	1	CH ₃ COO ⁻	1
الكور	Cl	Cl ⁻	1	1	NO ₃ ⁻	1
الكالسيوم	Ca	Ca ²⁺	2	2	CN ⁻	1
الرصاص	Pb	Pb ²⁺	2	2	SO ₄ ²⁻	1
الباريوم	Ba	Ba ²⁺	2	2	CO ₃ ²⁻	2
المغنيزيوم	Mg	Mg ²⁺	2	2	CrO ₄ ²⁻	2
الكوبلت	S	S ²⁻	2	2	PO ₄ ³⁻	3

مثال: اكتب الصيغة الكيميائية لكل من المركبات الآتية:

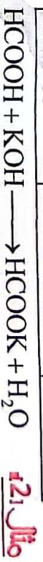
كلوريد الرصاص	كبريتات الفضة	نترات الأمونيوم
PbCl ₂	Ag ₂ SO ₄	NH ₄ NO ₃
كربونات المغنيزيوم	فوسفات ثنائي الكالسيوم	ملح البوتاسيوم
MgCO ₃	Ca ₃ (PO ₄) ₂	HCOOK

تفاعلية الأملاح

يكون الملح من تفاعل الحمض مع الأساس:



الجزء الحمضي	الجزء الأساسي	الملح
Cl ⁻	Na ⁺	NaCl



الجزء الحمضي	الجزء الأساسي	الملح
HCOO ⁻	K ⁺	HCOOK

تصنيف الأملاح وفق ذوبانها في الماء:

أملاح قليلة الذوبان	أملاح ذوابة
جزئي في المحاليل المائية \rightleftharpoons غير متجانسة يتوازن فيها المحلر الصلب (المح المتربب) مع المحلر المتساكن (الأيونات المنجزة).	تام في المحاليل المائية \rightarrow متجانسة لا تحوي راسب.
Ag ₂ SO ₄ , PbCl ₂ AgCl, BaSO ₄ , CaCO ₃	أملاح Na ⁺ , K ⁺ , NO ₃ ⁻ , (CH ₃ COO ⁻ , NH ₄ ⁺ و ملح BaCl ₂ و CaCl ₂).
ثابت جداء الأيونات K _{sp} .	ثابت الحمضية K _n .

① الأملاح الذوابة:

(a) أمالة الأملاح:

في ذوبان الملح في الماء، وبما أنها أملاح ذوابة فإن تأثيرها تام (→).
مثال: معادلة أمالة ملح كلوريد الصوديوم:



جلات الأمونيوم
HCOONa

HCOO ⁻	NH ₄ ⁺
أيون ناتج عن حمض ضعيف (جزء ضعيف)	أيون ناتج عن أساس ضعيف (جزء ضعيف)
يتحلل.	يتحلل.
يحدد ثابت التآين: K _a	يحدد ثابت التآين: K _b

الجواب:



بجمع المعادلتين السابقتين نحصل على معادلة الحلمة:



(b) عبارة ثابت الحلمة K_h بدلالة التراكيز:

$$K_h = \frac{[\text{HCOOH}][\text{NH}_3]}{[\text{HCOO}^-][\text{NH}_4^+]}$$

(c) عبارة ثابت الحلمة K_h بدلالة ثابت تآين الماء K_w:

$$K_h = \frac{K_w}{K_a \cdot K_b} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5} \times 2 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow K_h = \frac{1}{4} \times 10^{-5}$$

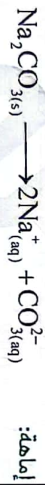
(d) الوسط حمضي، لأن: K_a > K_b

سؤال: محلول مائي ملح كربونات الصوديوم **المطلوب:**

(a) اكتب معادلة الأمامة ثم الحلمة لهذا الملح.

(b) ما طبيعة الوسط الناتج عن الحلمة؟ علل إجابتك.

الجواب:

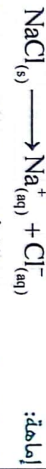


طبيعة الوسط: أساسي، لأنه ينتج أيون OH⁻ عن تفاعل الحلمة.

سؤال: محلول مائي ملح كلوريد الموزيوم **المطلوب:**

اكتب معادلة إمامة هذا الملح، ثم حدد طبيعة الوسط. علل إجابتك.

الجواب:



طبيعة الوسط: معتدل، لأن أيونات هذا الملح حيادية لا تتحلل (لا تتفاعل مع الماء).

② سألة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي:

تطبيقي:

محلول مائي ملح نملات البوتاسيوم **المطلوب:**

(a) اكتب معادلة الأمامة ثم الحلمة لهذا الملح.

(b) ما طبيعة الوسط الناتج عن الحلمة؟ علل إجابتك.

(c) اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح K_h بدلالة التراكيز.

(d) اكتب العلاقة التي تربط بين ثابت حلمة هذا الملح K_h و ثابت تآين حمض الأمون K_a (أو ثابت تآين الماء K_w).

جلات البوتاسيوم
HCOOK

HCOO ⁻	K ⁺
أيون ناتج عن حمض ضعيف (جزء ضعيف)	أيون ناتج عن أساس قوي (جزء قوي)
أيون حيادي (لا يتحلل).	أيون حيادي (لا يتحلل).
يحدد ثابت التآين: K _a	يحدد طبيعة الوسط: الوسط أساسي pH > 7.

الجواب:



(b) الوسط أساسي، لأنه ينتج أيون OH⁻ عن تفاعل الحلمة.

(c) عبارة ثابت الحلمة K_h بدلالة التراكيز:

$$K_h = \frac{[\text{HCOOH}][\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]}$$

(d) عبارة ثابت الحلمة K_h بدلالة ثابت التآين K_a:

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

③ سألة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف:

تطبيقي:

محلول مائي ملح نملات الأمونيوم، إذا علمت أن ثابت تآين حمض النمل 2 × 10⁻⁴ و ثابت تآين هيدروكسيد الأمونيوم 2 × 10⁻⁵.

المطلوب:

(a) اكتب معادلتين إمامة وحلمة هذا الملح.

(b) اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح K_h بدلالة التراكيز.

(c) اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح بدلالة ثابت تآين الماء K_w.

(d) ما طبيعة قيمة ثابت الحلمة لهذا الملح. علل إجابتك.

ملاعدة هامة جدا:

هذه القوانين: $[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$ و $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$
لا تُطبق في مسائل الحمضية K_h .

③ $pH = ?$

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

$$\Rightarrow \boxed{pH = 5}$$

الوسط حمضي، لأن: $pH < 7$

④ حساب النسبة المئوية المتحللة من الملح:

كل 0.18 mol.L^{-1} من الملح يتحلل منه $10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ كل 100 mol.L^{-1} من الملح يتحلل منه $Z \text{ mol.L}^{-1}$

$$\Rightarrow Z = \frac{10^{-5} \times 100}{0.18} = \frac{10^{-1}}{18} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{10^{-1}}{18} \% \text{ وكنسبة مئوية:}$$

المسألة الثانية: محلول مائي لملاح كلوريد الأمونيوم تركيزه

 0.2 mol.L^{-1} وقيمة $pH = 5$. المطلوب:

① اكتب معادلة حلمة هذا الملاح.

② احسب قيمة ثابت حلمة هذا الملاح.

③ احسب قيمة ثابت تآين النشادر.

④ نظف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء

تركيزه 0.01 mol.L^{-1} . المطلوب:

احسب النسبة المئوية المتحللة من ملح كلوريد الأمونيوم في

هذه الحالة.

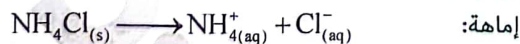
كلوريد الأمونيوم

 $pH = 5$ $\boxed{NH_4Cl}$ 0.2 mol.L^{-1}

NH_4^+	Cl^-
أيون ناتج عن أساس ضعيف (جزء ضعيف)	أيون ناتج عن حمض قوي (جزء قوي)
يتحلل.	أيون حيادي (لا يتحلل).
يحدّد ثابت التآين: K_b .	يحدّد طبيعة الوسط: الوسط حمضي $pH < 7$.

الحل:

① و ②



$$\begin{array}{ccc} 0.2 & 0 & 0 \\ 0.2-x & x & x \end{array}$$

$$K_h = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x^2}{0.2-x}$$

تُهمل x في المقام لصغرهما

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

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

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

المسألة الأولى: تطبيق 6 صفحة 107 كتاب + دورة 2016 الثانية

محلول مائي لملاح نترات الأمونيوم تركيزه 0.18 mol.L^{-1} وقيمةثابت تآين النشادر في الدرجة $25^\circ C$ تساوي 1.8×10^{-5} . المطلوب:① احسب قيمة ثابت حلمة هذا الملاح K_h .

② اكتب معادلة حلمة هذا الملاح.

③ احسب $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ في المحلول.④ احسب قيمة pH المحلول، وما طبيعة المحلول الناتج.

⑤ احسب النسبة المئوية المتحللة من هذا الملاح.

نترات الأمونيوم

 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ $\boxed{NH_4NO_3}$ 0.18 mol.L^{-1}

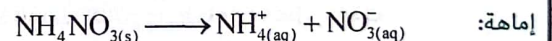
NH_4^+	NO_3^-
أيون ناتج عن أساس ضعيف (جزء ضعيف)	أيون ناتج عن حمض قوي (جزء قوي)
يتحلل.	أيون حيادي (لا يتحلل).
يحدّد ثابت التآين: K_b .	يحدّد طبيعة الوسط: الوسط حمضي $pH < 7$.

الحل:

① $K_h = ?$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} \Rightarrow \boxed{K_h = \frac{1}{18} \times 10^{-8}}$$

②



$$\begin{array}{ccc} 0.18 & 0 & 0 \\ 0.18-x & x & x \end{array}$$

$$K_h = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x^2}{0.18-x}$$

تُهمل x في المقام لصغرهما

$$K_h = \frac{x^2}{0.18} \Rightarrow \frac{1}{18} \times 10^{-8} = \frac{x^2}{0.18}$$

$$\Rightarrow \boxed{x = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}}$$

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

وحسب عبارة ثابت تآين الماء:

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

$$\Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}}$$

$$\Rightarrow \boxed{[OH^-] = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}}$$

نعوض:

المعطيات:



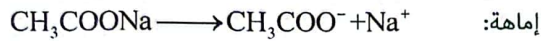
CH_3COO^-	Na^+
أيون ناتج عن حمض ضعيف (جزء ضعيف)	أيون ناتج عن أساس قوي (جزء قوي)
يتحلله.	أيون حيادي (لا يتحلله).
يحدد ثابت التأيين K_a .	يحدد طبيعة الوسط الوسط أساسي $\text{pH} > 7$.

الحل:

① $K_h = ?$

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} \Rightarrow K_h = 0.5 \times 10^{-9}$$

② و ③



0.2	0	0
$0.2 - x$	x	x

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{x^2}{0.2 - x}$$

تُهمل x في المقام لصغرهما

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

$$0.5 \times 10^{-9} = \frac{x^2}{0.2}$$

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

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

حساب قيمة pOH المحلول:

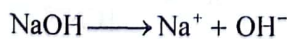
$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(10^{-5}) \Rightarrow \text{pOH} = 5$$

لتحديد طبيعة الوسط نحسب قيمة pH المحلول:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

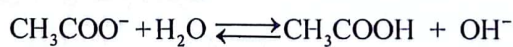
$$\text{pH} + 5 = 14$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 9$$

الوسط أساسي، لأن: $\text{pH} > 7$ ④

0.01	0	0
------	---	---

0	0.01	0.01
---	------	------



0.2	0	0.01
-----	---	------

$0.2 - x$	x	$0.01 + x$
-----------	-----	------------

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

$$\Rightarrow K_h = 0.5 \times 10^{-9}$$

③ $K_b = ?$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} \Rightarrow K_b = \frac{K_w}{K_h} = \frac{10^{-14}}{0.5 \times 10^{-9}}$$

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

④



0.01	0	0
------	---	---

0	0.01	0.01
---	------	------



0.2	0	0.01
-----	---	------

$0.2 - x$	x	$0.01 + x$
-----------	-----	------------

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$K_h = \frac{x \cdot (0.01 + x)}{0.2 - x}$$

تُهمل x المطروحة في المقام والمضافة في البسط لصغرهما:

$$\Rightarrow K_h = \frac{0.01x}{0.2}$$

$$0.5 \times 10^{-9} = \frac{0.01x}{0.2}$$

$$\Rightarrow x = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

كل 0.2 mol.L^{-1} من الملح يتحلله منه $x = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$ كل 100 mol.L^{-1} من الملح يتحلله منه $Z \text{ mol.L}^{-1}$

$$\Rightarrow Z = \frac{10^{-8} \times 100}{0.2} = 0.5 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

وكنسبة مئوية: $0.5 \times 10^{-5} \%$

التمسألة الثالثة: محلول مائي لملح خلّات الصوديوم تركيزه

 0.2 mol.L^{-1} وقيمة ثابت تأين حمض الخل يساوي 2×10^{-5} .

المطلوب:

① احسب قيمة ثابت حلمة هذا الملح.

② اكتب معادلة حلمة هذا الملح.

③ احسب قيمة pOH هذا الملح، وما طبيعة المحلول الناتج.

عَلِّ إجابتك.

④ نضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول هيدروكسيد

الصوديوم تركيزه 0.01 mol.L^{-1} المطلوب:احسب $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ في هذه الحالة.

حسب عبارة ثابت تأين الماء:

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

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}}$$

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

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

② الوسط أساسي، لأن: $\text{pH} > 7$ ③ : $K_a = ?$

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} \Rightarrow K_a = \frac{K_w}{K_h} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} \Rightarrow K_a = 0.5 \times 10^{-9}$$

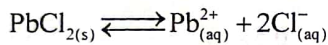
② الأملاح قليلة الذوبان في الماء:

عند وضع كمية من ملح قليل الذوبان في الماء، يذوب قسم ضئيل منه ويبقى القسم الأعظم في الطور الصلب، فيحصل توازن غير متجانس بين الطورين الصلب (الملح المترسب) والمذاب (الأيونات المذابة). نعتبر عن التوازن السابق ب معادلة التوازن غير المتجانس، ويُدرس هذا التوازن بواسطة ثابت يُدعى ب ثابت جداء الذوبان K_{sp} .

مثال: ملح كلوريد الرصاص $PbCl_2$

أهم ما يُطلب من الأملاح قليلة الذوبان:

① كتابة معادلة التوازن غير المتجانس:

② كتابة عبارة ثابت جداء الذوبان K_{sp} (في المحلول المشبع):

$$K_{sp} = [Pb^{2+}].[Cl^-]^2$$

③ علاقة ثابت جداء الذوبان K_{sp} بالذوبانية المولية S :

$$K_{sp} = [Pb^{2+}].[Cl^-]^2$$

$$K_{sp} = (S).(2S)^2$$

$$\Rightarrow K_{sp} = 4S^3$$

وبالتالي تُعطى قيمة S ويُطلب حساب K_{sp} (أو العكس).④ كتابة عبارة الجداء الأيوني Q :

$$Q = [Pb^{2+}].[Cl^-]^2$$

⑤ علاقة الذوبانية المولية بالذوبانية الكتلية:

$$S_{g.L^{-1}} = S_{mol.L^{-1}} \cdot M$$

⑥ لمعرفة إذا كان الملح سيترسب أم لا:

نحسب الجداء الأيوني Q ونقارنه مع ثابت جداء الذوبان K_{sp} :

ونميز ثلاث حالات:

$Q > K_{sp}$	$Q = K_{sp}$	$Q < K_{sp}$
المحلول فوق مشبع ويتشكل راسب.	المحلول مشبع.	المحلول غير مشبع.

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

$$K_h = \frac{x \cdot (0.01 + x)}{0.2 - x}$$

تُهمل x المطروحة في المقام والمضافة في البسط لصغرهما:

$$\Rightarrow K_h = \frac{0.01x}{0.2}$$

$$0.5 \times 10^{-9} = \frac{0.01x}{0.2}$$

$$\Rightarrow x = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

ومنه:

$$[CH_3COOH] = x = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

التمسألة الرابعة: محلول مائي لملح سيانيد الصوديوم تركيزه0.05 mol.L⁻¹ وقيمة ثابت حلمة هذا الملح تساوي 2×10^{-5} .

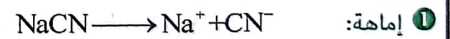
المطلوب:

- احسب معادلة حلمة هذا الملح، ثم احسب قيمة pH المحلول
- ما طبيعة الوسط لمحلول هذا الملح؟ علل إجابتك.
- احسب قيمة ثابت تأين حمض سيانيد الهيدروجين.

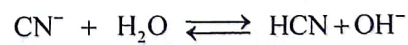
المعطيات:

سيانيد الصوديوم	
Na ⁺	CN ⁻
أيون ناتج عن أساس قوي (جزء قوي)	أيون ناتج عن حمض ضعيف (جزء ضعيف)
أيون حيادي (لا يتحلّمه).	يتحلّمه.
يحدّد طبيعة الوسط الوسط أساسي $\text{pH} > 7$.	يحدّد ثابت التآين K_a .

الحل:



حلمة:



$$0.05 \quad \quad \quad 0 \quad 0$$

$$0.05 - x \quad \quad \quad x \quad x$$

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

$$K_h = \frac{x^2}{0.05 - x}$$

تُهمل x في المقام لصغرهما

$$\Rightarrow 2 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.05}$$

$$\Rightarrow x = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

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

سؤال: اكتب معادلة التوازن غير المتجانس، ثم اكتب عبارة ثابت جداء الأيون لكل من الأملاح الآتية:

معادلة التوازن غير المتجانس	عبارة K_{sp}
كبريت الفضة:	
$Ag_2S_{(s)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$	$K_{sp} = [Ag^+]^2 \cdot [S^{2-}]$
كربونات الكالسيوم:	
$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)}$	$K_{sp} = [Ca^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}]$
كرومات الرصاص:	
$PbCrO_{4(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + CrO_4^{2-}_{(aq)}$	$K_{sp} = [Pb^{2+}] \cdot [CrO_4^{2-}]$

ملاحظات هامة:

- 1) في معادلة التوازن غير المتجانس (ملح قليل الأيونات): نكتفي بكتابة سطر واحد فقط تحت المعادلة.
- 2) أسطر المعادلة هي تراكيز مولية دوماً وليست تراكيز غرامية.
- 3) عندما يُطلب حساب قيمة ثابت جداء الأيون K_{sp} : نكتب معادلة التوازن غير المتجانس للملح، ونضع تحتها سطر المعادلة، ثم نطبق قانون K_{sp} ، ونعوّض.

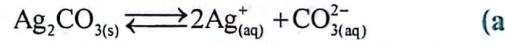
تطبيق: محلول مائي مشبع لملح كربونات الفضة ذوبانيته المولية

S . المطلوب كتابة:

(a) معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

(b) عبارة ثابت جداء ذوبانه، ثم استنتجها بدلالة الأيونية المولية S .

الصل:



$$K_{sp} = [Ag^+]^2 \cdot [CO_3^{2-}] \quad (b)$$

$$K_{sp} = (2S)^2 \cdot (S)$$

$$\Rightarrow K_{sp} = 4S^3$$

تطبيقات جداء الأيونات

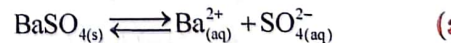
1) ترسيب ملح في محلوله:

سؤال (1): محلول مائي مشبع لملح كبريتات الباريوم. المطلوب:

(a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

(b) اقترح طريقة تؤدي إلى ترسيب هذا الملح في محلوله.

الجواب:



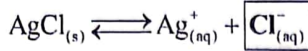
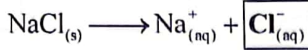
تام التأين (ذواب).

(b) نضيف مركب: } يحوي أيون مماثل أحد أيونات الملح قليل الأيونات.

مثل: (ملح كبريتات الصوديوم Na_2SO_4).

سؤال (2): محلول مائي مشبع لملح كلوريد الفضة. المطلوب: اشرح ما يحدث عند إضافة كمية قليلة من مسحوق لملح كلوريد الصوديوم إلى المحلول المشبع السابق.

الجواب:



يزداد تركيز الأيون المشترك $[Cl^-]$ في المحلول \leftarrow يختل التوازن ويرجع التفاعل بالاتجاه العكسي وفق قاعدة لوشاتوليه \leftarrow يتسبب قسم من ملح $AgCl$ لإعادة التوازن من جديد، ويصبح: $Q > K_{sp}$.

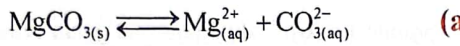
2) إذابة ملح في محلوله:

سؤال (1): محلول مائي مشبع لملح كربونات المغنيزيوم. المطلوب:

(a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

(b) اقترح طريقة تؤدي إلى إذابة هذا الملح في محلوله.

الجواب:



تام التأين (ذواب).

(b) نضيف مركب: } يحوي أيون يتحد مع أحد أيونات الملح قليل الأيونات ويشكل معه مركباً ضعيف التأين.

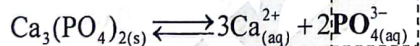
مثل: (حمض الآزوت HNO_3).

سؤال (2): محلول مائي مشبع لملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم.

المطلوب: اشرح ما يحدث عند إضافة قطرات من حمض كلور الماء

إلى المحلول المشبع السابق.

الجواب:



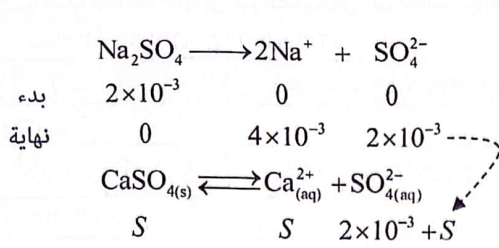
تتحد أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ مع أيونات الفوسفات PO_4^{3-}

يتشكل حمض الفوسفور H_3PO_4 ضعيف التأين \leftarrow ينقص $[PO_4^{3-}]$

يختل التوازن ويرجع التفاعل بالاتجاه المباشر وفق قاعدة لوشاتوليه \leftarrow

يدوب قسم من ملح $Ca_3(PO_4)_2$ لإعادة التوازن من جديد، ويصبح:

$Q < K_{sp}$.



لمعرفة إذا كان الملح CaSO_4 يترسب أم لا:

نحسب الجداء الأيوني Q ونقارنه مع ثابت جداء الذوبان K_{sp} :

$$Q = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

نحسب أولاً تركيز الأيون المشترك $[\text{SO}_4^{2-}]$:

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 2 \times 10^{-3} + S$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 2 \times 10^{-3} + 5 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow [\text{SO}_4^{2-}] = 7 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

نعوض في الجداء الأيوني Q :

$$Q = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

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

$$\Rightarrow Q = 35 \times 10^{-6}$$

بالمقارنة نجد أن: $Q > K_{sp}$ ← يتسبب قسم من ملح CaSO_4 .

الرسالة السادسة: محلول مائي مشبع لملح كربونات الفضة، إذا

علمت أن قيمة ثابت جداء ذوبانه $K_{sp} = 3.2 \times 10^{-5}$. المطلوب:

1) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2) احسب تركيز أيونات الفضة وأيونات الكربونات في المحلول.

3) احسب الذوبانية الكتلية لهذا الملح.

4) نضيف إلى المحلول السابق مسحوق لملح نترات الفضة بحيث

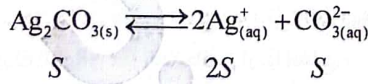
يصبح تركيز هذا الملح في المحلول $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. المطلوب:

وضّح حسابياً هل يتشكل راسب من ملح كربونات الفضة؟

Ag : 108 , C : 12 , O : 16

الحل:

1) معادلة التوازن غير المتجانس:



2) $K_{sp} = ?$

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

$$K_{sp} = (2S)^2 \cdot (S)$$

$$K_{sp} = 4S^3$$

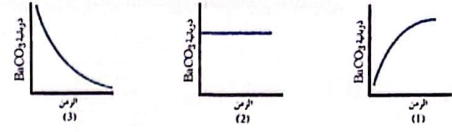
$$3.2 \times 10^{-5} = 4S^3$$

$$\Rightarrow S = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Ag}^+] = 2S = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = S = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

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



المطلوب:

(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 .

الجواب:

(a) المنحني (1): يشير لإضافة HNO_3 يزيد من ذوبانية BaCO_3 .

(b) المنحني (3): يشير لإضافة Na_2CO_3 يقلل من ذوبانية BaCO_3 .

بسبب وجود الأيون المشترك CO_3^{2-} .

(c) المنحني (2): يشير لإضافة NaNO_3 التي لا تؤثر في الذوبانية.

الرسالة الخامسة: محلول مائي مشبع لملح كبريتات الكالسيوم

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

1) احسب ذوبانية هذا الملح مقدرة بـ mol.L^{-1} .

2) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

3) احسب قيمة ثابت جداء الذوبان لهذا الملح.

4) نضيف إلى المحلول السابق مسحوق لملح كبريتات الصوديوم

بحيث يصبح تركيزه في المحلول $2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. المطلوب:

وضّح حسابياً هل يتشكل راسب من ملح كبريتات الكالسيوم؟

Ca : 40 , S : 32 , O : 16

الحل:

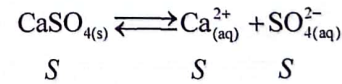
1) $S_{\text{mol.L}^{-1}} = ?$

$$S_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{S_{\text{g.L}^{-1}}}{M_{(\text{CaSO}_4)}} = \frac{0.68}{136}$$

$$\Rightarrow S_{\text{mol.L}^{-1}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

حيث: $M_{(\text{CaSO}_4)} = 40 + 32 + 16(4) = 136 \text{ g.mol}^{-1}$

2) معادلة التوازن غير المتجانس:



3) $K_{sp} = ?$

$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$K_{sp} = S \cdot S$$

$$K_{sp} = S^2$$

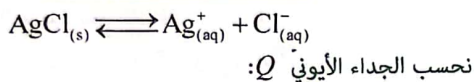
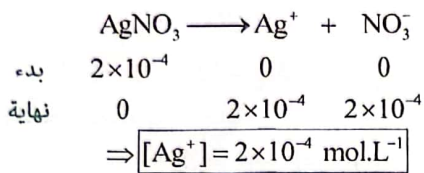
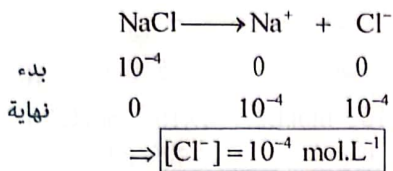
$$K_{sp} = (5 \times 10^{-3})^2$$

$$\Rightarrow K_{sp} = 25 \times 10^{-6}$$

$S_{g.L^{-1}} = ?$ ③

نحسب التراكيز الجديدة بعد الإضافة:

$$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V^1} \begin{cases} [NaCl] = \frac{10^{-4}}{1} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \\ [AgNO_3] = \frac{2 \times 10^{-4}}{1} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \end{cases}$$



$Q = [Ag^+].[Cl^-]$

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

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

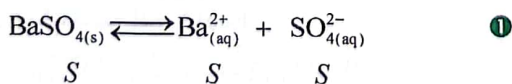
بالمقارنة نجد: $Q < K_{sp}$ \Rightarrow يترسب قسم من ملح $AgCl$.

الرسالة الثانية: محلول مائي مشبع لملح كبريتات الباريوم إذا

علمت أن ثابت جداء ذوبانه $K_{sp} = 10^{-8}$. **المطلوب:**

- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح
- احسب تركيز أيونات الكبريتات وأيونات الباريوم في المحلول.
- احسب ذوبانية هذا الملح مقدراً بـ $g.L^{-1}$.
- نضيف حجم معين من محلول كلوريد الباريوم تركيزه $2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ إلى حجم مساو له من محلول كبريتات البوتاسيوم تركيزه $4 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$. **المطلوب:** وضح حسابياً هل يتشكل راسب من ملح كبريتات الباريوم؟
Ba : 137 , S : 32 , O : 16

الحل:



② $[Ba^{2+}] = ?$ و $[SO_4^{2-}] = ?$

$K_{sp} = [Ba^{2+}].[SO_4^{2-}]$

$K_{sp} = S.S$

$10^{-8} = S^2 \Rightarrow S = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

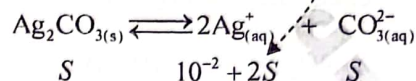
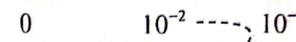
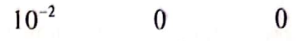
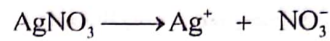
$\Rightarrow [Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}] = S = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

$S_{g.L^{-1}} = S_{mol.L^{-1}} . M_{(Ag_2CO_3)}$

$S_{g.L^{-1}} = 2 \times 10^{-2} \times 276$

$\Rightarrow S_{g.L^{-1}} = 552 \times 10^{-2} \text{ g.L}^{-1}$

حيث: $M_{(Ag_2CO_3)} = 108(2) + 12 + 16(3) = 276 \text{ g.mol}^{-1}$



لمعرفة إذا كان الملح Ag_2CO_3 يترسب أم لا:

نحسب الجداء الأيوني Q ونقارنه مع ثابت جداء الذوبان K_{sp} :

$Q = [Ag^+].[Cl^-]$

نحسب أولاً تركيز الأيون المشترك $[Ag^+]$:

$[Ag^+] = 10^{-2} + 2S$

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

$\Rightarrow [Ag^+] = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

نعوض في الجداء الأيوني Q :

$Q = (5 \times 10^{-2})^2 . (2 \times 10^{-2})$

$\Rightarrow Q = 5 \times 10^{-3}$

بالمقارنة نجد أن: $Q > K_{sp}$ \Rightarrow يترسب قسم من ملح Ag_2CO_3 .

الرسالة السابعة: نضيف 200 mL من محلول يحوي 10^{-4} mol

من كلوريد الصوديوم إلى 800 mL من محلول يحوي 10^{-4} mol من نترات الفضة فإذا علمت أن قيمة ثابت جداء الذوبان لملح كلوريد الفضة $K_{sp(AgCl)} = 6.25 \times 10^{-10}$ في شروط التجربة. **المطلوب:** وضح حسابياً هل يتشكل راسب من ملح كلوريد الفضة؟

الحل:

①	②
NaCl	AgNO ₃
10^{-4} mol	$2 \times 10^{-4} \text{ mol}$
200 mL	800 mL
③	
AgCl	
$K_{sp(AgCl)} = 6.25 \times 10^{-10}$	

يصح الحجم الجديد بعد الإضافة:

$V^1 = 200 + 800 = 1000 \text{ mL} = 1 \text{ L}$

$$S_{g.L^{-1}} = ? \text{ ③}$$

$$S_{g.L^{-1}} = S_{mol.L^{-1}} \cdot M_{(BaSO_4)}$$

$$S_{g.L^{-1}} = 10^{-4} \times 233$$

$$\Rightarrow \boxed{S_{g.L^{-1}} = 233 \times 10^{-4} \text{ g.L}^{-1}}$$

$$M_{(BaSO_4)} = 137 + 32 + 16(4) = 233 \text{ g.mol}^{-1} \text{ : حيث}$$

① BaCl ₂ 2×10 ⁻⁴ mol.L ⁻¹ V mL	② K ₂ SO ₄ 4×10 ⁻⁴ mol.L ⁻¹ V mL
③ BaSO ₄ K _{sp} = 10 ⁻⁸	

يصح الحجم الجديد بعد الإضافة:

$$V' = V + V = 2V$$

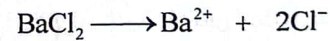
نحسب التراكيز الجديدة بعد الإضافة:

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

$$CV = C'V'$$

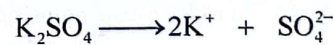
$$\Rightarrow C' = \frac{CV}{V'} = \frac{C \cdot V}{2V}$$

$$\Rightarrow C' = \frac{C}{2} \left\{ \begin{array}{l} [BaCl_2] = \frac{2 \times 10^{-4}}{2} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \\ [K_2SO_4] = \frac{4 \times 10^{-4}}{2} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \end{array} \right.$$



بدء	10 ⁻⁴	0	0
نهاية	0	10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴

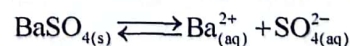
$$\Rightarrow \boxed{[Ba^{2+}] = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}}$$



بدء	2×10 ⁻⁴	0	0
نهاية	0	4×10 ⁻⁴	2×10 ⁻⁴

$$\Rightarrow \boxed{[SO_4^{2-}] = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}}$$

معادلة التوازن غير المتجانس لملح BaSO₄:



نحسب الجداء الأيوني Q ونقارنه مع ثابت جداء الذوبان K_{sp}:

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

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

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

بالمقارنة نجد: $Q > K_{sp} \Rightarrow$ يتسبب قسم من ملح BaSO₄.

المحلول المنظم للحموضة (المحلول الموقفي)

يتألف المحلول المنظم للحموضة (المحلول الموقفي) من:

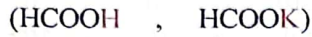
(a) حمض ضعيف مع أحد أملاحه الذوابة.

(b) أساس ضعيف مع أحد أملاحه الذوابة.

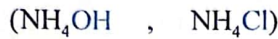
أمثلة:



ملحه الذوابة حمض ضعيف



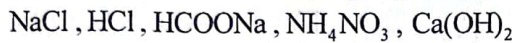
ملحه الذوابة حمض ضعيف



ملحه الذوابة أساس ضعيف

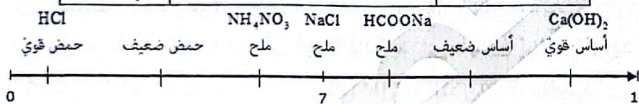
سؤال: رتب المحاليل الآتية المتساوية في التركيز وفق تناقص

قيم الـ pH لكل منها:

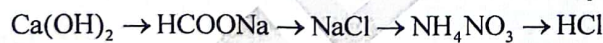


توضيح الإجابة:

pH = 7	ملح ناتج من حمض قوي وأساس قوي.	NaCl
pH < 7	حمض قوي.	HCl
pH > 7	ملح ناتج من حمض ضعيف وأساس قوي.	HCOONa
pH < 7	ملح ناتج من حمض قوي وأساس ضعيف.	NH ₄ NO ₃
pH > 7	أساس قوي.	Ca(OH) ₂



الجواب:



أكبر قيمة pH

أصغر قيمة pH

اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي

① الملح الذوابة الذي يتحلل في الماء من الأملاح الآتية هو:

Na ₂ SO ₄	b	KNO ₃	a
AgCl	d	NH ₄ Cl	c

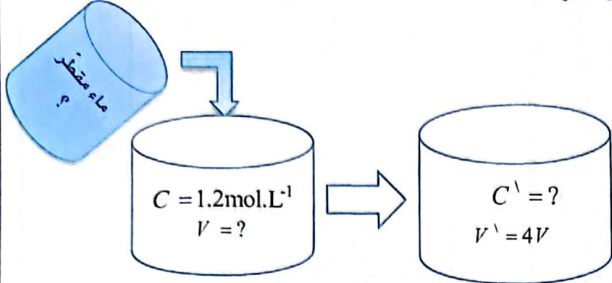
توضيح الإجابة:

المحلول	ذوابة	يتحلل
KNO ₃	✓	×
Na ₂ SO ₄	✓	×
NH ₄ Cl	✓	✓
AgCl	×	×

٣) نمدد محلول Na_2CO_3 تركيزه 1.2 mol.L^{-1} وذلك بإضافة كمية من الماء المقطر إليه بحيث يصبح حجمه أربعة أمثال ما كان عليه، فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً:

0.4 mol.L^{-1}	b	0.6 mol.L^{-1}	a
0.3 mol.L^{-1}	d	0.8 mol.L^{-1}	c

توضيح الإجابة:



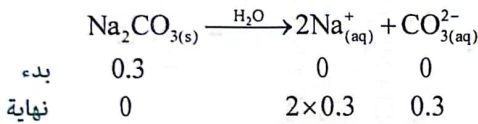
$$n \text{ قبل التمديد} = n' \text{ بعد التمديد}$$

$$\text{pH} = 1$$

$$1.2 \times V = C' \times 4V$$

$$\Rightarrow C' = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$$

إمارة:



$$[\text{Na}^+] = 2 \times 0.3 = 0.6 \text{ mol.L}^{-1}$$

وبالتالي:

٤) المحلول المنظم (الموقفي) من المحاليل الآتية هو:

$\text{HCOOH} + \text{HCOOK}$	b	$\text{HCl} + \text{KCl}$	a
$\text{HCN} + \text{NaCl}$	d	$\text{NaOH} + \text{NaNO}_3$	c

أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي

دورة 2018 الأولى

١) تتمتع الأملاح بخاصية قطبية.

لأن الأملاح مركبات أيونية تتألف من جزأين: جزء أساسي موجب وجزء حمضي سالب.

٢) بعض الأملاح جيدة الذوبان في الماء.

لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراتها أقل من قوى التجاذب التي تنشأ بين هذه الأيونات وجزيئات الماء أثناء الذوبان.

٣) بعض الأملاح قليلة الذوبان في الماء.

لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراتها أكبر من قوى التجاذب التي تنشأ بين هذه الأيونات وجزيئات الماء أثناء الذوبان.

٤) لا يبعد ذوبان ملح كلوريد البوتاسيوم في الماء تفاعل حلمة.

أ: المحلول المائي لملح كلوريد الصوديوم هو محلول معتدل.

أ: pH المحلول المائي لملح كبريتات الصوديوم يساوي 7.

لأن أيونات هذه الأملاح حيادية لا تتحلل (لا تتفاعل مع الماء).

٥) لا تدخل المواد الصلبة (s) في عبارة ثابت جداء الأيونات K_{sp} .

لأن تركيزها يبقى ثابتاً مهماً اختلفت كميتها.

٢) الملح الذائب الذي لا يتحلل في الماء من الأملاح الآتية هو:

NaCl	b	PbCl_2	a
HCOONH_4	d	NH_4Cl	c

توضيح الإجابة:

المحلول	ذواب	لا يتحلل
PbCl_2	x	✓
NaCl	✓	✓
NH_4Cl	✓	x
HCOONH_4	✓	x

٣) الأيون الحيادي الذي لا يتحلل من الأيونات الآتية هو:

NO_3^-	b	CH_3COO^-	a
NH_4^+	d	CN^-	c

٤) نحل ملح في الماء المقطر فيكون وسط المحلول الناتج حمضياً

إذا كان الملح المنحل هو: دورة 2011 الأولى

CH_3COONa	b	NH_4Cl	a
KCN	d	NaCl	c

توضيح الإجابة:

طبيعة الوسط	ملح ناتج من	الملح
حمضي.	حمض قوي وأساس ضعيف.	NH_4Cl
أساسي.	حمض ضعيف وأساس قوي.	CH_3COONa
معتدل.	حمض قوي وأساس قوي.	NaCl
أساسي.	حمض ضعيف وأساس قوي.	KCN

٥) الملح الذائب الذي قيمة $\text{pH} < 7$ لمحلوله المائي من الأملاح

الآتية المتساوية في التركيز هو:

KCN	b	KCl	a
Na_2SO_4	d	NH_4NO_3	c

توضيح الإجابة:

قيمة pH	ملح ناتج من	الملح
$\text{pH} = 7$	حمض قوي وأساس قوي.	KCl
$\text{pH} > 7$	حمض ضعيف وأساس قوي.	KCN
$\text{pH} < 7$	حمض قوي وأساس ضعيف.	NH_4NO_3
$\text{pH} = 7$	حمض قوي وأساس قوي.	Na_2SO_4

٦) المحلول المنظم (الموقفي) للحموضة هو محلول مائي لمزيج

حمض ضعيف مع: دورة 2016 الثانية

حمض قوي.	b	أساس ضعيف ذواب.	a
أساس قوي.	d	أحد أملاحه الذوابة.	c

٧) يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب في

محلول لملح قبيل الذوبان هو:

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	b	$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	a
PbCrO_4	d	Na_2SO_4	c

مناقشة قانون المعايرة

أولاً: معايرة حمض قوي بأساس قوي:

<p>④ معايرة أساس قوي بـحمضين قويين:</p> <p><u>مثال:</u> معايرة محلول لهدروكسيد الصوديوم بمحلول لحمض كلور الماء ومحلول لحمض الأزوت:</p> <p>معادلتها تفاعلي التعديل الحاصلين:</p> $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p>المعادلة الأيونية:</p> $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ <p>عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:</p> $n_{1(\text{H}_3\text{O}^+)} + n_{2(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{(\text{OH}^-)}$ $1 \times n_{1(\text{HCl})} + 1 \times n_{2(\text{HNO}_3)} = 1 \times n_{(\text{NaOH})}$ $1 \times C_1 V_1 + 1 \times C_2 V_2 = 1 \times C V$	<p>③ معايرة حمض قوي بأساسين قويين:</p> <p><u>مثال:</u> معايرة حمض الكبريت بمحلول لهدروكسيد الصوديوم ومحلول لهدروكسيد البوتاسيوم:</p> <p>معادلتها تفاعلي التعديل الحاصلين:</p> $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>المعادلة الأيونية:</p> $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ <p>عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:</p> $n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{1(\text{OH}^-)} + n_{2(\text{OH}^-)}$ $2 \times n_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 1 \times n_{1(\text{NaOH})} + 1 \times n_{2(\text{KOH})}$ $2 \times C V = 1 \times C_1 V_1 + 1 \times C_2 V_2$	<p>② معايرة حمض قوي ثنائي الوظيفة بأساس قوي أحادي الوظيفة:</p> <p><u>مثال:</u> معايرة حمض الكبريت بمحلول لهدروكسيد الصوديوم:</p> <p>معادلة التفاعل الحاصل:</p> $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>المعادلة الأيونية:</p> $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ <p>عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:</p> $n_{1(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{2(\text{OH}^-)}$ $2 \times n_{1(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 1 \times n_{2(\text{NaOH})}$ $2 \times C_1 V_1 = 1 \times C_2 V_2$	<p>① معايرة حمض قوي أحادي الوظيفة بأساس قوي أحادي الوظيفة:</p> <p><u>مثال:</u> معايرة حمض كلور الماء بمحلول لهدروكسيد الصوديوم:</p> <p>معادلة التفاعل الحاصل:</p> $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ <p>المعادلة الأيونية:</p> $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ <p>عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:</p> $n_{1(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{2(\text{OH}^-)}$ $1 \times n_{1(\text{HCl})} = 1 \times n_{2(\text{NaOH})}$ $1 \times C_1 V_1 = 1 \times C_2 V_2$
<p>رابعاً: معايرة ملح بـحمض:</p>		<p>ثانياً: معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:</p>	
<p><u>مثال (2):</u> معايرة محلول لملح كربونات الصوديوم بـحمض كلور الماء:</p> <p>معادلة التفاعل الحاصل:</p> $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ <p>2 mol 1 mol n mol n' mol</p> <p>عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:</p> $1 \times n_{(\text{HCl})} = 2 \times n_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$ $C V = 2 \times C' V'$	<p><u>مثال (1):</u> معايرة محلول لملح كربونات الصوديوم بـحمض الكبريت:</p> <p>معادلة التفاعل الحاصل:</p> $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ <p>1 mol 1 mol n mol n' mol</p> <p>عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:</p> $1 \times n_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 1 \times n_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$ $C V = C' V'$	<p><u>مثال:</u> معايرة محلول لهدروكسيد الأمونيوم بـحمض كلور الماء:</p> <p>معادلة التفاعل الحاصل:</p> $\text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ <p>المعادلة الأيونية:</p> $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:</p> $n_{1(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{2(\text{NH}_4\text{OH})}$ $1 \times n_{1(\text{HCl})} = 1 \times n_{2(\text{NH}_4\text{OH})}$ $1 \times C_1 V_1 = 1 \times C_2 V_2$	<p><u>مثال:</u> معايرة حمض النمل بمحلول لهدروكسيد الصوديوم:</p> <p>معادلة التفاعل الحاصل:</p> $\text{HCOOH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O}$ <p>المعادلة الأيونية:</p> $\text{HCOOH} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$ <p>عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:</p> $n_{1(\text{HCOOH})} = n_{2(\text{OH}^-)}$ $1 \times n_{1(\text{HCOOH})} = 1 \times n_{2(\text{NaOH})}$ $1 \times C_1 V_1 = 1 \times C_2 V_2$

٢٤ يُعد أزرق بروم التيمول مشعراً مناسباً عند معايرة حمض قوي مع

أساس قوي:

لأن مدها (7.6 → 6) يحتوي قيمة pH نقطة نهاية المعايرة.

٢٥ يُعد الفينول فتالين مشعراً مناسباً عند معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:

لأن مدها (10 → 8.2) يحتوي قيمة pH نقطة نهاية المعايرة.

التمرين الأول: يُذاب 6.72 g من هيدروكسيد البوتاسيوم النقي

في الماء المقطر، ويُقفل حجم المحلول إلى 200 mL. المطلوب:

١ احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم النقي مقدراً بـ $g \cdot L^{-1}$ ثم $mol \cdot L^{-1}$.

٢ يُعابير حجم V_1 من محلول حمض الخل تركيزه $0.2 mol \cdot L^{-1}$ بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم السابق فيلتر منه 20 mL لرتماح المعايرة. المطلوب:

٣ اكتب المعادلة المتزنة عن التفاعل الحاصل. ثم اكتب المعادلة الأيونية المتزنة.

٤ احسب حجم حمض الخل المستعمل.

٥ احسب على 10 L من محلول الحمض السابق ثوكسد اليزيتول اكسدة لامة. المطلوب:

٦ اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

٧ احسب كتلة اليزيتول المتزنة لذلك.

K: 39, O: 16, H: 1

الحل:

١ $C_{g \cdot L^{-1}} = ?$ و $C_{mol \cdot L^{-1}} = ?$

$$C_{g \cdot L^{-1}} = \frac{m}{V} = \frac{6.72}{200 \times 10^{-3}} \Rightarrow C_{g \cdot L^{-1}} = 33.6 \text{ g} \cdot L^{-1}$$

$$C_{mol \cdot L^{-1}} = \frac{C_{g \cdot L^{-1}}}{M_{(KOH)}} = \frac{33.6}{56} \Rightarrow C_{mol \cdot L^{-1}} = 0.6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

CH_3COOH	KOH
$C_1 = 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$	$C_2 = 0.6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$
$V_1 = ?$	$V_2 = 20 \text{ mL}$

٢١ معادلة تفاعل المعايرة الحاصل:



المعادلة الأيونية:



$V_1 = ?$ (b)

عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(CH_3COOH)} = n_{2(OH^-)}$$

$$1 \times n_{1(CH_3COOH)} = 1 \times n_{2(KOH)}$$

$$1 \times C_1 V_1 = 1 \times C_2 V_2$$

$$0.2 \times V_1 = 0.6 \times 20$$

$$\Rightarrow V_1 = 60 \text{ mL}$$

مشعرات حمض - أساس

اسم المشعر	يُستعمل عند معايرة	مدى الـ pH للمشعر
أصفر المثيل	حمض قوي مع أساس ضعيف.	4.2 → 6.2
أزرق بروم التيمول	حمض قوي مع أساس قوي.	6 → 7.6
فينول فتالين	حمض ضعيف مع أساس قوي.	8.2 → 10

* خطوات حل مسائل المعايرة:

١ كتابة المعادلة مع الموازنة.

٢ عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة نساوي بين أعداد المولات المعطاة والمطلوبة.

٣ نضرب كل مادة بعدد الوطائف فيها.

حيث أن:

٤١ عدد الوطائف في الحمض هو عدد ذرات الهيدروجين الحمضية فيه.

٤٢ عدد الوطائف في الأساس هو عدد زمر الهيدروكسيد الأساسية فيه.

٤٣ نحسب الجبرول.

* ملاحظات:

١٤١ عندما يُطلب حساب تركيز محلول ملح أو كتلة ملح ناتج عن

المعايرة: نكتب معادلة المعايرة ونضع تعجباً أعداد المولات.

١٤٢ عند معايرة ملح بحمض:

٤٢١ لا يوجد معادلة أيونية في هذه الحالة.

٤٢٢ نستنتج قانون المعايرة من معادلة التفاعل الحاصل.

٤٢٣ حمض جديد + ملح جديد → ملح + حمض (c)

أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي

١٤١ استعمال مشعرات (حمض - أساس) في معايرات التعديل. لتحديد نقطة نهاية المعايرة.

٤٢٢ عند معايرة حمض الخل بهيدروكسيد الصوديوم يكون المحلول

الناتج قلوياً.

لأن الملح الناتج CH_3COONa يحتوي أيون CH_3COO^- الذي يملك سلوك أساس ضعيف.

٤٢٣ عند معايرة هيدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء يكون

المحلول الناتج حمضياً.

لأن الملح الناتج NH_4NO_3 يحتوي أيون NH_4^+ الذي يملك سلوك حمض ضعيف.

$$1 \times n_{1(\text{HNO}_3)} = 1 \times n_{2(\text{NH}_4\text{OH})}$$

$$1 \times C_1 V_1 = 1 \times C_2 V_2$$

$$1 \times 10 = C_2 \times (10 + 40)$$

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

$$m = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M_{(\text{NH}_4\text{NO}_3)} V$$

$$m = 0.2 \times 80 \times 50 \times 10^{-3}$$

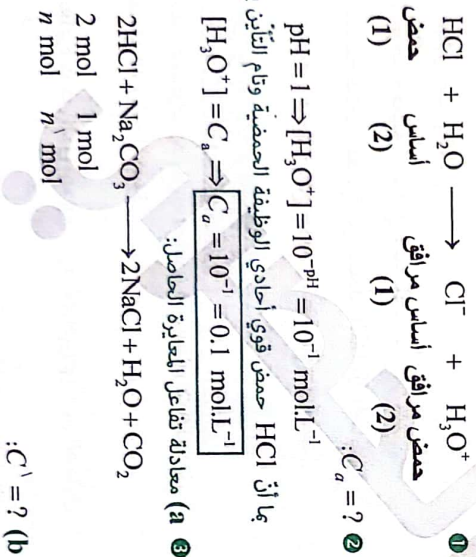
$$\Rightarrow m = 0.8 \text{ g}$$

الرسالة الثالثة: محلول مائي لحمض كلور الماء له قيمة $\text{pH} = 1$.

المطلوب:

- اكتب معادلة تأين هذا الحمض، وحدد عليها الأزواج المترافقة (الاس/حمض) وفق نظرية بروينستد - لوري.
- احسب تركيز محلول هذا الحمض مقدراً بـ 20 mL.
- لمعايرة 25 mL من محلول كربونات الصوديوم بـ 50 mL من محلول الحمض السابق. **المطلوب:**
 - اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.
 - احسب تركيز محلول كربونات الصوديوم اللزوم لتتمام المعايرة مقدراً بـ 20 mL ثم $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.
 - ناخذ 5 mL من محلول الحمض السابق ونعده بالماء المقطر بحيث يصبح تركيزه 0.01 mol.L^{-1} **المطلوب:** احسب حجم الماء المقطر المتواف. احسب حجم الماء المقطر المتواف. (Na: 23, O: 16, C: 12)

الحل:



$$1 \times n_{1(\text{HCl})} = 2 \times n_{2(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$$

$$1 \times C_1 V_1 = 2 \times C_2 V_2$$

$$0.1 \times 50 = 2 \times C_2 \times 25$$

$$\Rightarrow C_2 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

حساب $C_{\text{mol.L}^{-1}}$:

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = C_{\text{mol.L}^{-1}} M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$$

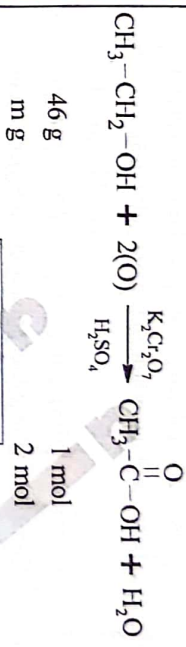
$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = 0.1 \times 106$$

$$\Rightarrow C_{\text{mol.L}^{-1}} = 10.6 \text{ g.L}^{-1}$$

(a) معادلة التفاعل الحاصل:

$$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + 2(\text{O}) \xrightarrow{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{-C(=O)-OH} + \text{H}_2\text{O}$$

(b) نحسب أولاً عدد مولات حمض الخل الناتج:

$$n = C_{\text{mol.L}^{-1}} V = 0.2 \times 10 = 2 \text{ mol}$$


الرسالة الرابعة: لمعايرة 40 mL من محلول هيدروكسيد النيتريوم بـ 10 mL من محلول حمض اللزوم تركيزه

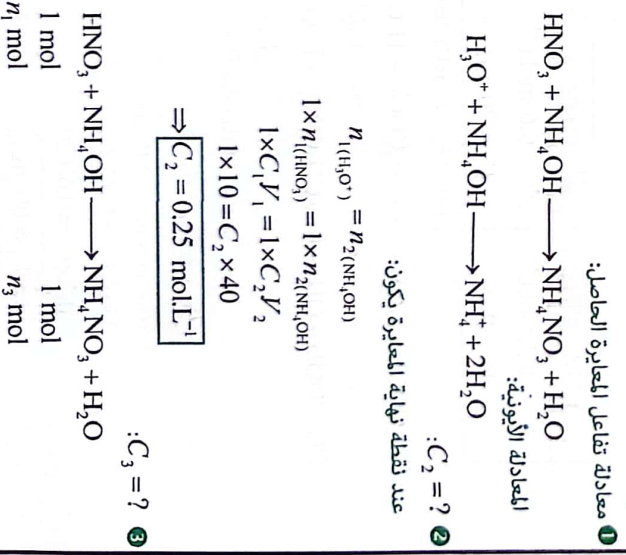
$10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ **المطلوب:**

- اكتب معادلة تفاعل المعايرة، ثم اكتب المعادلة الأيونية.
- احسب تركيز هيدروكسيد النيتريوم اللزوم لتتمام المعايرة.
- احسب كتلة الملح الناتج عن تفاعل المعايرة. (N: 14, O: 16, H: 1)

المعطيات:

HNO_3	NH_4OH
$C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$	$C_2 = ?$
$V_1 = 10 \text{ mL}$	$V_2 = 40 \text{ mL}$

الحل:



الرمالة الكاسمية: عينة غير نقية من هيدروكسيد الصوديوم كتلتها 5 g أديت في الماء المقطر، وأكمل حجم المحلول إلى 500 mL، ثم يُعتبر 0.06 mol L^{-1} من هذا المحلول بحض الكيرت تركيزه 0.05 mol L^{-1} فيتر منه 40 mL لنتلم المعايرة.

المطلوب:

- اكتب معادلة التفاعل الحاصل. ثم اكتب المعادلة الأيونية.
- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل.
- احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم الأيونية في العينة.
- احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة.
- احسب التركيز المولي الحضي المحلول الملح الناتج عن المعايرة. (Na: 23, O: 16, H: 1)

المعطيات:

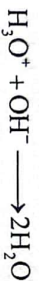
H_2SO_4	NaOH
$C_1 = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$	$C_2 = ?$
$V_1 = 40 \text{ mL}$	$V_2 = 20 \text{ mL}$

الحل:

1 معادلة تفاعل المعايرة الحاصل:



المعادلة الأيونية:

2 حيث: $C_2 = ?$

عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{2(\text{OH}^-)}$$

$$2 \times n_{1(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 1 \times n_{2(\text{NaOH})}$$

$$2 \times C_1 V_1 = 1 \times C_2 V_2$$

$$2 \times 0.05 \times 40 = 1 \times C_2 \times 20$$

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

3 كل $C_2 = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$ ، $V = 500 \text{ mL}$ ، $m_{(\text{NaOH})} = ?$

$$m = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M_{(\text{NaOH})} \cdot V$$

$$m = 0.2 \times 40 \times 500 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow m = 4 \text{ g}$$

$$M_{(\text{NaOH})} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g.mol}^{-1}$$

حيث:

4 حساب النسبة المئوية للشوائب في العينة:

كتلة العينة النقية - كتلة العينة غير النقية = كتلة الشوائب

$$\text{كتلة الشوائب} = 5 - 4$$

$$\text{كتلة الشوائب} = 1 \text{ g}$$

كل 5 g من العينة غير النقية تحوي 1 g شوائب.

كل 100 g من العينة غير النقية تحوي g Z شوائب.

$$\Rightarrow Z = \frac{1 \times 100}{5} = 20 \text{ g}$$

وكتسبة مئوية: 20%

حيث: $M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 23(2) + 12 + 16(3) = 106 \text{ g.mol}^{-1}$
 c) حساب حجم الماء المقطر المضاف:

$$n \text{ بعد التصفية} = n' \text{ قبل التصفية}$$

$$CV = C'V'$$

$$0.1 \times 5 = 0.01 \times (5 + V', \text{ L})$$

$$0.5 = 0.05 + 0.01V'$$

$$\Rightarrow V' = 45 \text{ mL}$$

الرمالة الراضة: لتعديل 25 mL من محلول هيدروكسيد

الروتاسيوم يتر 30 mL من محلول حمض كلور الماء تركيزه

 0.1 mol.L^{-1} و 20 mL من محلول حمض الكيرت تركيزه 0.05 mol.L^{-1} . المطلوب:

1 اكتب معادتي تفاعل التعديل الحاصلين.

2 احسب تركيز محلول هيدروكسيد الروتاسيوم المستعمل.

3 احسب كتلة هيدروكسيد الروتاسيوم في 20 mL من محلوله السابق. (K: 39, O: 16, H: 1)

المعطيات:

HCl	H_2SO_4	KOH
$C_1 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$	$C_2 = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$	$C = ?$
$V_1 = 30 \text{ mL}$	$V_2 = 20 \text{ mL}$	$V = 25 \text{ mL}$

الحل:

1 معادتي تفاعل التعديل الحاصلين:

2 حيث: $C = ?$

عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(\text{H}_3\text{O}^+)} + n_{2(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{(\text{OH}^-)}$$

$$1 \times n_{1(\text{HCl})} + 2 \times n_{2(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 1 \times n_{(\text{KOH})}$$

$$1 \times C_1 V_1 + 2 \times C_2 V_2 = 1 \times CV$$

$$1 \times 0.1 \times 30 + 2 \times 0.05 \times 20 = 1 \times C \times 25$$

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

3 كل $C = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$ ، $V = 20 \text{ mL}$ ، $m_{(\text{KOH})} = ?$

$$m = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M_{(\text{KOH})} \cdot V$$

$$m = 0.2 \times 56 \times 20 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow m = 0.224 \text{ g}$$

$$M_{(\text{KOH})} = 39 + 16 + 1 = 56 \text{ g.mol}^{-1}$$

حيث:

$$n \text{ يحد التمدد} = n' \text{ قبل التمدد}$$

$$C'V' = C^{\wedge}V^{\wedge}$$

$$0.5 \times V' = 0.3 \times (V' + 50)$$

$$\Rightarrow V' = 75 \text{ mL}$$

أسئلة نظرية + تعاليل المعايرة

تطبيق (1): يُعَيَّر حمض الأزوت بمحلول هيدروكسيد الصوديوم.

المطلوب:

- 1 اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- 2 ما قيمة pH المحلول الناتج عن المعايرة؟ علل إجابتك.
- 3: أوج: ما قيمة pH المحلول عند نقطة نهاية المعايرة؟ علل إجابتك. ما هو المشعر المفضل الواجب استعماله في هذه المعايرة؟ علل إجابتك.

الجواب:

1 معادلة تفاعل المعايرة الحاصل:



2 توضيح السؤال:

المحلول الناتج عن المعايرة هو محلول ملح NaNO_3 وهو من الأملاح المتوازنة لذلك نكتب:

NaNO_3	
Na^+	NO_3^-
أيون ناتج عن أساس قوي (جزء قوي)	أيون ناتج عن حمض قوي (جزء قوي)
أيون حيادي (لا يتحطم).	أيون حيادي (لا يتحطم).

الجواب:

الوسط معتدل (pH = 7) عند نقطة نهاية المعايرة، لأن أيونات الملح الناتج عن المعايرة حيادية لا تتحطم (لا تتفاعل مع الماء).
 3 أزرق بروم التيمول، لأن مداه (6 → 7.6) يحوي قيمة pH نقطة نهاية المعايرة.

تطبيق (2): يُعَيَّر حمض النمل بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم.

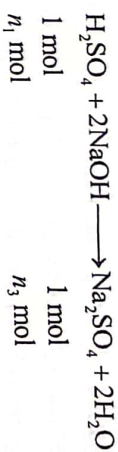
المطلوب:

- 1 اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- 2 ما طبيعة الوسط الناتج عن المعايرة؟ علل إجابتك.
- 3: أوج: ما طبيعة الوسط عند نقطة نهاية المعايرة؟ علل إجابتك. ما هو المشعر المفضل الواجب استعماله في هذه المعايرة؟ علل إجابتك.

الجواب:

1 معادلة تفاعل المعايرة الحاصل:
 $\text{HCOOH} + \text{KOH} \longrightarrow \text{HCOOK} + \text{H}_2\text{O}$

$$C_3 = ? \quad 5$$



$$1 \times n_{1(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 1 \times n_{3(\text{Na}_2\text{SO}_4)}$$

$$1 \times C_1 V_1 = 1 \times C_3 V_3$$

$$0.05 \times 40 = C_3 \times (40 + 20)$$

$$\Rightarrow C_3 = \frac{1}{30} \text{ mol.L}^{-1}$$

الرمزات المألوفة: أوزن 2.12 g من كربونات الصوديوم

الساكنية Na_2CO_3 في الماء المقطر وأكمل حجم المحلول إلى 100 mL. المطلوب:

1 احسب تركيز محلول ملح كربونات الصوديوم الساكنية مقمراً بـ mol.L^{-1} و g.L^{-1} .

2 يُعَيَّر 100 mL من محلول الملح السابق بمحلول حمض الكبريت تركيزه 0.5 mol.L^{-1} . المطلوب:

a اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

b احسب حجم محلول حمض الكبريت الزاير حتى تمام المعايرة. نأخذ حجم V' من محلول الحمض السابق ونضيف إليه 50 mL من الماء المقطر، فيصبح تركيزه 0.3 mol.L^{-1} .

المطلوب: احسب الحجم V' .

(Na: 23, C: 12, O: 16)

الحل:

$$1 \quad C_{\text{mol.L}^{-1}} = ? \text{ و } C_{\text{g.L}^{-1}} = ?$$

$$C_{\text{g.L}^{-1}} = \frac{m}{V} = \frac{2.12}{100 \times 10^{-3}} \Rightarrow C_{\text{g.L}^{-1}} = 21.2 \text{ g.L}^{-1}$$

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{C_{\text{g.L}^{-1}}}{M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}} = \frac{21.2}{106} \Rightarrow C_{\text{mol.L}^{-1}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

حيث:

$$M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 23(2) + 12 + 16(3) = 106 \text{ g.mol}^{-1}$$

2

H_2SO_4	Na_2CO_3
$C = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$	$C^{\wedge} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$
$V = ?$	$V^{\wedge} = 100 \text{ mL}$

a) معادلة تفاعل المعايرة الحاصل:



1 mol	1 mol
$n \text{ mol}$	$n^{\wedge} \text{ mol}$

b) $V = ?$

$$1 \times n_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 1 \times n_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$$

$$1 \times C V = 1 \times C^{\wedge} V^{\wedge}$$

$$0.5 \times V = 0.2 \times 100$$

$$\Rightarrow V = 40 \text{ mL}$$

توضيح السؤال:

المحلول الناتج عن المعايرة هو محلول ملح HCOOK وهو من الأملاح الذرئية، لذلك نكتب:

HCOOK	
HCOO ⁻	K ⁺
أيون ناتج عن حمض ضعيف (جزء قوي)	أيون ناتج عن أساس قوي (جزء قوي)
يتصلبه.	أيون حاد (لا يتصلبه).
يحدد ثابت التأيين: K _a	يحدد طبيعة الوسط: pH > 7
الوسط أساسي	

الجواب:

طريقة ①: نكتب معادلة حلمية الملح الناتج:



الوسط أساسي (pH > 7) عند نقطة نهاية المعايرة، لأنه نتج أيون OH⁻ عن تفاعل الحلمية.

طريقة ②: الوسط أساسي (pH > 7) عند نقطة نهاية المعايرة، لأن الملح الناتج HCOOK يحوي أيون HCOO⁻ الذي يسلك سلوك أساس ضعيف.

③ الفينول فتالتين، لأن مده (8.2 → 10) يحوي قيمة pH نقطة نهاية المعايرة.

تطبيق (3): يعاير محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض كلور الماء، المطلوب:

- 1 اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- 2 ما طبيعة الوسط الناتج عن المعايرة؟ علل إجابتك.
- 3 ما هو المشعر المفضل الواجب استعماله في هذه المعايرة؟ علل إجابتك.

الجواب:

① معادلة تفاعل المعايرة الحاصل:



② توضيح السؤال:

المحلول الناتج عن المعايرة هو محلول ملح NH₄Cl وهو من الأملاح الذرئية، لذلك نكتب:

NH₄Cl	
NH ₄ ⁺	Cl ⁻
أيون ناتج عن أساس ضعيف (جزء قوي)	أيون ناتج عن حمض قوي (جزء قوي)
يتصلبه.	أيون حاد (لا يتصلبه).
يحدد ثابت التأيين: K _b	يحدد طبيعة الوسط: pH < 7
الوسط حمضي	

الجواب:

طريقة ①: نكتب معادلة حلمية الملح الناتج:



الوسط حمضي (pH < 7) عند نقطة نهاية المعايرة، لأنه نتج أيون H₃O⁺ عن تفاعل الحلمية.

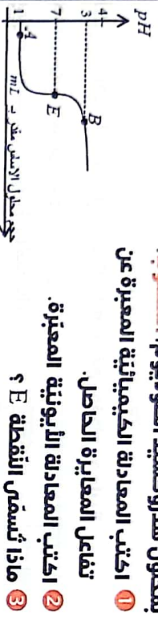
طريقة ②: الوسط حمضي (pH < 7) عند نقطة نهاية المعايرة.

لأن الملح الناتج NH₄Cl يحوي أيون NH₄⁺ الذي يسلك سلوك حمض ضعيف.

③ أحمر الميثيل، لأن مده (6.2 → 4.2) يحوي قيمة pH نقطة نهاية المعايرة.

تفاعل المعايرة الحاصل:

تطبيق ياناس (1): يمكن الخط البياني منحنى معايرة حمض كلور الماء بمحلول هيدروكسيد الصوديوم، المطلوب:



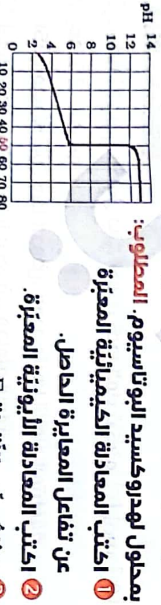
- 1 اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- 2 اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- 3 ما قيمة pH النقطة E؟
- 4 ما قيمة pH المحلول في كل من الحالتين الآتيتين:
 - أ) لحظة بدء المعايرة.
 - ب) عند نقطة نهاية المعايرة.
- 5 حدد طبيعة الوسط عند كل من النقاط A, B, E.

الجواب:



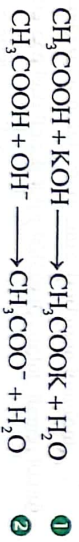
- 1 نُسَمَّى النقطة E: نقطة نهاية المعايرة.
- 2 pH = 1 لحظة بدء المعايرة.
- 3 pH = 7 عند نقطة نهاية المعايرة.
- 4 عند A حمضي، عند E معتدل، عند B أساسي.

تطبيق ياناس (2): يمثل الخط البياني منحنى معايرة حمض الكل بمحلول لهدروكسيد البوتاسيوم، المطلوب:



- 1 اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- 2 اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- 3 ما قيمة pH النقطة E؟
- 4 ما قيمة pH المحلول في كل من الحالتين الآتيتين:
 - أ) لحظة بدء المعايرة.
 - ب) عند نقطة نهاية المعايرة.

الجواب:



- 1 نُسَمَّى النقطة E: نقطة نهاية المعايرة.
- 2 pH = 3 لحظة بدء المعايرة.
- 3 pH = 8.72 عند نقطة نهاية المعايرة.

الرمالّة الثانية: يُذاب 2 g من هيدروكسيد الصوديوم الضلب الالقي

بالماء المقطر ثم يُكمل حجم المحلول الى 0.5 L **المطلوب:**

- 1) احسب التركيز المولي لمحلول هيدروكسيد الصوديوم الناتج.
- 2) احسب قيمة pOH المحلول الناتج.
- 3) يُعابير 100 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم السابق بمحلول حمض الال تركيزه $10^{-2} \text{ mol/L} \times 5$ فيلتر منه L حتى تمام المعايرة **المطلوب:**

- a) اكتب المعادلة الكيميائية المعيرة عن تفاعل المعايرة الال.
- b) احسب V حجم حمض الال المستهلك.
- c) احسب كتلة الملح الناتج عن تفاعل المعايرة الال.



الرمالّة الثالثة: يُعابير 30 mL من محلول هيدروكسيد الالمونيوم

تركيزه 0.1 mol/L^{-1} بمحلول حمض الالوت فيلتر منه 60 mL لتتمام

- المعايرة. المطلوب:**
- 1) اكتب المعادلة الالوتية لتفاعل المعايرة الال.
 - 2) احسب تركيز حمض الالوت اللتر بتمام المعايرة.
 - 3) احسب كتلة حمض الالوت اللتر لتحضير 100 mL من محلوله السابق
 - 4) اكتب اسم أفضل مشعر واجب استعماله في هذه المعايرة.

الرمالّة الرابعة: يلتر تعديل 10 mL من محلول كربونات

الصوديوم تعديلاً تماماً 40 mL من محلول حمض كلور الماء تركيزه

- 0.1 mol/L^{-1} **المطلوب:**
- 1) اكتب المعادلة الكيميائية المعيرة عن تفاعل المعايرة الال.
 - 2) احسب تركيز محلول كربونات الصوديوم اللتر لتتعديل.
 - 3) احسب كتلة ملح كربونات الصوديوم في 100 mL من محلوله السابق.
 - 4) نمدد 5 mL من محلول الحمض السابق بالماء المقطر مُصبح

تركيزه 0.01 mol/L^{-1} **المطلوب:** احسب حجم الماء المقطر المضاف.

Na: 23, C: 12, O: 16, H: 1

الرمالّة الخامسة: عينة غير نقية من هيدروكسيد الصوديوم كتلتها

- 5 g تُذاب في الماء المقطر، ويُكمل حجم المحلول الى 2 L، ثم تُأخذ 20 mL من هذا المحلول ويُعابيرها بحمض الالوت تركيزه 0.1 mol/L^{-1} 10 mL لتتمام المعايرة. **المطلوب:**
- 1) اكتب المعادلة الكيميائية المعيرة عن تفاعل المعايرة الال.
 - 2) احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل مقدراً بـ mol/L^{-1} و g/L^{-1} .
 - 3) احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم النقية في العينة.
 - 4) احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة.
- Na: 23, H: 1, O: 16

تطبيق يالبي (3): يمثّل الال البيالبي: منخلي معايرة محلول

هدروكسيد الالمونيوم بحمض كلور الماء.

المطلوب:

- 1) اكتب المعادلة الكيميائية المعيرة عن تفاعل المعايرة الال.
- 2) اكتب المعادلة الالوتية المعيرة.
- 3) ماذا تُسمّى النقطة E؟
- 4) ما قيمة pH المحلول في كل من الحالتين الاليتين:
- a) لحظة بدء المعايرة.
- b) عند نقطة نهاية المعايرة.

الجواب:



- 3) تُسمى النقطة E: نقطة نهاية المعايرة.
- 4) a) $\text{pH} = 11$ لحظة بدء المعايرة.
- b) $\text{pH} = 5$ عند نقطة نهاية المعايرة.

تطبيق يالبي (4): يمثّل الال البيالبي الالتي منخلي معايرة

حمض قوي بأساس قوي. **المطلوب:**

يُبين كيف تتغير قيمة pH المحلول

خلال عملية المعايرة.

الجواب: في البداية: يكون الوسط

حمضياً $\text{pH} < 7$.

أثناء المعايرة: يزداد pH المحلول

تدريجياً نتيجة تفاعل أيونات

H_3O^+ من الحمض لتفاعلها مع أيونات OH^- من الأساس المضاف.

عند نقطة نهاية المعايرة: تُعد جميع أيونات H_3O^+ من الحمض مع

جميع أيونات OH^- من الأساس المضاف ويكون $\text{pH} = 7$ وتُسمى

نقطة التكافؤ (نقطة نهاية المعايرة). الإضافات الالودة: من الأساس

بعد ذلك تجعل الوسط أساسياً (قلوياً) $\text{pH} > 7$.

مسائل تدريبية



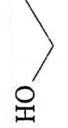

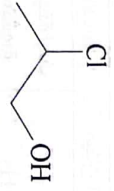

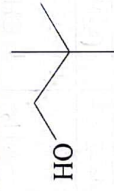
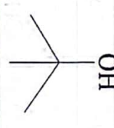
الرمالّة الأولى: محلول هائي لحمض كلور الماء تركيزه $10^{-2} \text{ mol/L}^{-1}$ وحجمه 2 L. **المطلوب:**

- 1) اكتب معادلة تأين هذا الحمض، وحدد عيها الالوج المترافقة.
- 2) احسب عدد مولات هذا الحمض في محلوله السابق.
- 3) لمعايرة 20 mL من محلول الحمض السابق يلتر 5 mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم بتمام المعايرة. **المطلوب:**
- a) اكتب معادلة تفاعل المعايرة الال.
- b) احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المستعمل.
- 4) احسب حجم الماء المقطر اللتر إضافة الى محلول الحمض السابق لتصبح قيمة $\text{pH} = 3$.

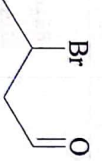
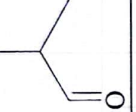


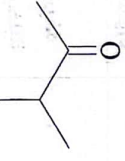
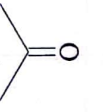
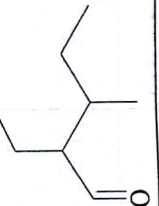
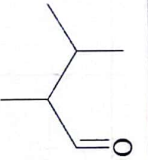
الهالوجينات		الجذور الألكيلية			الهالوجينات							
I	Br	Cl	F	$C_3H_7 -$	$C_2H_5 -$	$CH_3 -$	C_6H_{14}	C_5H_{12}	C_4H_{10}	C_3H_8	C_2H_6	CH_4
	برومو	كلورو	فلورو	بروبيل	إثيل	مethyl	هكسان	بتان	بوتان	بروبان	إيثان	ميثان
تصنيف المركبات العضوية												
الأمينات	الأميدات	الاسترات	الحموض الكربوكسيلية	الكيتونات	الأميدات	الأغوال						
$R-NH_2$	$R-C(=O)-NH_2$	$R-C(=O)-OR'$	$R-C(=O)-OH$	$R-C(=O)-R'$	$R-C(=O)-R'$	$R-OH$						
أمين	أميد	وات	ونيك	ون	ال	ول						

تسم المركبات الأليفية أو اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية لكل من المركبات الأليفية

أولاً: تسمية الأغوال:

3- ميثيل بوتان -2- ول	بروبان -2- ول	إيثانول (القول الإيثيلي)	ميثانول (القول الميثيلي)	الاسم
$CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH(OH)-CH_3$	CH_3-CH_2-OH	CH_3-OH	الصيغة نصف المنشورة
				الصيغة الهيكلية
2- كلورو بروبان -1- ول	2- ميثيل ببتان -3- ول	2-2 ثنائي ميثيل بروبان -1- ول	2- ميثيل بروبان -2- ول	الاسم
$CH_3-CH(Cl)-CH_2-OH$	$CH_3-CH(CH_3)-CH(OH)-CH_2-CH_3$	$CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-OH$	$(CH_3)_2-CH-OH$	الصيغة نصف المنشورة
				الصيغة الهيكلية

ثانياً: تسمية الألاميدات والكيتونات

3- برومو بوتانل	3- ميثيل بروبانل	إيثانل (سيت الأهد)	ميثانل (فورم الأهد)	الاسم
$CH_3-CH(Br)-CH_2-C(=O)-H$	$CH_3-CH(CH_3)-C(=O)-H$	$CH_3-C(=O)-H$ أو: CH_3-CHO	$H-C(=O)-H$ أو: $H-CHO$	الصيغة نصف المنشورة
				الصيغة الهيكلية
3- ميثيل بوتان -2- ون	بروبان -2- ون (الأسيتون)	2- إيثيل -3- ميثيل بنتانل	2- ثنائي ميثيل بوتانل	الاسم
$CH_3-C(=O)-CH(CH_3)-CH_3$	$CH_3-C(=O)-CH_3$	$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-C(=O)-H$	$CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-C(=O)-H$	الصيغة نصف المنشورة
				الصيغة الهيكلية

الاسم	4- إيثيل هكسان -2- ون	2- ميثيل بنتان -3- ون	3- ميثيل بوتان -2- ون	2،4- ثنائي ميثيل بنتان -3- ون
الصيغة لصف	$\text{CH}_3 - \text{C}(=\text{O}) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5) - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \text{C}(=\text{O}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \text{C}(=\text{O}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \text{C}(=\text{O}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
الوصف	المنشورة	المنشورة	المنشورة	المنشورة
الصيغة الهيكلية				

تأثيراً تسميياً الصمغ الكبريتي والأشترات

الاسم	حمض ميثانوئيك (حمض الفورم)	حمض إيثانوئيك (حمض الخل)	حمض 2- برومو بروبانوئيك
الصيغة لصف	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ أو: $\text{H}-\text{COOH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{Br})-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$
المنشورة	أو: $\text{H}-\text{COOH}$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ أو: $\text{H}-\text{COOH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{Br})-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$
الصيغة الهيكلية			
الاسم	حمض البنتانوئيك	ميثانات الإيثيل	2- برومو بروبانوئيك الميثيل
الصيغة لصف	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{Br})-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$
المنشورة			
الصيغة الهيكلية			

كتابة تسميياً الأسميات والأصناف

الاسم	ميثان أميد (فورم أميد)	إيثان أميد (أسيت أميد)	2- ميثيل بروبان أميد	N- إيثان إيثان أميد
الصيغة لصف	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{C}_2\text{H}_5$
المنشورة				
الصيغة الهيكلية				
الاسم	N,N- ثنائي ميثان أميد	N- إيثان - 2- ميثان أميد	ميثان أمين	إيثان أمين
الصيغة لصف	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{N}(\text{CH}_3)_2$	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{N}(\text{CH}_3)-\text{C}_2\text{H}_5$	CH_3-NH_2	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
المنشورة				
الصيغة الهيكلية				
الاسم	بروبان - 2- أمين	3- ميثيل بوتان - 2- أمين	N- ميثان ميثان أمين	N- ميثان بروبان - 1- أمين
الصيغة لصف	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CH}_3$
المنشورة				
الصيغة الهيكلية				

أكثر الأجابة الصحيحة: اكل مما يأتي

1- الأكسدة القائمة للأغوال الأثرية تُعطي:

a	ألميد.	b	كيتون.	c	حمض كربوكسيلي.	d	غول ثانوي.
---	--------	---	--------	---	----------------	---	------------

2- أكسدة الأغوال الثانويّة تُعطي:

a	ألميد.	b	كيتون.	c	حمض كربوكسيلي.	d	غول ثانوي.
---	--------	---	--------	---	----------------	---	------------

3- المركب الذي يتفاعل مع كاشف فيلينغ (أو كاشف تولن) من بين المركبات الآتية هو: ملاحظة: (تتفاعل مع الألدهيدات فقط).

a	إيتانول.	b	إيتانال.	c	حمض الإيتانويك.	d	أسيت أميد.
---	----------	---	----------	---	-----------------	---	------------

4- عند إرجاع الحمض الكربوكسيلي بالهدروجين ويوجد البيلايدوم كحفّاز ينتج:

a	غول أولي.	b	ألميد.	c	كيتون.	d	إستر.
---	-----------	---	--------	---	--------	---	-------

أكثر الإجابة الصحيحة: اكل مما يأتي

1- تستطیع الأغوال تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها.

الجواب: بسبب وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية.

2- درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة لها بعدد ذرات الكربون.

الجواب: لأن قطبية الرابطة (O-H) في الأغوال أقوى من قطبية الروابط في الألكانات، إضافة إلى ذلك تستطیع الأغوال تشكيل

روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، بينما لا تستطیع الألكانات تشكيل هذه الروابط بين جزيئاتها.

3- درجة غليان الحموض الكربوكسيلية أعلى من درجة غليان الأسترات الموافقة لها.

الجواب: لأن الحموض الكربوكسيلية تستطیع تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، بينما لا تستطیع الأسترات تشكيل هذه الروابط.

4- الحدود الأولى من الأغوال سوائل مزوجية بالماء وتحل في الماء بخافه النسب.

الجواب: لأن الأغوال تستطیع تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاتها وجزيئات الماء.

5- يتمازج (ينحل) الإيتانول في الماء بالنسب حافه.

الجواب: لأن الإيتانول يستطیع تشكيل روابط هيدروجينية بين جزيئاته وجزيئات الماء.

6- تتناقص مروجية الأغوال تدريجياً مع ازدياد كتلتها المولية (الجزيئية).

الجواب: بسبب ازدياد تأثير الجزء غير القطبي (R) وتقصان تأثير الجزء القطبي (OH-).

7- تتناقص مروجية الأدهيدات والكيتونات تدريجياً مع ازدياد كتلتها المولية (الجزيئية).

الجواب: بسبب ازدياد تأثير الجزء غير القطبي (R) وتقصان تأثير الجزء القطبي (O=C).

8- تتفاعل الأغوال مع المعادن النشيطة كيميائياً تستطیع إزاحة الهيدروجين في الرابطة (O-H) في الأغوال.

الجواب: لأن المعادن النشيطة كيميائياً تستطیع إزاحة الهيدروجين في الرابطة (O-H) في الأغوال.

9- سهولة أكسدة الأدهيدات إلى حموض كربوكسيلية.

الجواب: بسبب وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة كربون زمرة الكربونيل.

10- صعوبة أكسدة الكيتونات في الشروط العادية.

الجواب: بسبب عدم وجود ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة كربون زمرة الكربونيل.

11- تستجيب الأدهيدات والكيتونات لتفاعلات ألتم (الإضافة).

الجواب: لأن زمرة الكربونيل (C=O) تحوي رابطتين (σ, π) حيث يحدث تفاعل الضم (الإضافة) على الرابطة الأضعف (π).

12- تفوق الصفة القطبية للحموض الكربوكسيلية مقارنة مع باقي المواد العضوية.

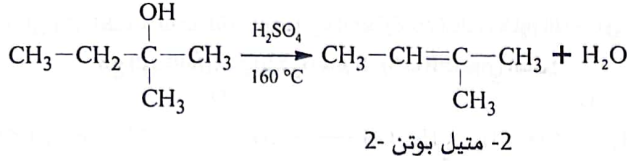
الجواب: لأن زمرة الكربوكسيل (COOH-) تحوي زميرتين قطبيتين هما: الهيدروكسيل (OH-) والكربونيل (C=O).

⑤ **تفاعلات البلمهة:** نزع جزيئة ماء H_2O .

* **البلمهة داخل الجزيء (البلمهة الداخلية):**

للأغوال: تُعطي ألكينات.

مثال: اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن البلمهة داخل الجزيء للمركب: 2- مثيل بوتان -2- ول في شروط مناسبة، ثم اكتب اسم المركب العضوي الناتج.

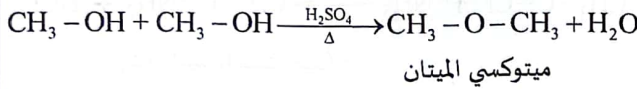


* **البلمهة ما بين الجزيئية:**

(a) للأغوال: تُعطي إيترات.

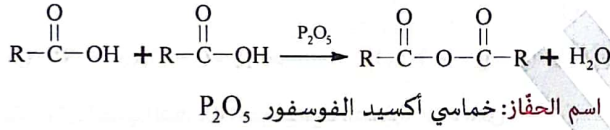
مثال: اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن البلمهة

ما بين الجزيئية للميتانول، ثم سم المركب العضوي الناتج.



(b) **للحموض الكربوكسيلية:** تُعطي بلا ماء الحمض الكربوكسيلي

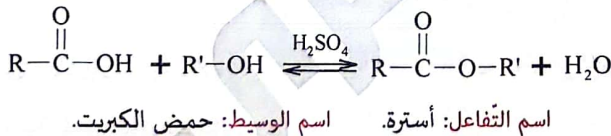
مثال: اكتب المعادلة العاقية المعبرة عن البلمهة ما بين الجزيئية للحمض الكربوكسيلي، ثم سم المركب العضوي الناتج، واذكر اسم الحفاز المستعمل.



⑥ **تفاعل الأسترة:** وهو تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الغول.

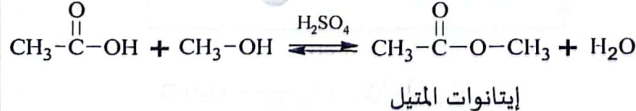
مثال (1): اكتب المعادلة العاقية المعبرة عن تفاعل الحمض

الكربوكسيلي مع الغول، ما اسم هذا النوع من التفاعلات؟ اكتب اسم الوسيط المستعمل.



مثال (2): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل حمض

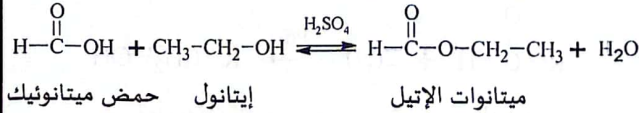
الإيتانويك مع الميتانول، ثم سم المركب العضوي الناتج



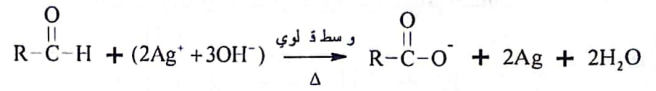
مثال (3): يتفاعل حمض كربوكسيلي مع غول أولي فينتج

ميتانوات الإثيل والماء المطلوب: اكتب المعادلة المعبرة

عن التفاعل الحاصل، ثم سم الحمض والغول المتفاعلين.



مثال (2): اكتب المعادلة العاقية المعبرة عن تفاعل الألدهيد مع محلول تولن.



ملاحظة:

يمكن أن تأتي المعادلتين السابقتين على الميتانال (نضع H بدلاً من R).

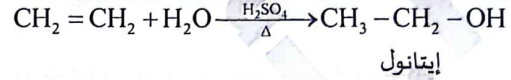
ويمكن أن تأتي على الإيتانال (نضع CH_3 بدلاً من R).

مع الانتباه أن الموازنة تبقى نفسها.

③ **تفاعل الصم (الإضافة):** يحدث على الرابطة الثنائية.

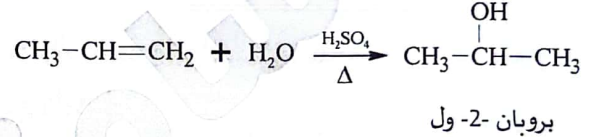
مثال (1): اكتب المعادلة المعبرة عن صم الماء إلى الإيتن بوجود

حمض الكبريت كوسيط، ثم اكتب اسم المركب الناتج.



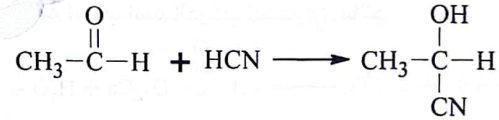
مثال (2): اكتب المعادلة المعبرة عن صم الماء إلى البروبن -1

بوجود حمض الكبريت كوسيط، ثم سم المركب الناتج.



مثال (3): اكتب المعادلة المعبرة عن صم (إضافة) سيانيد الهيدروجين

إلى الإيتانال، ثم اكتب اسم المركب العضوي الناتج.



2- هيدروكسي بروبان نتريل

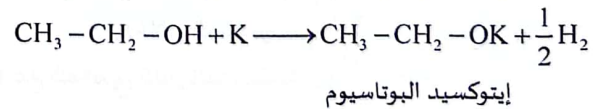
ملاحظة: يمكن أن تأتي المعادلة السابقة على البروبان -2- ون.

فيكون اسم الناتج: 2- هيدروكسي -2- مثيل بروبان نتريل.

④ **التفاعل مع المعادن:**

مثال (1): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الإيتانول مع

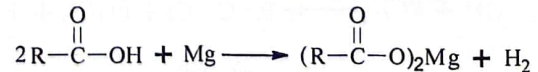
البوتاسيوم، ثم اكتب اسم المركب العضوي الناتج.



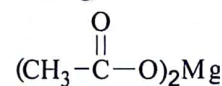
مثال (2): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الحمض

الكربوكسيلي مع المغنزيوم، ثم اكتب اسم المركب

العضوي الناتج في حال كانت R : CH_3

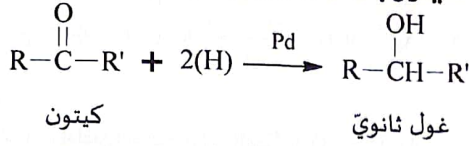


في حال كانت R : CH_3 يكون الناتج هو:

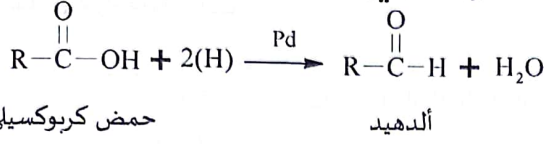


إيتانوات المغنزيوم أو: خلاات المغنزيوم

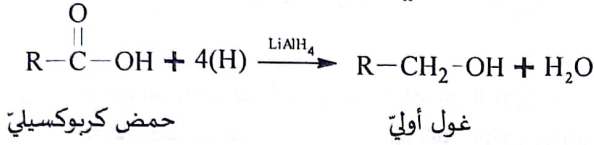
مثال (2): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إرجاع الكيتون بالهدروجين بوجود البلاديوم كحفّاز.



مثال (3): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إرجاع الحمض الكربوكسيلي بالهدروجين بوجود البلاديوم كحفّاز.



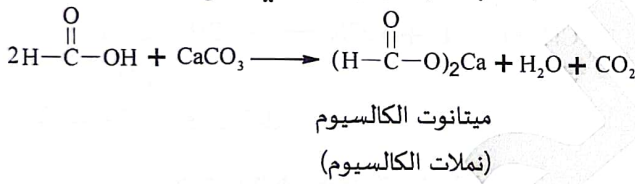
مثال (4): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إرجاع الحمض الكربوكسيلي بوجود رباعي هيدريد الليثيوم والألمنيوم.



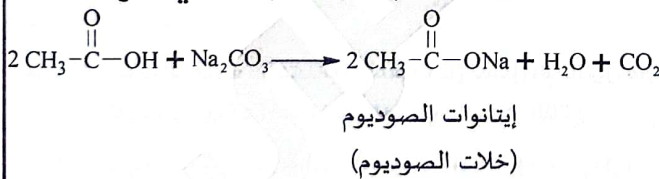
⑩ تفاعلات الحموض الكربوكسيلية:

(a) مع الأملاح:

مثال (1): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل حمض الميثانويك (حمض النمل) مع كربونات الكالسيوم، ووازنها ثم اكتب اسم المركب العضوي الناتج.

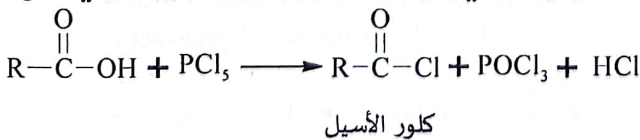


مثال (2): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل حمض الإيتانويك (حمض الخل) مع كربونات الصوديوم، ووازنها، ثم اكتب اسم المركب العضوي الناتج.



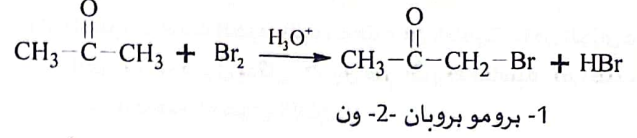
(b) مع خماسي كلور الفوسفور:

مثال: اكتب المعادلة المعبرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع خماسي كلور الفوسفور، ثم سمّ المركب العضوي الناتج.

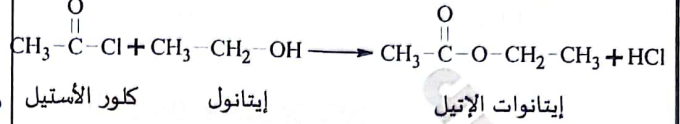


⑪ التفاعل مع الهالوجينات أو مركبات هالوجين:

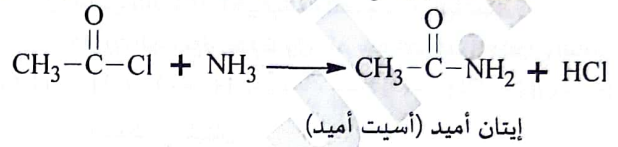
مثال (1): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل البروم مع البروبانول (الأسيتون)، ثم سمّ المركب العضوي الناتج.



مثال (2): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل كلور الأسيتيل مع الإيتانول، ثم اكتب اسم المركب العضوي الناتج.



مثال (3): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل كلور الأسيتيل مع النشادر، ثم سمّ المركب العضوي الناتج.

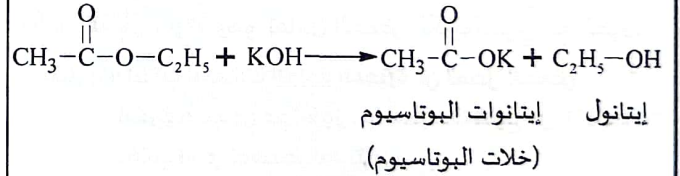


⑫ تفاعل الأسرات مع القلويات:

مثال (1): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الأستر مع هيدروكسيد الصوديوم.

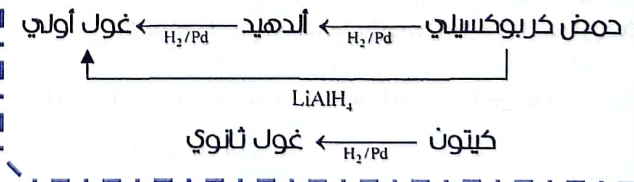


مثال (2): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إيتانوات الإثيل مع هيدروكسيد البوتاسيوم.

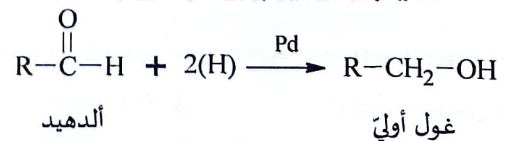


⑬ تفاعلات الإرجاع:

المخطط العام للإرجاع:



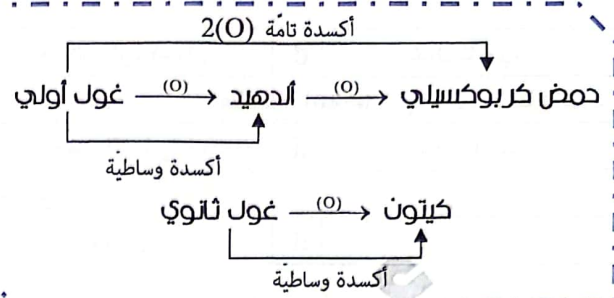
مثال (1): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل إرجاع الألدهيد بالهدروجين بوجود البلاديوم كحفّاز.



معادلات العضوية

① تفاعلات الأكسدة:

المخطط العام لأكسدة الأغوال الأولية والثانوية:

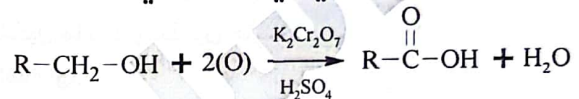


* الأكسدة التامة:

(a) للأغوال الأولية: تُعطي حمض كربوكسيلي.

مثال (1): اكتب المعادلة العامة المعبرة عن الأكسدة التامة للأغوال

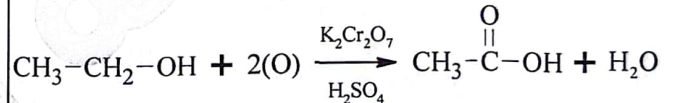
الأولية بمؤكسد قوي في وسط حمضي:



مثال (2): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الأكسدة

التامة للإيتانول بمؤكسد قوي في وسط حمضي:

ثم اكتب اسم المركب العضوي الناتج.

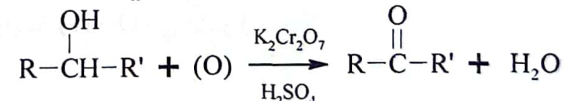


حمض الإيتانويك

(b) للأغوال الثانوية: تُعطي كيتون.

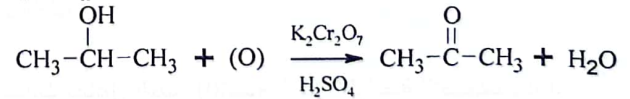
مثال (1): اكتب المعادلة العامة المعبرة عن الأكسدة التامة للأغوال

الثانوية بمؤكسد قوي في وسط حمضي:



مثال (2): اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن تفاعل الأكسدة

التامة للبروبان-2-ول. ثم سم المركب العضوي الناتج.



بروبان-2-ون

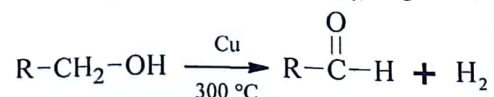
* الأكسدة الوساطية (نزع هيدروجين):

(a) للأغوال الأولية: تُعطي ألدهيد.

مثال (1): اكتب المعادلة العامة المعبرة عن الأكسدة الوساطية

(نزع هيدروجين) للأغوال الأولية بوجود مسحوق النحاس

المسخن للدرجة 300 °C.

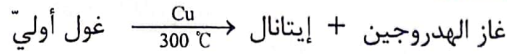


مثال (2): ينتج الإيتانال من نزع هيدروجين من غول أولي. المطلوب:

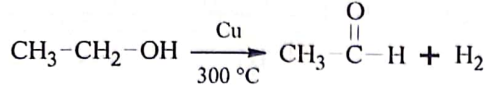
(a) اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

(b) اكتب اسم هذا الغول. (c) اكتب اسم الوسيط المستعمل.

توضيح السؤال:



(a)



(b) الغول الأولي هو: الإيتانول.

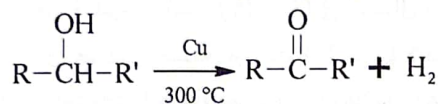
(c) اسم الوسيط: مسحوق النحاس.

(b) للأغوال الثانوية: تُعطي كيتون.

مثال (1): اكتب المعادلة العامة المعبرة عن الأكسدة الوساطية

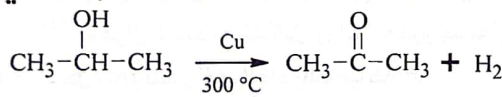
(نزع هيدروجين) للأغوال الثانوية بوجود مسحوق النحاس

المسخن للدرجة 300 °C.



مثال (2): تفاعل أكسدة البروبان-2-ول بوجود مسحوق النحاس

المسخن للدرجة 300 °C، ثم سم المركب العضوي الناتج.



بروبان-2-ول

بروبان-2-ون

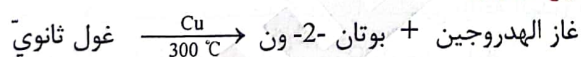
مثال (3): ينتج البوتان-2-ون من نزع هيدروجين من غول ثانوي.

المطلوب:

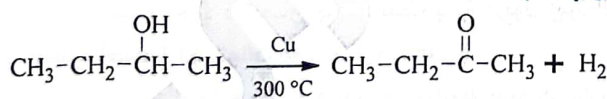
(a) اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

(b) اكتب اسم هذا الغول. (c) اكتب اسم الوسيط المستعمل.

توضيح السؤال:



(a) الجواب:



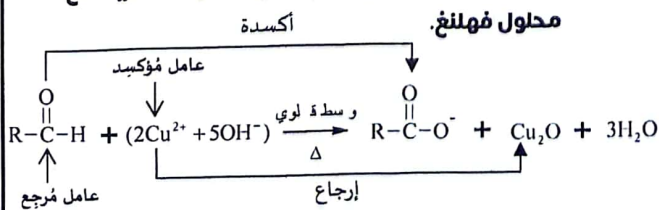
(b) الغول الثانوي هو: البوتان-2-ول.

(c) اسم الوسيط: مسحوق النحاس.

② تفاعل الألدهيد مع كاشف فهلنغ وكاشف نولن:

مثال (1): اكتب المعادلة العامة المعبرة عن تفاعل الألدهيد مع

محلول فهلنغ.



الرسالة الرابعة: نأخذ 50 mL من محلول الإيتانول ونضيف إليه كمية مناسبة من البوتاسيوم، فينتقل غاز حجمه في الشراطين النظاميين 224 mL المطلوب:

- ① اكتب معادلة التفاعل الحاصل، ووازنها.
- ② احسب تركيز محلول الإيتانول مقدراً بـ mol.L⁻¹ و g.L⁻¹.
- ③ لتحضير 5 L من محلول الإيتانول السابق نظم الماء إلى الإيتن.

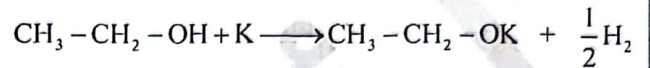
المطلوب:

(a) اكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة عن التفاعل الحاصل.

(b) احسب حجم غاز الإيتن مقاساً في الشراطين النظاميين.

(K : 39 , C : 12 , O : 16 , H : 1)

الحل: ① و ②



1 mol

 $\frac{1}{2} \times 22.4 \text{ L}$

n mol

0.224 L

$$\Rightarrow n = \frac{1 \times 0.224}{\frac{1}{2} \times 22.4}$$

$$\Rightarrow n = 0.02 \text{ mol}$$

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V} = \frac{0.02}{50 \times 10^{-3}}$$

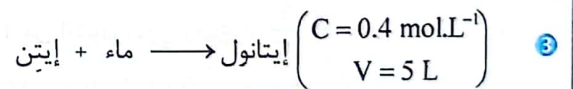
$$\Rightarrow C_{\text{mol.L}^{-1}} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_{\text{g.L}^{-1}} = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH})}$$

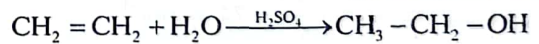
$$C_{\text{g.L}^{-1}} = 0.4 \times 46$$

$$\Rightarrow C_{\text{g.L}^{-1}} = 18.4 \text{ g.L}^{-1}$$

$$M_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH})} = 12(2) + 1(5) + 16 + 1 = 46 \text{ g.mol}^{-1} \quad \text{حيث:}$$



(a) معادلة التفاعل الحاصل:

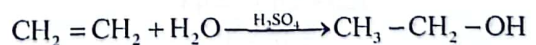


(b) نحسب أولاً عدد مولات الإيتانول:

$$n = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot V$$

$$n = 0.4 \times 5$$

$$\Rightarrow n = 2 \text{ mol}$$



22.4 L

1 mol

V L

2 mol

$$\Rightarrow V = \frac{22.4 \times 2}{1}$$

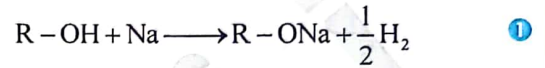
$$\Rightarrow V = 44.8 \text{ L}$$

سارياً: مسائل العضوية:

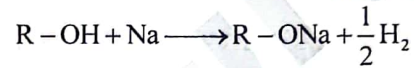
المسألة الأولى: يتفاعل غول وحيد الوظيفة مع الصوديوم، فينتج ملأ كتلته $\frac{34}{23}$ من كتلة الغول. المطلوب:

- 1 اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل، ووازنها.
 - 2 احسب الكتلة المولية (الجزئية) للغول.
 - 3 أوجد الصيغة نصف المنشورة والصيغة المجملة للغول، وسمه وفق قواعد IUPAC.
- (C:12, O:16, H:1, Na:23)

الحل:



2 نفرض أن الكتلة المولية للغول المستعمل M ، فتكون الكتلة المولية للملح الناتج مساوية: $(M-1+23 = M+22)$



$$\begin{array}{cc} M \text{ g} & (M+22) \text{ g} \\ x \text{ g} & \left(\frac{34}{23} x\right) \text{ g} \end{array}$$

$$\left(\frac{34}{23} x\right) \cdot M = x (M+22)$$

$$\frac{34}{23} M = M+22$$

$$\Rightarrow M = 46 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$R-OH = 46$$

$$R+16+1 = 46$$

$$R = 29$$

$$C_n H_{2n+1} = 29$$

$$12n+2n+1 = 29$$

$$\Rightarrow n=2$$

$$\Rightarrow R: C_2H_5-$$

فتكون الصيغة نصف المنشورة للغول:



إيتانول

الصيغة المجملة للغول: C_2H_6O

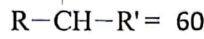
المسألة الثانية: غول ثانوي النسبة المئوية الكتلية للأكسجين فيه 26.66% المطلوب:

- 1 احسب الكتلة المولية (الجزئية) للغول.
 - 2 أوجد الصيغة نصف المنشورة والصيغة المجملة لهذا الغول، وسمه وفق قواعد IUPAC.
- (H:1, C:12, O:16)

الحل:

1 كل 100 g من الغول الثانوي يحوي 26.66 g أكسجين.
كل g M من الغول الثانوي يحوي 16 g أكسجين.

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



$$R+12+1+16+1+R' = 60$$

$$R+R' = 30$$

$$C_n H_{2n+1} + C_{n'} H_{2n'+1} = 30$$

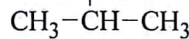
$$12n+2n+1+12n'+2n'+1 = 30$$

$$\Rightarrow 14n+14n' = 28$$

$$\Rightarrow n+n' = 2$$

$$n = n' = 1 \Rightarrow R = R': CH_3-$$

فتكون الصيغة نصف المنشورة للغول الثانوي:



بروبان-2-ول



الصيغة المجملة:

المسألة الثالثة: غول أولي نظامي وحيد الوظيفة، النسبة الكتلية للأكسجين فيه $\frac{8}{37}$ المطلوب:

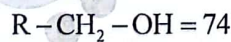
- 1 احسب الكتلة المولية (الجزئية) للغول.
 - 2 أوجد الصيغة نصف المنشورة لهذا الغول، وسمه وفق قواعد IUPAC.
- (H:1, C:12, O:16)

الحل:

1 كل 1 g من الغول الأولي يحوي $\frac{8}{37}$ g أكسجين.

كل g M من الغول الأولي يحوي 16 g أكسجين.

$$\Rightarrow M = \frac{16 \times 1}{\frac{8}{37}} = 74 \text{ g.mol}^{-1}$$



$$R+12+2+16+1 = 74$$

$$R = 43$$

$$12n+2n+1 = 43$$

$$\Rightarrow n=3$$

$$\Rightarrow R: C_3H_7-$$

فتكون الصيغة نصف المنشورة للغول:



بوتان-1-ول