أولاً: تركيب النواة:

تتكوّن نواة الذّرة من جُسيمات أهمها: **a)** بروتونات موجبة الشّحنة. **b)** نيوترونات معتدلة الشّحنة.

يُرمز لنواة العنصر بالرمز: ${}^{A}_{Z}X$

حيث: X رمز العنصر.

Z العدد الذّري = عدد البروتونات في النّواة = عدد الالكترونات في الذّرة.

A العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النّيوترونات.

⇐ عدد النّيوترونات = العدد الكتلي − العدد الذري.

مثال: ذرة الثوريوم ${}^{230}_{90}Th$				
العدد الذري (Z)	عدد البروتونات	عدد الالكترونات	العدد الكتلي (A)	عدد النيوترونات

ملاحظات:

① **نظائر عنصر ما:** هي ذرات من العنصر نفسه تتفق بـ: **a)** العدد الذّري Z. **b)** الخاصيّات الكيميائيّة.

تختلف بـ: **a)** العدد الكتلي A. **b)** الخاصيّات الفيزيائيّة.

نظائر الهدروجين			نظائر الهليوم	
الهدروجين العادي	الديتريوم	التريتيوم	الهليوم	نظير الهليوم
${}^{1}_{1}H$	${}^{2}_{1}H$	${}^{3}_{1}H$	${}^{4}_{2}He$	${}^{3}_{2}He$
1 بروتون	1 بروتون	1 بروتون	2 بروتون	2 بروتون
0 نيوترون	1 نيوترون	2 نيوترون	2 نيوترون	1 نيوترون

② عند موازنة معادلة نوويّة يجب مراعاة:

a) قانون مصونيّة العدد الكتلي (A): العدد الكلّي للبروتونات والنّيوترونات للمواد المتفاعلة يساوي العدد الكلّي للبروتونات والنّيوترونات للمواد النّاتجة.

b) قانون مصونيّة العدد الذّري (Z): العدد الكلّي للبروتونات للمواد المتفاعلة يساوي العدد الكلّي للبروتونات للمواد النّاتجة.

ثانياً: رموز بعض الجُسيمات النوويّة:

الجسيم	جُسيم ألفا	جُسيم بيتا	نيوترون	بروتون	بوزيترون
رمزه	${}^{4}_{2}He$ أو ${}^{4}_{2}\alpha$	${}^{0}_{-1}e$ أو ${}^{0}_{-1}\beta$	${}^{1}_{0}n$	${}^{1}_{1}P$ أو ${}^{1}_{1}H$	${}^{0}_{+1}e$ أو ${}^{0}_{+1}\beta$

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً:

يُعد النّيوترون أفضل قذيفة نوويّة.

الجواب: لأنّه جُسيمة نوويّة متعادلة كهربائيّاً، فلا يُعاني تنافراً مع النّواة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثالثاً: طاقة الارتباط:

علّل: كتلة نواة العنصر أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرّة.

الجواب: نتيجة النّقص في الكتلة الذي يتحوّل إلى طاقة منتشرة وتُعطى بعلاقة آينشتاين:

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

حيث: ΔE الطّاقة المنتشرة (المتحرّرة) عن تشكّل النّواة (J).

Δm النّقصان في الكتلة (kg). $\Delta m = m_2 - m_1 < 0$

حيث: m_2 كتلة النّواة و m_1 مجموع كتل مكوّنات النّواة (النّيوترونات + البروتونات) وهي حرّة.

C: سرعة انتشار الضّوء في الخلاء ($C = 3\times10^{+8}\ m.s^{-1}$).

وعليه فإنّ **طاقة الارتباط** هي الطّاقة اللازمة لفصل النّواة إلى مكوّناتها من بروتونات ونيوترونات حرّة (وهي مقدار موجب).

المسألة الأولى:

إذا علمت أنّ: كتلة نواة الهليوم ($6.4024\times10^{-27}\ kg$)

كتلة البروتون ($1.6726\times10^{-27}\ kg$)

كتلة النّيوترون ($1.6749\times10^{-27}\ kg$)

والمطلوب حساب:

1. كتلة مكوّنات النّواة.
2. مقدار النّقص في كتلة النّواة.
3. الطّاقة المنتشرة أثناء تشكّل نواة الهليوم (^4_2He)، علماً أنّ سرعة انتشار الضّوء في الخلاء ($C = 3\times10^{+8}\ m.s^{-1}$).
4. طاقة الارتباط لنواة الهليوم.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثانية:

إذا علمت أنّ الشّمس تشعّ طاقة مقدارها ($38\times10^{+27}\,J$) في كل ثانية، **المطلوب حساب:**

❶ مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال ($1\,day$).

❷ مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال ($3\,hours$).

علماً أنّ سرعة انتشار الضّوء في الخلاء ($C=3\times10^{+8}\,m.s^{-1}$).

الحل:

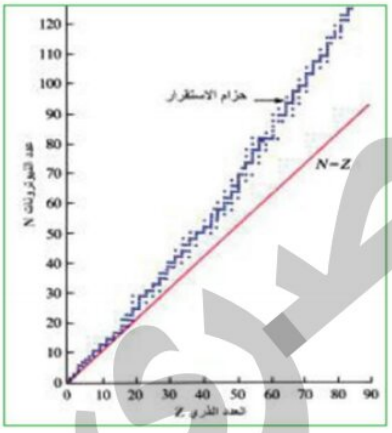
رابعاً: الاستقرار النووي:

- العامل الذي يحدّد فيما إذا كانت النّواة مستقرّة أم لا هو النّسبة $\frac{N}{Z}$

❋ **حالة النوى المستقرة:** وهي التي لا يحدث لأنويتها تفكّك تلقائي ونميّز حالتين:

a) **نوى مستقرّة أعدادها الذريّة صغيرة**: تكون النّسبة $\frac{N}{Z}\simeq 1$.

b) **نوى مستقرّة أعدادها الذريّة كبيرة نسبياً**: تصبح النّسبة $\frac{N}{Z}>1$.



ملاحظة:

تقع النّوى المستقرّة ضمن المنطقة التي تحمل اسم حزام الاستقرار، والنّوى غير المستقرّة تقع خارجه.

❋ **حالة النوى غير المستقرة:** وهي التي يحدث لأنويتها تفكّك تلقائي حيث تتحوّل إلى نوى أكثر استقراراً من خلال عمليّة تدعى النّشاط الإشعاعي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

خامساً: أنواع التحوّلات النوويّة (النّشاط الإشعاعي الطبيعي):

تحدث داخل النّواة غير المستقرّة تحوّلات نوويّة متحوّلة إلى نواة أخرى أكثر استقراراً، يرافقها انطلاق جُسيمات خارج النّواة وانطلاق طاقة على شكل أمواج كهرطيسيّة.

❶ **التحوّل من النّوع بيتا**: يحدث في النّوى التي تقع **فوق** حزام الاستقرار وفق المعادلة الآتية:

يُعبّر عن هذا التحوّل بالمعادلة النوويّة **العامّة** الآتية:

ملاحظة: إنّ إصدار جُسيم بيتا يسمح بزيادة عدد البروتونات بمقدار (1) **ولا** يتغيّر العدد الكتلي.

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً: إطلاق النّواة للالكترونات المؤلّفة لجُسيمات بيتا.

الجواب: بسبب تحوّل نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النّواة فينطلق جُسيم بيتا خارج النّواة.

❷ **التحوّل من النّوع بوزيترون**: يحدث في النّوى التي تقع **تحت** حزام الاستقرار وفق المعادلة الآتية:

يُعبّر عن هذا التحوّل بالمعادلة النوويّة **العامّة** الآتية:

ملاحظة: إنّ إصدار بوزيترون يسمح بانخفاض عدد البروتونات بمقدار (1) **ولا** يتغيّر العدد الكتلي.

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً: إطلاق النّواة للبوزيترون.

الجواب: بسبب تحوّل بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النّواة فينطلق بوزيترون خارج النّواة.

❸ **الأسر الالكتروني**: يحدث في النّوى التي تقع تحت حزام الاستقرار، **ولا** تملك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون، حيث تلتقط النّواة الكتروناً من السّحابة الالكترونيّة المحيطة بها ليرتبط ببروتون فيشكّل نيوترون وفق المعادلة الآتية:

يُعبّر عن هذا التحوّل بالمعادلة النوويّة **العامّة** الآتية:

ملاحظة: إنّ الأسر الالكترونيّ يسمح بانخفاض عدد البروتونات بمقدار (1) **ولا** يتغيّر العدد الكتلي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

❹ **التحوّل من النّوع ألفا**: يحدث في النّوى التي يزيد عددها الذريّ عن 83، حيث تُطلق جُسيم ألفا.

ويُعبّر عن هذا التحوّل بالمعادلة **العامّة** الآتية:

ملاحظة: إنّ إصدار جُسيم ألفا يسمح بانخفاض العدد الذريّ بمقدار (2) وانخفاض العدد الكتليّ بمقدار (4).

سؤال: أكمل التحولات النّوويّة الآتية، ثمّ حدّد نوع كلٍّ منها:

التحول النووي	الجواب	نوع التحول
$^{90}_{\square}Sr \longrightarrow {}^{\square}_{39}Y + {}^{\square}_{-1}e + ...$		
$^{\square}_{19}K \longrightarrow {}^{38}_{\square}Ar + {}^{\square}_{+1}e + ...$		
$^{\square}_{\square}Ru + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{92}_{43}Tc + ...$		
$^{212}_{\square}Po \longrightarrow {}^{\square}_{82}Pb + {}^{4}_{\square}He + ...$		

تدريبات على التحولات النوويّة:

① تتحوّل نواة الثّوريوم $^{231}_{90}Th$ إلى نواة البروتكتينيوم $^{231}_{91}Pa$ تلقائياً، **المطلوب:** اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التحوّل، ثمّ حدّد نوعه.

التحول النووي	نوع التحول

② تتحوّل نواة الكربون المشعّ $^{11}_{6}C$ إلى نواة البور المستقرّ $^{\square}_{\square}B$ بإطلاقها بوزيترون، **المطلوب:** اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التحوّل، ثمّ حدّد نوعه.

التحول النووي	نوع التحول

③ تتحوّل نواة الروبيديوم $^{81}_{37}Rb$ إلى نواة الكربتون $^{\square}_{\square}Kr$ عندما تأسر أحد الكترونات السّحابة الالكترونيّة المحيطة بها، **المطلوب:** اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التحوّل، ثمّ حدّد نوعه.

التحول النووي	نوع التحول

④ تتحوّل نواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ إلى نواة الرادون $^{\square}_{\square}Rn$ بإطلاقها جُسيم ألفا، **المطلوب:** اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التحوّل، ثمّ حدّد نوعه.

التحول النووي	نوع التحول

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوظيفة الأولى

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ عدد الالكترونات في ذرّة النّحاس $^{63}_{29}Cu$ يساوي:

a	92	b	34	c	29	d	63

❷ النّظير الآخر للأكسجين $^{16}_{8}O$ هو:

a	$^{16}_{9}X$	b	$^{17}_{8}X$	c	$^{17}_{7}X$	d	$^{16}_{7}X$

❸ إذا علمت أنّ الشّمس تشعّ طاقة مقدارها ($38\times10^{+27}$ J) في كل ثانية، وسرعة انتشار الضّوء في الخلاء ($C=3\times10^{+8}$ m.s^{-1})، فإنّ مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال (3 min) مقدّراً بـ (kg) يساوي: *(د2) 2018*

a	-76×10^{12}	b	-38×10^{13}	c	-12.66×10^{11}	d	-228×10^{30}

❹ نواة عنصر غير مستقرّة تقع فوق حزام الاستقرار، للعودة إلى حزام الاستقرار، فإنّها تُطلق جُسيم:

a	$^{0}_{-1}e$	b	$^{0}_{+1}e$	c	$^{1}_{0}n$	d	$^{1}_{1}H$

❺ عندما تتحوّل نواة الكربون $^{14}_{6}C$ إلى نواة النّتروجين $^{14}_{7}N$ ، فإنّها تُطلق:

a	نيوترون	b	بوزيترون	c	جُسيم بيتا	d	جُسيم ألفا

❻ كي تتحوّل النّواة $^{A}_{Z}X$ إلى النّواة $^{A}_{Z+1}Y$ تلقائياً فإنّها تُطلق: *2009*

a	بروتون	b	نيوترون	c	جُسيم ألفا	d	جُسيم بيتا

❼ يطرأ تحوّل من النّوع ألفا على نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ فتتكوّن نواة:

a	$^{222}_{88}Ra$	b	$^{234}_{91}Pa$	c	$^{228}_{89}Ac$	d	$^{234}_{90}Th$

❽ نواة مشعّة عددها الذريّ (92) تُطلق جُسيم ألفا فتتحوّل إلى نواة عنصر آخر عددها الذريّ يساوي: *2010*

a	88	b	89	c	91	d	90

❾ إذا أطلقت النّواة المشعّة $^{232}_{90}X$ جُسيم ألفا ثمّ أطلقت النّواة النّاتجة عنها جُسيم بيتا تنتجُ النّواة: *2012*

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

❿ لكي تتحوّل نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ إلى نواة الثّوريوم $^{234}_{90}Th$ تلقائياً فإنّها: *(د1) 2014*

a	تكسب بروتوناً.	b	تخسر بروتوناً.	c	تُطلق جُسيم ألفا.	d	تُطلق جُسيم بيتا.

⓫ يطرأ تحوّل من نوع بيتا على نواة الثّوريوم $^{234}_{90}Th$ فتتكوّن نواة:

a	$^{222}_{88}Ra$	b	$^{234}_{91}Pa$	c	$^{228}_{89}Y$	d	$^{238}_{92}U$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

❶ يُعد النّيوترون أفضل قذيفة نوويّة.

❷ كتلة النّواة أصغر من مجموع كتل مكوّناتها وهي حرّة. *(د2) 2015*

❸ إطلاق النّواة للبوزيترون.

❹ إطلاق النّواة للالكترونات المؤلّفة لجُسيمات بيتا. *(د1) 2011*

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

❶ أكمل كلّ من التحوّلات النوويّة الآتية، ثمّ حدّد نوع كل منها:

$$^{212}_{83}Bi \longrightarrow ^{212}_{84}Po + ... + ...$$

$$^{40}_{19}K + ... \longrightarrow ^{40}_{18}Ar + ...$$

$$^{220}_{86}Rn \longrightarrow ^{216}_{84}Po + ... + ...$$

$$^{\square}_{92}U \longrightarrow ^{231}_{\square}Th + ^{4}_{\square}He + ...$$

❷ تتحوّل نواة الثوريوم $^{234}_{90}Th$ إلى نواة البروتكتنيوم $^{\square}_{\square}Pa$ مُطلقةً جُسيم بيتا. **والمطلوب:** اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التحوّل. ***(د1) 2011، 2006، 2001***

❸ تلتقط نواة عنصر الأرغون $^{37}_{18}Ar$ الكتروناً من مدارٍ داخليّ لها متحولةً إلى نواة عنصر الكلور $^{\square}_{\square}Cl$، اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التحوّل.

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

إذا علمت أنّ الشّمس تشعّ طاقة مقدارها ($38\times10^{+27}$ J) في كل ثانية. **والمطلوب حساب:**

❶ مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال (1 hour).

❷ مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال (72 min).

علماً أنّ: سرعة انتشار الضّوء في الخلاء ($C=3\times10^{+8}$ m.s^{-1}).

المسألة الثانية:

تنقص كتلة نواة الأكسجين $^{16}_{8}O$ عن مكوّناتها وهي حرّة بمقدار ($\Delta m=-0.23\times10^{-27}$ kg). **المطلوب حساب:** طاقة الارتباط لهذه النّواة. علماً أنّ: سرعة انتشار الضّوء في الخلاء ($C=3\times10^{+8}$ m.s^{-1}).

☺ انتهت الوظيفة الأولى ☺

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سادساً: خاصيّات جُسيمات ألفا وجُسيمات بيتا وأشعّة غاما:

	جُسيمات ألفا α	جُسيمات بيتا β	أشعّة غاما γ
الطبيعة	تطابق نوى الهليوم $^{4}_{2}He$	الكترونات عالية السّرعة $^{0}_{-1}e$	أمواج كهرطيسيّة طاقتها عالية جداً.
الكتلة	كتلتها تساوي أربعة أضعاف كتلة الهدروجين العادي.	كتلتها تساوي كتلة الالكترون.	ليس لها كتلة سكونيّة.
الشحنة	تحمل شحنتين موجبتين.	تحمل شحنة سالبة.	**لا** تحمل شحنة كهربائية.
تأيين الغازات	تأيّن الغازات التي تمر خلالها.	أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات ألفا.	أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات بيتا.
السرعة	$(0.05\ c)$ حيث: c سرعة الضّوء.	$(0.9\ c)$ قريبة من سرعة الضّوء.	تساوي سرعة الضّوء $(C=3\times10^{+8}\ m.s^{-1})$
النفوذية	نفوذيّتها ضعيفة.	نفوذيّتها أكبر من نفوذيّة جُسيمات ألفا.	نفوذيّتها أكبر من نفوذيّة جُسيمات بيتا.
التأثر بالحقل الكهربائي	تنحرف نحو اللّبوس السّالب لمكثّفة مشحونة.	تنحرف نحو اللّبوس الموجب لمكثّفة مشحونة.	**لا** تتأثّر.
التأثر بالحقل المغناطيسي	تنحرف بتأثير قوّة لورنز.	تنحرف بتأثير قوّة لورنز بجهة معاكسة لجهة انحراف جُسيمات ألفا.	**لا** تتأثّر.

سابعاً: سلاسل النشاط الإشعاعي:

تتحوّل النّوى المشعّة وفق عدّة تحوّلات نوويّة متسلسلة لتصل إلى نواة مستقرّة تُدعى سلسلة نشاط إشعاعيّ.

تطبيق (1): تتحوّل نواة اليورانيوم المشعّ $^{238}_{92}U$ إلى نواة الرّصاص المستقرّ $^{206}_{82}Pb$، وفق سلسلة نشاط إشعاعيّ الممثّل بالمعادلة الآتية: $^{238}_{92}U \longrightarrow \chi\,^{4}_{2}He + y\,^{0}_{-1}e + ^{206}_{82}Pb + Energy$ **والمطلوب:**

❶ احسب عدد التحوّلات من النّوع ألفا (x)، وعدد التحوّلات من النّوع بيتا (y) التي يقوم بها اليورانيوم لكي يستقرّ.

❷ اكتب المعادلة النوويّة الكليّة.

الجواب:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تطبيق (2): يتحوّل اليورانيوم المشعّ $^{235}_{92}U$ إلى الرّصاص المستقرّ $^{207}_{82}Pb$ ، **والمطلوب:**

❶ احسب عدد التحوّلات من النّوع ألفا (x)، وعدد التحوّلات من النّوع بيتا (y) التي يقوم بها اليورانيوم لكي يستقرّ.

❷ اكتب المعادلة النّوويّة الكليّة.

الجواب:

ثامناً: التّفاعلات النوويّة (النّشاط الإشعاعي الصّنعي):

التفاعل النووي	ملاحظات
التقاط	تلتقط النّواة القذيفة التي قُذفت بها دون أن تنقسم.
تطافر	تحدث عندما تتحوّل النّواة المقذوفة بجُسيم إلى عنصر جديد مُطلقة جُسيم آخر.
انشطار نوويّ	تفاعل نوويّ تنشطر فيه نواة ثقيلة لتعطي نواتين متوسطتي الكتلة مع انطلاق طاقة هائلة.
اندماج نوويّ	تندمج نواتان خفيفتان أو أكثر لتتشكّل نواة أثقل.

سؤال: أكمل التفاعلات النّوويّة الآتية، ثمّ حدّد نوع كلٍّ منها:

التفاعل النووي	الجواب	نوع التفاعل
$^{\square}_{30}Zn + ^{\square}_{\square}n \longrightarrow ^{64}_{\square}Zn + ...$		
$^{\square}_{5}B + ^{\square}_{\square}n \longrightarrow ^{7}_{\square}Li + ^{4}_{\square}He + ...$		
$^{236}_{92}U \longrightarrow ^{\square}_{51}Sb + ^{101}_{\square}Nb + 3^{\square}_{\square}n + ...$		
$4^{1}_{\square}H \longrightarrow ^{\square}_{2}He + 2^{\square}_{\square}e + ...$		

تدريبات على التفاعلات النوويّة:

① عند قذف نواة الذّهب النّظير غير المشعّ $^{197}_{79}Au$ بنيوترون تتحوّل إلى نواة الذّهب النّظير المشعّ. **المطلوب:**

اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التّفاعل، ثمّ حدّد نوعه.

التفاعل النووي	نوع التفاعل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

② عند قذف نواة النّتروجين $^{14}_{7}N$ بجُسيم ألفا تتحوّل إلى نواة الأكسجين $^{\square}_{\square}O$ ومطلقةً بروتون. **المطلوب:**
اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التّفاعل، ثمّ حدّد نوعه.

التفاعل النووي	نوع التفاعل

③ تندمج نواتا نظيرَي الهدروجين (الدّتيريوم والتريتيوم) لينتج نواة الهليوم ونيوترون. **المطلوب:**
اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التّفاعل، ثمّ حدّد نوعه.

التفاعل النووي	نوع التفاعل

④ أعطِ تفسيراً علمياً: يرافق تفاعلات الاندماج النوويّ انطلاق طاقة هائلة.
أو: كتلة النّواة النّاتجة عن الاندماج أصغر من مجموع كتل النّوى المدمجة.

الجواب: نتيجة النّقص في الكتلة الذي يتحوّل إلى طاقة.

ملاحظة: تحدث في النّجوم تفاعلات اندماج نوويّ، وتنتج مقدار هائل من الطّاقة، ويستطيع ضوؤها الوصول إلى مليارات الكيلومترات.

تاسعاً: عمر النّصف للمادّة المشعّة $t_{1/2}$:

تعريفه: هو الزّمن اللاّزم لتحوّل نصف عدد نوى النّظير المشعّ وفق نشاط إشعاعي محدّد إلى نوى عنصر آخر خلال أزمنة متساوية.

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

حيث: N يمثّل العدد الكلّي للنّوى.

يُحسب عمر النّصف للمادّة المشعّة من العلاقة الآتية: $$t_{1/2} = \frac{t}{n}$$

حيث: t: الزّمن الكلّي. n: عدد مرّات التّكرار. $t_{1/2}$: عمر النّصف للمادّة المشعّة.

يتعلق عمر النّصف **بنوع المادّة المشعّة فقط ولا** يتعلق بالحالة الفيزيائيّة أو الكيميائيّة أو الضّغط أو درجة الحرارة.

المسألة الثالثة:

إذا علمت أنّ عمر النّصف لعنصر مشعّ (3 years)، احسب الزّمن اللازم كي يصبح النّشاط الإشعاعيّ ($\frac{1}{8}$) ما كان عليه.

الحل:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الرابعة:

يبلغ عدد النّوى في عنصر مشعّ (16×10^5) نواة، وبعد زمن ($150\ s$) يصبح ذلك العدد (2×10^5) نواة.

والمطلوب حساب: عمر النّصف لهذا العنصر المشعّ.

الحل:

المسألة الخامسة:

تتحوّل نواة اليود المشعّ $^{131}_{53}I$ إلى نواة الكزينون $^{\square}_{\square}Xe$ مطلقةً جُسيم بيتا، عند معالجة مرضى سرطان الغدّة الدرقيّة بجرعة منه، فإذا كان عمر النّصف لليود المشعّ المستخدم ($8\ days$). **المطلوب:**

❶ اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن التحوّل.

❷ احسب النّسبة المتبقيّة من اليود المشعّ بعد ($24\ days$).

❸ احسب النّسبة المتفكّكة من اليود المشعّ بعد ($32\ days$).

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة السادسة:

كميّة من عنصر مشعّ مقدارها (1 g) وبعد مرور زمن قدره (15 years) وُجِدَ أنّ الكميّة المتبقيّة منه (0.125 g) **المطلوب:**

احسب عمر النّصف لهذا العنصر المشعّ.

الحل:

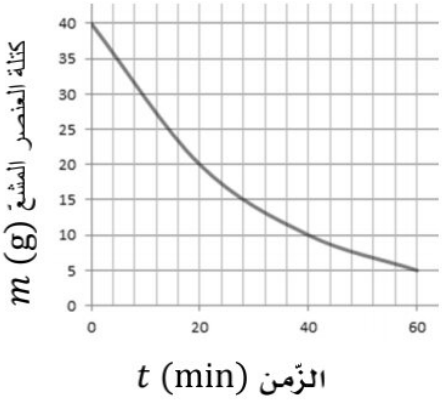
المسألة السابعة:

يبيّن المخطّط المجاور تحوّل (40 g) من عيّنة لعنصر مشعّ بدلالة الزّمن، **المطلوب:**

❶ استنتج عمر النّصف للمادّة المشعّة.

❷ احسب كتلة العيّنة المتبقيّة من المادّة المشعّة بعد مرور (40 min).

❸ احسب الكتلة المتحوّلة من المادّة المشعّة بعد مرور (60 min).



الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوظيفة الثّانية

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ قدرة جُسيمات بيتا على تأيين الغازات التي تمر من خلالها: *(1د) 2015*

a	أكبر من قدرة جُسيمات ألفا.	b	أقل من قدرة جُسيمات ألفا.	c	تساوي قدرة أشعّة غامّا.	d	أقل من قدرة أشعة غامّا.

❷ قدرة جُسيمات ألفا على النّفوذيّة: *(1د) 2017*

a	أقل من نفوذيّة جُسيمات بيتا.	b	أكبر من نفوذيّة جُسيمات بيتا.	c	تساوي نفوذيّة أشعّة غامّا.	d	أكبر من نفوذيّة أشعّة غامّا.

❸ نفوذيّة أشعة غامّا: *(2د) 2017*

a	أكبر من نفوذيّة جُسيمات بيتا.	b	أصغر من نفوذيّة جُسيمات بيتا.	c	أصغر من نفوذيّة جُسيمات ألفا.	d	تساوي نفوذيّة جُسيمات ألفا.

❹ من خاصيّات أشعة غامّا:

a	تتأثّر بالحقل الكهربائيّ.	b	تتأثّر بالحقل المغناطيسيّ.	c	تنتشر بسرعة الضّوء.	d	نفوذيّتها أقل من جُسيمات بيتا.

❺ نفوذيّة جُسيمات بيتا: *(1د) 2018*

a	أقل من نفوذيّة جُسيمات ألفا.	b	أكبر من نفوذيّة جُسيمات ألفا.	c	تساوي نفوذيّة أشعّة غامّا.	d	أكبر من نفوذيّة أشعّة غامّا.

❻ تتفكّك نواة الثّوريوم $^{228}_{90}Th$ بإطلاقها لجُسيمات ألفا متحوّلة إلى نواة البولونيوم $^{216}_{84}Po$ فإنّ عدد جُسيمات ألفا المنطلقة خلال هذا التحوّل يساوي:

a	2	b	3	c	4	d	5

❼ يتحوّل النّحاس ^{63}Cu وهو نظير غير مشعّ عند قذفه بنيوترون إلى نظير مشعّ ^{64}Cu في تفاعل نوويّ من نوع: *(2د) 2014*

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

❽ يتوقّف عمر النّصف للعنصر المشعّ على: *(2د) 2011*

a	كتلة العنصر المشعّ.	b	الرّوابط الكيميائيّة للعنصر المشعّ.	c	درجة حرارة العنصر المشعّ.	d	نوع العنصر المشعّ.

❾ إذا كان عمر النّصف لعنصر مشعّ (6 min)، فإنّ نسبة ما يتبقى في عيّنة منه بعد (30 min): *(2د) 2015*

a	$\frac{1}{64}$	b	$\frac{1}{8}$	c	$\frac{1}{16}$	d	$\frac{1}{32}$

❿ يبلغ عدد النّوى في عيّنة مشعّة (8×10^{20})، وبعد زمن قدره (120 s) يصبح عدد النّوى (10^{20}) فيكون عمر النّصف لهذه المادّة:

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

⓫ يبلغ عمر النّصف لمادّة مشعّة ($t_{1/2}=24$ days) وكتلتها (1 kg)، تكون نسبة ما تبقّى منها بعد (72 days) مساويةً:

a	$\frac{1}{8}$	b	$\frac{4}{8}$	c	$\frac{5}{8}$	d	$\frac{7}{8}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

⓬ عند تحوّل نواة النّتروجين $^{14}_{7}N$ إلى نواة الكربون المشعّ $^{14}_{6}C$ ، فإنّها:

a	تلتقط نيوترون وتُطلق ألفا.	b	تلتقط بروتون وتُطلق نيوترون.
c	تلتقط بوزيترون وتُطلق نيوترون.	d	تلتقط نيوترون وتُطلق بروتون.

⓭ تحدث في الشّمس تفاعلات نوويّة من نوع:

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

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

❶ لا تتأثّر أشعّة غاما بالحقل الكهربائيّ.

❷ تأثّر كلّ من جُسيمات ألفا وجُسيمات بيتا بالحقل الكهربائيّ.

❸ يرافق تفاعلات الاندماج النّووي انطلاق طاقة هائلة.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

❶ أكمل كلٍ من التّفاعلات النّوويّة الآتية، ثمّ حدّد نوع كل منها:

$$^{23}_{\square}Na + ^{1}_{\square}H \longrightarrow ^{\square}_{12}Mg + ^{\square}_{\square}n + ...$$

$$^{236}_{92}U \longrightarrow ^{\square}_{52}Te + ^{97}_{\square}Zr + 2^{\square}_{\square}n + ...$$

$$^{\square}_{\square}H + ^{2}_{\square}H \longrightarrow ^{4}_{\square}He + ... + ...$$

❷ قارن بين جُسيم بيتا والبوزيترون من حيث:

a) موقع النّواة التي تُطلق كل منها بالنّسبة لحزام الاستقرار.

b) التأثّر بالحقل الكهربائيّ.

❸ يتحوّل نظير الثّوريوم المشعّ $^{232}_{90}Th$ إلى نظير الرصاص غير المشعّ $^{208}_{82}Pb$ ، **والمطلوب حساب:**

a) عدد التحوّلات من النّوع ألفا (x)، وعدد التحوّلات من النّوع بيتا (y) التي يقوم بها الثّوريوم لكي يستقر.

b) اكتب المعادلة النوويّة الكليّة.

❹ تُطلق بعض نوى العناصر المشعّة جُسيمات ألفا (α) **والمطلوب:** *2013 (د2)*

a) اكتب رمز جُسيم ألفا بالطّريقة $^{A}_{Z}X$.

b) اكتب ثلاثاً من خواص جُسيم ألفا.

❺ من التّفاعلات التي تجري في الشّمس دمج نواتين من الهدروجين العادي (بروتونين) لتوليد نواة دتيريوم وبوزيترون. **المطلوب:**

اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التّفاعل.

❻ عند قذف نواة الزئبق $^{200}_{80}Hg$ ببروتون تتحوّل إلى نواة الذّهب $^{\square}_{\square}Au$ مُطلقةً جُسيم ألفا. **المطلوب:**

اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن التّفاعل النّوويّ الحاصل، ثمّ حدّد نوعه.

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

إذا علمت أنّ عمر النّصف لعنصر مشعّ (24 days)، احسب الزّمن اللاّزم كي يصبح النّشاط الإشعاعي لعينة منه **ربع** ما كان عليه.

المسألة الثانية:

عيّنة لعنصر مشعّ، إذا علمت أنّ الزّمن اللاّزم ليصبح عدد النّوى المشعّة في تلك العيّنة ($\frac{1}{16}$) ممّا كان عليه يساوي (480 years). **والمطلوب حساب:** عمر النّصف لهذا العنصر المشعّ.

المسألة الثالثة:

إذا كانت كتلة عيّنة من مادّة مشعّة (16 mg) وعمر النّصف لهذه المادّة تساوي (10 hours). **المطلوب حساب:**

❶ الكتلة المتبقيّة من هذه العيّنة بعد (20 hours).

❷ الكتلة المتفكّكة من هذه العيّنة بعد (40 hours).

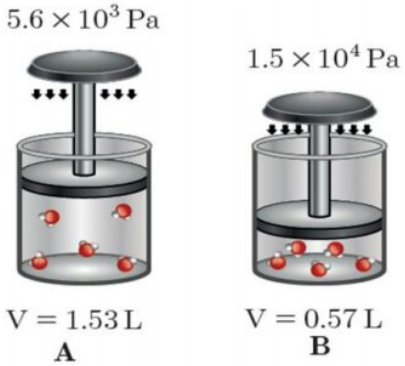
☺ انتهت الوظيفة الثّانية ☺

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أولاً: قوانين الغاز:

❶ العلاقة بين ضغط الغاز P وحجمه V (قانون بويل):

➢ يوضّح الشّكل المجاور مكبساً يحوي غاز SO_2 في حالتين A و B:



نستنتج أنّه:

① بزيادة الضّغط المطبّق على الغاز ينقص حجمه، ويكون الضّغط المطبّق مساوياً لضغط الغاز.

② عدد مولات الغاز يبقى ثابتاً عند ضغطه.

سؤال: أُجريت عدّة تجارب مخبريّة على عيّنة غازيّة، عند درجة حرارة ثابتة، وكانت النّتائج كما في الجدول الآتي.

V (mℓ) الحجم	P(atm) الضغط	$P.V$ (atm.mℓ)
5	39	195
10	19.5	195
15	13	195
20	9.75	195
25	7.8	195
30	6.5	195

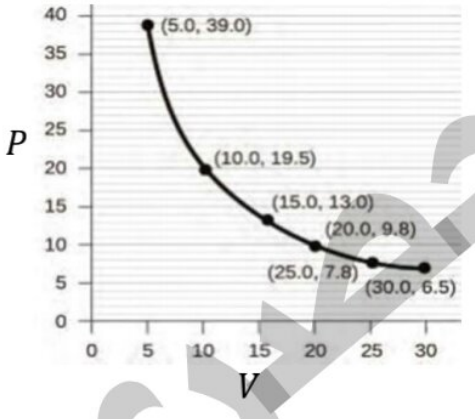
المطلوب:

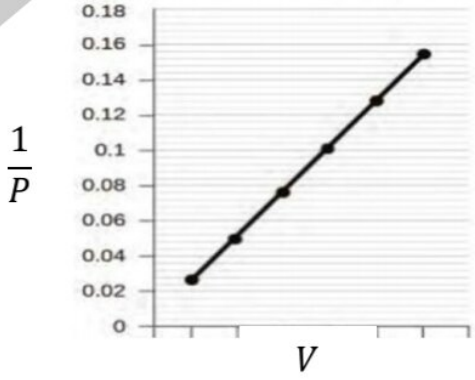
1) ارسم الخطّ البيانيّ لتغيّر الضّغط بدلالة الحجم.
ماذا تستنتج من الرّسم.

2) اكتب نصّ النّتيجة التي توصلت إليها.
ثمّ اكتب بالرّموز العلاقة الرّياضيّة المعبّرة عنها.

الجواب:

1)





نستنتج من الرّسم أنّ: جداء ضغط غاز (P) في حجمه (V) يساوي مقدار ثابت (const.) عند ثبات درجة الحرارة (T).

أي أنّ: $$P.V = \text{const.}$$

2) يتناسب ضغط غاز (P) عكساً مع حجمه (V) بثبات درجة الحرارة (T).

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

سؤال: أيّ من الخطوط البيانيّة الآتية لا يمثّل قانون بويل، بفرض ثبات درجة الحرارة وعدد المولات. فسّر إجابتك.

الجواب: الخط البيانيّ الأول (من اليمين) لا يمثّل قانون بويل لأنّ العلاقة طرديّة بين الضغط ومقلوب الحجم (وليست عكسيّة).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تطبيق (1):

عيّنة من غاز (NO_2) حجمها ($1.5\ \ell$) عند الضّغط ($5.6\times10^3\ \text{Pa}$) **المطلوب حساب:** حجم هذه العيّنة من الغاز عندما يصبح ضغطها ($1.5\times10^4\ \text{Pa}$) بثبات درجة الحرارة.

المعطيات:

الحل:

تطبيق (2):

يحوي مكبس غاز حجمه ($1\ \ell$) عند الضّغط النّظامي. احسب قيمة الضّغط المطبّق ليصبح حجمه ($300\ \text{m}\ell$) مع بقاء درجة الحرارة ثابتة ($175\ ^\circ\text{C}$).

المعطيات:

الحل:

❷ العلاقة بين حجم الغاز V ودرجة الحرارة T (قانون شارل):

- عند وضع البالون المملوء بالهواء في الآزوت السّائل (درجة الحرارة $-190\ ^\circ\text{C}$) **نستنتج أنّه** يتناقص حجم الهواء داخل البالون نتيجة انخفاض درجة الحرارة.

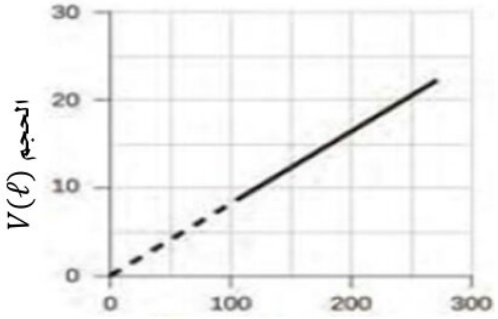
سؤال: أُجريت عدّة تجارب مخبريّة على عيّنة غازيّة، عند ضغط ثابت، وكانت النّتائج كما في الجدول الآتي، المطلوب:

1) ارسم الخطّ البيانيّ لتغيّر الحجم بدلالة درجة الحرارة مقدّرةً بالكلفن، ماذا تستنتج من الرّسم.
2) اكتب نصّ النّتيجة التي توصلت إليها.
ثمّ اكتب بالرّموز العلاقة الرّياضيّة المعبّرة عنها.

الحجم $V(\ell)$	درجة الحرارة $T(\text{K})$	$\frac{V}{T}\ (\ell.\text{K}^{-1})$
22	270	0.081
21	259	0.081
18	220	0.081
9	111	0.081

الجواب

1)



نستنتج من الرّسم أنّ: نسبة حجم غاز (V) إلى درجة حرارته (T) (مقدّرةً بالكلفن) تساوي مقدار ثابت عند ثبات الضّغط (P). أي أنّ:

$$\frac{V}{T}=\text{const.}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2) يتناسب حجم غاز (V) طرداً مع درجة حرارته (T) بثبات الضّغط (P).

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

تطبيق (3):

يبلغ حجم عيّنة من غاز ($3\ \ell$) عند درجة الحرارة ($27\ ^\circ\text{C}$) وضغط ثابت. **المطلوب حساب:**

الحجم الذي تشغله هذه العيّنة عند تسخينها إلى الدّرجة ($177\ ^\circ\text{C}$) وبقاء الضّغط ثابت.

المعطيات:

الحل:

❸ العلاقة بين ضغط الغاز P ودرجة الحرارة T (قانون غاي - لوساك):

أُجريت عدّة تجارب مخبريّة على عيّنة غازيّة، عند حجم ثابت، وكانت النّتائج كما في الجدول الآتي، المطلوب:

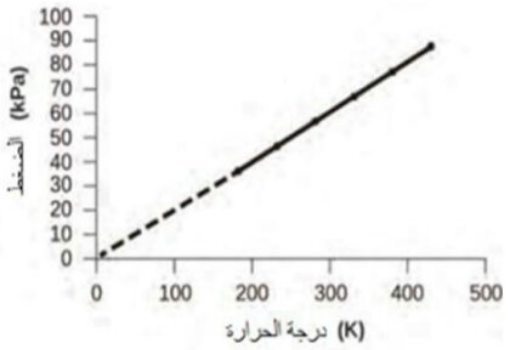
الضغط $P(\text{atm})$	درجة الحرارة $T(\text{K})$	$\frac{P}{T}\ (atm.\text{K}^{-1})$
36	173	0.208
46.5	223	0.208
56.8	273	0.208
67.2	323	0.208
77.6	373	0.208
88	423	0.208

1) ارسم الخطّ البيانيّ لتغيّر الضّغط بدلالة درجة الحرارة.
ماذا تستنتج من الرّسم.

2) اكتب نصّ النّتيجة التي توصلت إليها.
ثمّ اكتب بالرّموز العلاقة الرّياضيّة المعبّرة عنها.

الجواب:

1)



نستنتج من الرّسم أنّ: نسبة ضغط غاز (P) إلى درجة حرارته المطلقة (T) تساوي مقدار ثابت (const.) عند ثبات الحجم (V). أي أنّ:

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

2) يتناسب ضغط غاز (P) طرداً مع درجة حرارته المطلقة (T) عند ثبات الحجم (V).

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تطبيق (4):

علبة معدنيّة تحوي غاز البوتان، ضغطه (360 kPa) عند درجة حرارة (27 °C). **والمطلوب حساب:** قيمة الضّغط الجديد للغاز في العلبة إذا تُركت في سيّارة وارتفعت درجة حرارتها إلى (47 °C) في يوم حارّ (بإهمال تمدّد العلبة).

المعطيات:

الحل:

❹ العلاقة بين عدد مولات الغاز n وحجمه V (قانون أفوغادرو):

أُجريت التّجربة الآتية لإيجاد العلاقة بين حجم الغاز (V) وعدد مولاته (n) عند ثبات الضّغط (P) ودرجة الحرارة (T):

الحجم $V\ (\ell)$	عدد المولات $n\ (\text{mo}\ell)$	$\frac{V}{n}\ (\ell.\text{mo}\ell^{-1})$
49.2	2	24.6
73.8	3	24.6

نستنتج أنّ:

1) نسبة حجم عيّنة من غاز (V) إلى عدد مولاته (n) تساوي مقدار ثابت (const) عند ثبات الضّغط (P) ودرجة الحرارة (T)، أي أنّ:

$$\frac{V}{n} = \text{const.} = V_{m\ell}$$

2) يتناسب حجم عيّنة من غاز (V) طرداً مع عدد مولاته (n) عند ثبات الضّغط (P) ودرجة الحرارة (T)، أي أنّ:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \ldots = \frac{V}{n} = \text{const.} = V_{m\ell}$$

حالة خاصّة: حجم ($1\ \text{mo}\ell$) من أي غاز في الشّرطين النّظاميّين (الضّغط $P = 1\ \text{atm}$ ودرجة الحرارة $T = 0^\circ\text{C} = 273\ \text{K}$) هو حجم ثابت ويساوي ($22.4\ \ell$)، وبالتالي يُصبح قانون أفوغادرو:

$$\frac{V}{n} = V_{m\ell} \Rightarrow V = V_{\text{mo}\ell} \times n \Rightarrow \boxed{V = 22.4 \times n}$$

❺ قانون الغازات العام (معادلة الغاز المثالي):

يربط متحوّلات الغاز جميعها.

$$P.V = n.R.T$$

$$\frac{P.V}{T} = nR$$

وفي عيّنة غازيّة:

$$\Rightarrow \frac{P_1.V_1}{T_1} = \frac{P_2.V_2}{T_2} = \ldots = \frac{P.V}{T} = nR$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تطبيق (5):

احسب قيمة R (ثابت الغازات العام) لمول واحد من أيّ غاز في كل من الحالتين:

a) في الشّرطين النّظاميّين. **b)** في الشّرطين النّظاميّين مقاساً بالواحدات الدولية.

الحل:

سؤال: اختر الإجابة الصّحيحة:

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

a	حجمه (22.4 ℓ) يحوي (1 moℓ) من الغاز.	**b**	حجمه (22.4 ℓ) يحوي (2 moℓ) من الغاز.
c	حجمه (11.2 ℓ) يحوي (2 moℓ) من الغاز.	**d**	حجمه (11.2 ℓ) يحوي (1 moℓ) من الغاز.

ملاحظات للمسائل:

$m\ell \xrightarrow{\times 10^{-3}} \ell \xrightarrow{\times 10^{-3}} m^3$	$kPa \xrightarrow{\times 10^{+3}} Pa \xrightarrow{\times 10^{-5}} atm$	$^0C \xrightarrow{+273} K$

حساب عدد مولات غاز:

❶ في حال عُلِمت كتلة الغاز:	❷ في حال الشّرطين النظاميين:	❸ في حال عُلِمَ عدد جزيئات الغاز:	❸ في حال عُلِمَ كل من ضغط الغاز وحجمه ودرجة الحرارة:
$n = \frac{m}{M}$	$n = \frac{V}{V_{mo\ell}} = \frac{V}{22.4}$	$n = \frac{\text{عدد جزيئات الغاز}}{\text{عدد أفوغادرو}}$	$n = \frac{P.V}{R.T}$

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الأولى: **الامتحان النّصفي الموحّد 2020**

عيّنة من غاز الأكسجين (O_2) حجمها ($24.6\ \ell$) عند الضّغط ($1\ atm$) ودرجة حرارة ($27\ ^\circ C$). **المطلوب:**

❶ احسب عدد مولات هذا الغاز في العيّنة.

❷ إذا تحوّل غاز الأكسجين (O_2) إلى غاز الأوزون (O_3) عند الضّغط ودرجة الحرارة ذاتها. **المطلوب حساب:**

a) عدد مولات غاز الأوزون النّاتج.

b) حجم غاز الأوزون النّاتج.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الحل:

المسألة الثانية:

عيّنة من غاز الأكسجين (O_2) حجمها في الشّرطين النّظاميّين ($44.8\ \ell$). **المطلوب حساب:**

❶ عدد مولات غاز الأكسجين في العيّنة، وكتلته.

❷ ضغط هذه العيّنة من الغاز إذا سُخّنت إلى الدّرجة ($273\ ^\circ C$) مع بقاء حجمها ثابت.

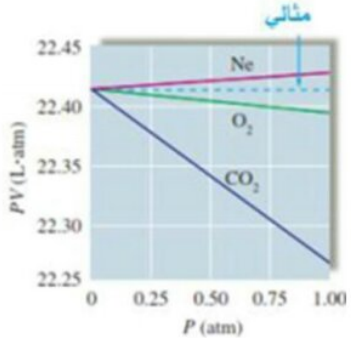
علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الأوزان الذريّة: ($O:16$)

الحل:

أ. أسامة الحصري

الغاز المثالي:



هو غاز تتوافر فيه الشّروط الآتية:

① انعدام قوى التّجاذب بين جزيئاته.

② حجم جزيئات الغاز مهملة بالنّسبة لحجم الوعاء الذي يحتويه.

③ التّصادمات بين جزيئات الغاز تصادمات مرنة.

④ تتحرّك جزيئات الغاز حركة عشوائيّة.

نستنتج: يسلك غاز النيون (Ne) سلوك غاز مثاليّ، في حين يسلك غاز (CO_2) سلوك غاز حقيقيّ.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة:

احسب ضغط عيّنة من غاز النّتروجين (N_2) عدد جزيئاتها (3.011×10^{23}) في حوجلة حجمها ($3\ \ell$) عند الدّرجة ($27\ ^\circ C$). علماً أنّ: ($R=8.314\ m^3.Pa.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)، وعدد أفوغادرو (6.022×10^{23}).

المعطيات:

الحل:

المسألة الرابعة:

منطاد مليء بغاز الهدروجين يستخدمه مُستكشف ليصل به إلى القطب الشّمالي، وقد حصل على غاز الهدروجين من خلال تفاعل حمض الكبريت الممدّد مع برادة الحديد، فإذا كان حجم المنطاد في الشّرطين النظاميّين ($4800\ m^3$)، ونسبة غاز الهدروجين الضائع المتسرّب خلال عمليّة الملء (20%)، **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة التّفاعل الحاصل. ❷ احسب كتلة الحديد المستخدم. ❸ احسب كتلة حمض الكبريت.

الأوزان الذريّة: ($H:1\ ,\ O:16\ ,\ S:32\ ,\ Fe:56$)

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الخامسة:

يستمد جسم الإنسان الطّاقة اللازمة للقيام بوظائفه الحيويّة من تأكسد سكّر العنب وفق المعادلة الآتية:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

تنقل كريّات الدّم الحمراء نواتج التّفاعل إلى الرئتين، ثمّ يخرج (CO_2) على شكل غاز بعمليّة الزّفير، **والمطلوب حساب:**

❶ حجم غاز (CO_2) المنطلق نتيجة أكسدة ($2.7\ g$) من سكّر العنب في جسم الإنسان، عند درجة الحرارة ($37\ °C$) والضّغط ($0.9\ atm$). علماً أنّ: $R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$

❷ كتلة غاز (CO_2) المنطلق في الشّروط السّابقة.

❸ حجم غاز الأكسجين (O_2) اللازم لأكسدة ($0.9\ g$) من سكّر العنب عند الضّغط ($1.2\ atm$) ودرجة الحرارة ($27\ °C$)، أيّ خارج جسم الإنسان. الأوزان الذريّة: ($C:12\ ,\ H:1\ ,\ O:16$)

الحل:

أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة السادسة:

يمثّل الشّكل المجاور حوجلتين متماثلتين متّصلتان ببعضهما بصمّام، تحوي الحوجلة الأولى غاز النّشادر (الأمونيا) (NH_3)، بينما تحوي الحوجلة الثّانية غاز كلور الهدروجين (HCl)، فإذا علمت أن حجم كل حوجلة ($1.23\ \ell$)، ودرجة حرارتهما ($27\ ^\circ C$)، وكتلة غاز النّشادر ($5.1\ g$) وكتلة غاز كلور الهدروجين ($7.3\ g$).

عند فتح الصمّام يتفاعل غاز النّشادر مع غاز كلور الهدروجين، وينتج ملح كلوريد الأمونيوم الصّلب. **المطلوب:**

❶ اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

❷ بيّن حسابيّاً ما هو الغاز المتبقّي بعد نهاية التّفاعل.

❸ احسب الضّغط عند نهاية التّفاعل (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصّلب المتشكّل). $R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$

❹ احسب كتلة ملح كلوريد الأمونيوم النّاتج. الأوزان الذريّة: ($H:1\ ,\ N:14\ ,\ Cl:35.5$)

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة السّابعة:

يتم تخزين الغازات في حاوية معدنيّة تتحمّل الضّغط العالي، فإذا علمت أنّ ضغط غاز النّتروجين يساوي (8314 kPa) داخل حاوية حجمها (300 ℓ) عند الدّرجة (27 °C). **المطلوب حساب:**

❶ كتلة غاز النّتروجين داخل الحاوية. ❷ عدد جزيئات غاز النّتروجين داخل الحاوية.

❸ الحجم الذي سيشغله غاز النّتروجين في الشّرطين النّظاميّين.

❹ درجة الحرارة التي تجعل الضّغط في الحاوية مساوياً لـ (100 atm) مع ثبات الحجم.

❺ ضغط الغاز إذا نُقِلَ إلى حاويةٍ حجمها (150 ℓ) عند ثبات درجة الحرارة (27 °C).

علماً أنّ: $R = 8.314\ m^3.Pa.mo\ell^{-1}.K^{-1}$ ، 6.022×10^{23} = عدد أفوغادرو ، الأوزان الذريّة: (N: 14)

المعطيات:

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثانياً: كثافة الغاز (الكتلة الحجميّة للغاز):

سؤال (1): انطلاقاً من قانون الغازات العام (معادلة الغاز المثاليّ)، أوجد قانون كثافة الغاز. وماذا تستنتج.

الجواب:

سؤال (2): أعطِ تفسيراً علمياً: يرتفع المنطاد في الجو عند تسخين الهواء داخله.

الجواب: لأنّه بتسخين الهواء داخل المنطاد ينقص كثافته لتصبح أقل من كثافة الهواء المحيط به ممّا يؤدي إلى ارتفاعه.

ملاحظة: تُقدّر واحدة الكثافة بـ ($g.\ell^{-1}$).

المسألة الثامنة:

إذا كانت كثافة غاز ($1.4\ g.\ell^{-1}$) عند الدّرجة ($27\ °C$) والضّغط ($1.4\ atm$). **المطلوب حساب:**

❶ الكتلة المولّية لهذا الغاز.

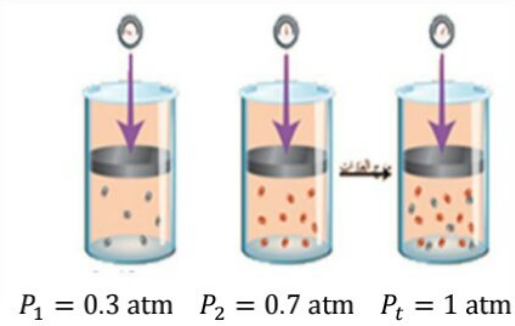
❷ كثافة هذا الغاز عند الدّرجة ($57\ °C$) والضّغط ($1.1\ atm$). علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الحل:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثالثاً: قانون دالتون والضغوط الجزئيّة:

لاحظ الشّكل المجاور (بفرض ثبات الحجم ودرجة الحرارة)، ماذا تستنتج؟



تستنتج أنّ:

الضّغط الكلّي لمزيج غازي يساوي مجموع الضّغوط الجزئيّة للغازات المكوّنة له.

يُعبّر عنه بالعلاقة: $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$

سؤال (1): استنتج عبارة الضّغط الكلّي لمزيج مكوّن من ثلاثة غازات مختلفة بثبات الحجم ودرجة الحرارة.

الجواب:

حسب قانون دالتون:

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

يُعطى ضغط كل غاز وفق قانون الغازات العام:

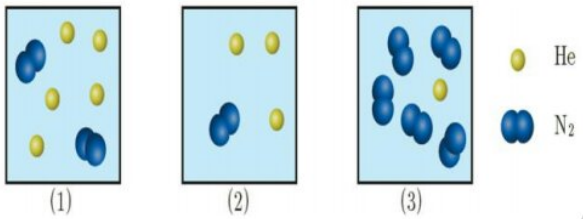
$$P_1 = n_1.\frac{R.T}{V} \quad , \quad P_2 = n_2.\frac{R.T}{V} \quad , \quad P_3 = n_3.\frac{R.T}{V}$$

$$P_t = n_1.\frac{R.T}{V} + n_2.\frac{R.T}{V} + n_3.\frac{R.T}{V}$$

$$P_t = (n_1 + n_2 + n_3)\frac{R.T}{V}$$

$$\boxed{P_t = n_t \frac{R.T}{V}}$$

سؤال (2): يُمثّل الشّكل المجاور عيّنات غازيّة:



إذا علمت أنّ هذه العيّنات موجودة عند درجة الحرارة ذاتها. **المطلوب:**

رتّب هذه العيّنات حسب: ① تزايد الضّغط الكلي.

② تزايد الضّغط الجزئيّ للهليوم.

الجواب:

المسألة التّاسعة: مزيجٌ غازيّ في وعاء حجمه ($8.2\ \ell$) يحتوي على ($2\ \text{mol}$) من غاز (A) و($0.5\ \text{mol}$) من غاز (B) وكميّة من غاز (D)، إذا كان الضّغط الكلّي للوعاء (16.5 atm) عند درجة الحرارة ($27\ ^\circ\text{C}$). **المطلوب:**

❶ احسب عدد مولات الغاز (D). ❷ احسب الضّغط الجزئيّ للغاز (D). علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.\text{atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$)

❸ إذا استُبدِلَ المزيج السّابق في الشّروط ذاتها بـ ($5.5\ \text{mol}$) من غاز (C). هل يتغيّر الضّغط الكلّي، فسّر ذلك.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رابعاً: علاقة الضّغوط الجزئيّة بالكسور المولّية:

سؤال: استنتج عبارة الضّغط الكلّي لمزيج غازي بدلالة الكسر المولي.

المسألة العاشرة:

يحوي مزيجٌ غازيّ على (60 %) من غاز النّتروجين، و(15 %) من غاز الأكسجين، و(25 %) من غاز ثنائي أكسيد الكربون، فإذا كان الضّغط الكلّي للمزيج (1.1 atm). **والمطلوب:**

❶ احسب الضّغط الجزئيّ لكلّ غاز.

❷ كم يُصبح الضّغط الكلّي إذا امتُصّ غاز ثنائي أكسيد الكربون من المزيج بواسطة الصّود الكاوي.

خامساً: النظريّة الحركيّة للغازات:

تتضمّن النظريّة الحركيّة للغازات النّقاط الآتية:

① عشوائيّة الحركة: تتحرّك جزيئات الغاز بحركة عشوائيّة مستمرّة وفق مسارات مستقيمة ضمن الحجم الذي يشغُله الغاز.

② يُهمل حجم جزيء الغاز مقابل حجم الغاز نتيجة تباعد الجزيئات.

③ تُهمل قُوى التّأثير المتبادل بين جزيئات الغاز.

④ لا يتغيّر متوسّط الطّاقة الحركيّة للجزيئات بمرور الزّمن، وتنتقل الطّاقة بين الجزيئات من خلال التّصادمات، بشرط بقاء درجة الحرارة ثابتة، وينتج ضغط الغاز نتيجة تصادم جزيئاته مع جدار الإناء الذي يحويه.

⑤ تزداد الطّاقة الحركيّة لجزيئات الغاز بازدياد درجة الحرارة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الحادية عشرة:

مـزيجٌ غـازيّ في وعـاء حجمـه ($41\ m^3$) يحـوي ($8\ kg$) مـن غـاز الميتـان (CH_4)، و ($15\ kg$) مـن غـاز الإيتـان (C_2H_6)، وكميّة من غاز مجهول (x)، فإذا علمت أنّ الضّغط الكلّي للوعاء ($1\ atm$) عند الدّرجة ($27\ °C$)، **المطلوب حساب:**

❶ الضّغط الجزئيّ لكل غاز. ❷ عدد مولات الغاز المجهول (x). ❸ الكسر الموليّ لغاز الميتان.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$) ، الأوزان الذريّة: ($C:12\ ,\ H:1$)

المعطيات:

الحل:

❶

❷

❸

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثانية عشرة:

يُحضّر مزيج غازي مؤلّف من (10% بوتان C_4H_{10}) و (90% أرغون Ar)، بملء وعاء مُخلّى من الهواء حجمه ($41\ \ell$) بغاز البوتان حتّى يصبح الضّغط ($0.975\ atm$)، ثمّ يُضاف غاز الأرغون حتّى يُحقّق النّسبة السّابقة، مع ثبات درجة الحرارة ($52\ ^\circ C$).

والمطلوب حساب: ❶ كتلة غاز الأرغون في المزيج. ❷ الضّغط الكلّي للمزيج النّهائيّ.

علماً أنّ: $R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$

الأوزان الذريّة: ($Ar:40$, $C:12$, $H:1$)

المعطيات:

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سادساً: قانون غراهام في الانتشار والتسرّب:

سؤال (1): أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

① عند رش كميّة صغيرة من العطر في غرفة تنتشر رائحته في كامل أرجاء الغرفة.

الجواب: بسبب الحركة العشوائيّة لجزيئات الغاز لتملأ الحيّز التي توجد فيه بشكل متجانس تقريباً.

② عند وضع عبوتين من محلول حمض كلور الماء المركّز ومحلول النّشادر المركّز بجانب بعضهما نلاحظ وجود أبخرة بيضاء بالقرب من عبوة حمض كلور الماء المركّز.

الجواب: بسبب انتقال جزيئات غازَي كلور الهدروجين والنّشادر خارج عبوتيهما وتكوين ملح كلوريد الأمونيوم الأبيض.

$$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$$

نستنتج أنّ:

① نسبة سرعتَي انتشار غازَين في وسط، ضمن الشّروط ذاتها من الضّغط ودرجة الحرارة، تتناسب عكساً مع الجذر التّربيعي لنسبة كتلتيهما الموليّة. أي أنّ:

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

v_1: سرعة انتشار الغاز الأوّل. M_1: الكتلة الموليّة للغاز الأوّل.

v_2: سرعة انتشار الغاز الثّاني. M_2: الكتلة الموليّة للغاز الثّاني.

② تزداد سرعة انتشار غاز كلّما نقصت كتلته الموليّة وفق قانون غراهام.

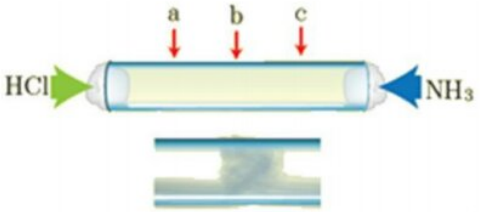
سؤال (2): لديك العيّنات الغازيّة الآتية الموجودة عند الضّغط ودرجة الحرارة ذاتها: $(He\ ,\ H_2O\ ,\ H_2\ ,\ N_2\ ,\ O_2)$.

والمطلوب: ① رتّب هذه العيّنات حسب تزايد سرعة انتشارها. **الأوزان الذريّة:** $(He:4\ ,\ O:16\ ,\ N:14\ ,\ H:1)$

② احسب نسبة سرعة انتشار بخار الماء إلى سرعة انتشار غاز الهدروجين.

سؤال (3): يُملأ أنبوب زجاجيّ طوله $(1\ m)$ **بغاز الأرغون عند الضّغط** $(1\ atm)$**، وأغلق طرفيه بالقطن كما في الشّكل المجاور. يدخل غاز** (HCl) **من أحد طرفيه، وغاز** (NH_3) **من الطّرف الآخر في نفس الوقت.**

يتفاعل الغازان ضمن الأنبوب الزّجاجي ليتكوّن ملح (NH_4Cl) **الصّلب.**



المطلوب: في أيّ نقطة $(a$ **أو** b **أو** $c)$ **تتوقّع أن يتكوّن هذا الملح، ولماذا؟**

الأوزان الذريّة: $(N:14\ ,\ H:1\ ,\ Cl:35.5)$

الجواب:

$$M_{(HCl)} = 36.5\ g.mo\ell^{-1} > M_{(NH_3)} = 17\ g.mo\ell^{-1}$$

يتكوّن الملح عند النّقطة (a) لأنّ غاز (NH_3) أسرع انتشاراً من غاز (HCl).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أسئلة ومسائل وظيفة

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ عيّنة غاز حجمها (200 ℓ) عند الضّغط (2 kPa)، فإذا نَقُصَ الضّغط إلى ربع ما كان عليه، عندئذٍ يُصبح حجم هذه العيّنة عند ثبات درجة الحرارة مساوياً:

a	800 ℓ	b	200 ℓ	c	50 ℓ	d	1600 ℓ

❷ عند زيادة حجم غاز في مكبس ثلاث مرّات مع بقاء درجة الحرارة ثابتة، فإنّ ضغطه:

a	ينقص ثلاث مرّات.	b	يزداد ثلاث مرّات.	c	يتضاعف.	d	لا يتغيّر.

❸ تشغُل عيّنة غازيّة حجماً قدره (30 mℓ) عند الدّرجة (25 °C) وضغط ثابت، إذا سُخّنت العيّنة إلى الدّرجة (50 °C) يصبح حجمها مقدّراً بـ (mℓ):

a	60	b	27.5	c	15	d	32.5

❹ يبلغ ضغط عيّنة من غاز (4 atm) عند الدّرجة (0 °C)، نسخّن العيّنة حتّى الدّرجة (273 °C) مع بقاء حجمها ثابت، فيصبح الضّغط الجديد مقدّراً بـ (atm) مساوياً:

a	2	b	6	c	8	d	10

❺ يزداد ضغط غاز موجود في وعاء مغلق عند:

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

❻ يحتوي مزيج غازي على (2 moℓ) من النّتروجين و (4 moℓ) من الأكسجين عند الضّغط (0.98 atm). إذا استُبدل المزيج بـ (6 moℓ) من الأكسجين، تكون قيمة الضّغط النّاتج مقدّرةً بـ (atm):

a	0.32	b	0.349	c	0.65	d	0.98

❼ إنّ نسبة سرعة انتشار غاز الهدروجين إلى سرعة انتشار غاز الأكسجين. علماً أنّ: (H:1 , O:16)، تساوي:

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

ثانياً: أجب عن السّؤال الآتي:

❶ لديك العيّنات الغازيّة الآتية الموجودة عند الضّغط ودرجة الحرارة ذاتها: (SO_2 , CO_2 , He). **والمطلوب:**

رتّب هذه العيّنات حسب:

a) تزايد كثافتها. **b)** تزايد سرعة انتشارها.

الأوزان الذريّة: (S:32 , O:16 , C:12 , He:4)

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

احسب حجم عيّنة من غاز عدد جزيئاتها (3.011×10^{23}) موجودة في حوجلة عند الضّغط (2 atm) ودرجة الحرارة (300 K).

علماً أنّ: $R = 0.082\ \ell.\text{atm.mo}\ell^{-1}.\text{K}^{-1}$

عدد أفوغادرو = 6.022×10^{23}

المسألة الثانية:

عيّنة من غاز (A_2) حجمها (12 ℓ) وعدد مولاتها (0.6 moℓ)، إذا تحوّل الغاز (A_2) إلى الغاز (A_3) عند ضغط ودرجة حرارة ثابتين.

المطلوب حساب:

❶ عدد مولات الغاز (A_3).

❷ حجم الغاز (A_3) المتشكّل.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.\text{atm.mo}\ell^{-1}.\text{K}^{-1}$)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة:

يحترق غاز الميتان بأكسجين الهواء وفق المعادلة الآتية:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

والمطلوب حساب:

❶ حجم غاز (CO_2) المنطلق نتيجة احتراق (32 g) من غاز الميتان عند درجة الحرارة (500 K) والضّغط (2 atm).

❷ عدد مولات غاز الأكسجين (O_2) وضغطه الموافق اللازم لاحتراق (320 g) من غاز الميتان إذا كان حجم غاز الأكسجين (800 ℓ) ودرجة الحرارة (400 K).

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الأوزان الذريّة: (C:12 , H:1 , O:16)

المسألة الرابعة:

حوجلتين متماثلتين متّصلتان ببعضهما بصمّام، تحوي الحوجلة الأولى غاز (A)، بينما تحوي الحوجلة الثّانية غاز (B)، فإذا علمت أن حجم كل حوجلة (0.6 ℓ)، ودرجة حرارتهما (27 °C)، وكتلة كل من الغازَين (4 g). عند فتح الصمّام يتفاعل الغاز (A) مع الغاز (B) وفق المعادلة: $A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow AB_{(s)}$

المطلوب:

❶ بيّن حسابيّاً ما هو الغاز المتبقّي بعد نهاية التّفاعل.

❷ احسب الضّغط عند نهاية التّفاعل (بإهمال حجم $AB_{(s)}$ الصّلب المتشكّل).

❸ احسب كتلة الملح النّاتج.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الكتل الموليّة:

$$M_{(A)} = 40\ g.mo\ell^{-1} \ ، \ M_{(B)} = 80\ g.mo\ell^{-1}$$

$$M_{(AB)} = 120\ g.mo\ell^{-1}$$

المسألة الخامسة:

يحتوي مزيج غازيّ على (78%) من غاز النّتروجين، و(22%) من غاز الأكسجين، فإذا كان الضّغط الكلّي للمزيج (1.1 atm). **المطلوب:** احسب الضّغط الجزئيّ لكلّ غاز.

المسألة السادسة:

تشغل عيّنة من غاز الأكسجين (O_2) حجماً قدره (310 ℓ) عند الضّغط (41 kPa) تحت درجة حرارة (37 °C). **المطلوب حساب:**

❶ عدد مولات هذا الغاز في العيّنة.

❷ حجم هذا الغاز إذا أصبح الضّغط (205 kPa) مع ثبات درجة الحرارة.

❸ درجة الحرارة التي يصبح عندها حجم هذا الغاز (930 ℓ) عند ثبات الضّغط.

❹ الضّغط الذي يصبح عنده حجم الغاز (580 ℓ) ودرجة الحرارة (47 °C).

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الأوزان الذريّة: (O:16)

المسألة السابعة:

نضع (0.5 moℓ) من غاز في وعاء حجمه (30 ℓ) عند الدّرجة (27 °C). **والمطلوب حساب:**

❶ ضغط هذا الغاز.

❷ حجم هذا الغاز في الشّرطين النّظاميّين.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

المسألة الثامنة:

مزيج غازيّ في وعاء حجمه (100 ℓ)، يحتوي على (32 g) من غاز الميتان (CH_4)، و(140 g) من غاز النّتروجين (N_2)، وكميّة من غاز مجهول (x)، فإذا علمت أنّ الضّغط الكلّي للمزيج الغازيّ (2.46 atm) عند الدّرجة (27 °C). **المطلوب حساب:**

❶ الضّغط الجزئيّ لكلّ غاز في المزيج.

❷ عدد مولات الغاز المجهول (x).

❸ الكسر الموليّ لكلّ غاز.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

الأوزان الذريّة: (C:12 , H:1 , N:14)

☺ انتهت الوظيفة ☺

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أولاً: تصنيف التّفاعلات الكيميائيّة حسب سرعتها:

① **تفاعلات سريعة جداً:** مثل احتراق غاز البوتان.

② **تفاعلات بطيئة:** مثل صدأ الحديد.

③ **تفاعلات بطيئة جداً:** مثل تشكّل النّفط والغاز.

ثانياً: السرعة الوسطيّة لمادة ما:

ليكن لدينا التّفاعل العام الآتي: $mA_{(g)} + nB_{(g)} \longrightarrow pC_{(g)} + qD_{(g)}$

تُعطى عبارة السّرعة الوسطيّة لاختفاء (استهلاك) المادّة A بالعلاقة:	تُعطى عبارة السّرعة الوسطيّة لاختفاء (استهلاك) المادّة B بالعلاقة:
تُعطى عبارة السّرعة الوسطيّة لتشكّل (تكوّن) المادّة C بالعلاقة:	تُعطى عبارة السّرعة الوسطيّة لتشكّل (تكوّن) المادّة D بالعلاقة:

ملاحظات:

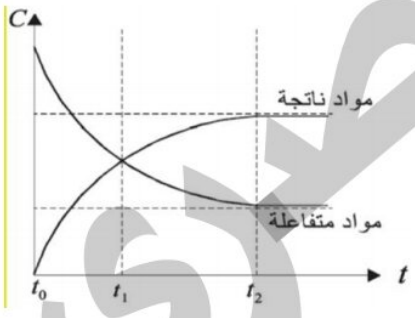
① وُضعت الإشارة السّالبة في عبارة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المواد المتفاعلة لأنّ تركيزها يتناقص مع الزمن.

② وُضعت الإشارة الموجبة في عبارة السّرعة الوسطيّة لتشكّل المواد النّاتجة لأنّ تركيزها يزداد مع الزمن.

③ **لا** تدخل الأمثال التفاعليّة في عبارة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المواد المتفاعلة وتشكّل المواد النّاتجة.

سؤال: مثّل بيانياً تغيّر تراكيز كل من المادتين A, B خلال سير التّفاعل الآتي:

$$A_{(g)} \longrightarrow B_{(g)}$$



الجواب: عند بداية التّفاعل تكون تراكيز المواد المتفاعلة أعظميّة، أمّا تراكيز المواد النّاتجة معدومة، وبمرور الزّمن تتناقص تراكيز المواد المتفاعلة لأنّها تُستهلك أثناء التّفاعل وتتزايد تراكيز المواد النّاتجة لأنها تتشكّل بالتّدريج.

تذكّر:

تُعطى عبارة التّركيز المولي الحجمي (مقدّراً بـ $mo\ell.\ell^{-1}$) بالعلاقة الآتية:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثالثاً: السرعة الوسطيّة لتفاعل ما:

هي عبارة عن تغيّر تركيز إحدى المواد المتفاعلة أو النّاتجة خلال وحدة الزّمن مقسومة على الأمثال التفاعليّة لهذه المادّة في معادلة التّفاعل الموزونة، وتقاس بواحدة ($mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$).

فيمكن التّعبير عن السّرعة الوسطيّة للتّفاعل (v_{avg}) الآتي: $mA_{(g)} + nB_{(g)} \longrightarrow pC_{(g)} + qD_{(g)}$ بالعلاقة:

ملاحظة: يدخل مقلوب الأمثال التّفاعلية للمادّة في عبارة السّرعة الوسطيّة **للتفاعل**.

المسألة الأولى:

يحدث التّفاعل الآتي في درجة حرارة وضغط مناسبين: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$ **المطلوب:**

❶ اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك كل من غازَي النّتروجين والهدروجين وعبارة السّرعة الوسطيّة لتكوّن غاز النّشادر.

❷ اكتب العلاقة التي تربط بين السّرعات الوسطيّة السّابقة (عبارة السّرعة الوسطيّة للتّفاعل).

❸ إذا كانت السّرعة الوسطيّة لاختفاء الهدروجين تساوي ($0.18\ mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$) **والمطلوب حساب:**

a) السّرعة الوسطيّة لاستهلاك النّتروجين. **b)** السّرعة الوسطيّة لتكوّن النّشادر. **c)** السّرعة الوسطيّة للتّفاعل.

الحل:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثانية:

يحدث التّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} \longrightarrow B_{(g)}$ في وعاء حجمه ($1\ \ell$) وسُجّلت النّتائج في الجدول الآتي:

الزمن (S)	0	20	40	80
عدد مولات المادة A ($mo\ell$)	1	0.54	0.3	0
عدد مولات المادة B ($mo\ell$)	0	0.46	0.7	1

اعتماداً على النّتائج المدوّنة في الجدول السّابق:

❶ احسب تركيز كل من المادّتين (A , B) عند اللّحظات (0, 20, 40)

❷ احسب تغيّر تراكيز كل من المادّتين (A , B) خلال تغيّر الزّمن ($0 \rightarrow 20$ s) و ($20 \rightarrow 40$ s).

❸ مثّل بيانيّاً تغيّر تراكيز كل من المادّتين (A , B) خلال سير التّفاعل.

❹ اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة للتّفاعل السّابق، ماذا تستنتج.

الحل:

❶

الزمن (S)	0	20	40
تركيز المادة A	$[A]_1 = \frac{n_1}{V} = \frac{1}{1} = 1\ mo\ell.\ell^{-1}$	$[A]_2 = \frac{n_2}{V} = \frac{0.54}{1} = 0.54\ mo\ell.\ell^{-1}$	$[A]_3 = \frac{n_3}{V} = \frac{0.3}{1} = 0.3\ mo\ell.\ell^{-1}$
تركيز المادة B	$[B]_1 = \frac{n_1}{V} = \frac{0}{1} = 0\ mo\ell.\ell^{-1}$	$[B]_2 = \frac{n_2}{V} = \frac{0.46}{1} = 0.46\ mo\ell.\ell^{-1}$	$[B]_3 = \frac{n_3}{V} = \frac{0.7}{1} = 0.7\ mo\ell.\ell^{-1}$

❷

تغيّر [A] من ($0 \rightarrow 20$ s):

$$\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{[A]_2 - [A]_1}{t_2 - t_1} = \frac{0.54 - 1}{20 - 0} = -0.023\ mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$$

تغيّر [A] من ($20 \rightarrow 40$ s):

$$\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{[A]_3 - [A]_2}{t_3 - t_2} = \frac{0.3 - 0.54}{40 - 20} = -0.012\ mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$$

(إنّ تغيّر تراكيز المواد المتفاعلة بالنّسبة لتغيّر الزّمن سالبة لأنّ تراكيز المواد المتفاعلة في تناقص مستمر)

تغيّر [B] من ($0 \rightarrow 20$ s):

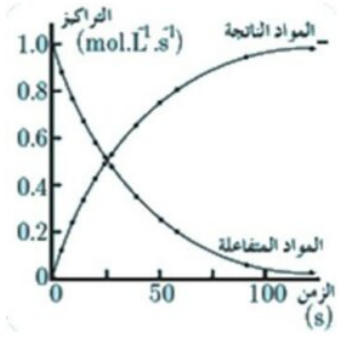
$$\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{[B]_2 - [B]_1}{t_2 - t_1} = \frac{0.46 - 0}{20 - 0} = +0.023\ mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$$

تغيّر [B] من ($20 \rightarrow 40$ s):

$$\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{[B]_3 - [B]_2}{t_3 - t_2} = \frac{0.7 - 0.46}{40 - 20} = +0.012\ mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$$

(إنّ تغيّر تراكيز المواد النّاتجة بالنّسبة لتغيّر الزّمن موجبة لأنّ تراكيز المواد النّاتجة في تزايد مستمر)

❸



❹

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

$$v_{avg(\text{للتفاعل})} = v_{avg(A)} = v_{avg(B)}$$

نستنتج تساوي السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادّة (A) مع السّرعة الوسطيّة لتشكّل المادّة (B) بسبب تساوي الأمثال التّفاعليّة في معادلة التّفاعل الموزونة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رابعاً: مراحل حدوث التفاعل الكيميائي:

❖ نظريّة التّصادمات:

سؤال (1): تقوم نظريّة التّصادم على فرضيّتين، عدّدهما؟

الجواب:

الفرضيّة الأولى: لحدوث تفاعل كيميائيّ يجب أن تتصادم دقائق المواد المتفاعلة (جزيئات أو ذرّات أو أيّونات) مع بعضها.

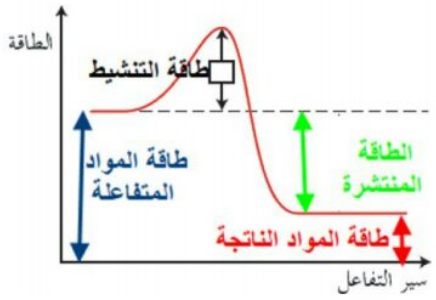
الفرضيّة الثّانية: التّصادم شرط لازم وغير كافٍ لحدوث التّفاعل، حيث توجد تصادماتٌ فعّالة وأخرى غير فعّالة.

سؤال (2): اعتماداً على نظريّة التصادمات، اكتب الشّرطين اللّذين ينبغي توافرهما لكي يكون التّصادم فعّالاً؟

الشرط الأول: أن تأخذ دقائق المواد المتفاعلة وضعاً فراغيّاً مناسباً.

الشرط الثاني: أن تمتلك دقائق المواد المتفاعلة الحد الأدنى من الطّاقة اللاّزمة لحدوث التّفاعل (طاقة التّنشيط).

سؤال (3): ارسم المخطّط الطّاقي لتفاعل ناشر للحرارة، ثمّ عدّد المراحل التي تمر من خلالها التّفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط.



المرحلة الأولى: إضعاف روابط دقائق (جزيئات أو ذرّات أو أيّونات) المواد المتفاعلة.

المرحلة الثانية: تشكّل الحالة الانتقاليّة أو ما يسمّى المعقّد النّشط.

المرحلة الثالثة: تفكّك المعقّد النّشط، وتشكّل النّواتج.

سؤال (4): عرّف طاقة التنشيط، وبماذا تتعلّق هذه الطاقة؟

طاقة التّنشيط (E_a): هي الحد الأدنى من الطّاقة الواجب توافره لوصول طاقة المواد المتفاعلة إلى الحالة الانتقاليّة.

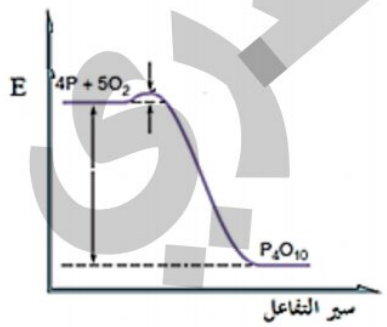
تتعلّق طاقة التّنشيط بطبيعة المواد المتفاعلة.

سؤال (5): عرّف المعقّد النشط؟

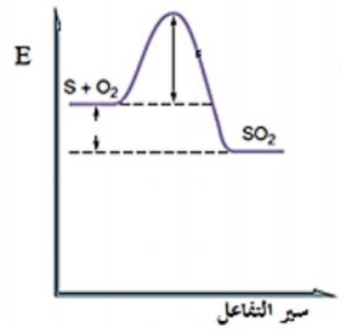
هو مركّب مرحلي غير ثابت يتشكّل آنيّاً، ولا يمكن فصله من المزيج التّفاعلي.

سؤال (6): ليكن لديك المخطّطين البيانيّين الآتيين:

أي التّفاعلين يحتاج طاقة تنشيط أكبر؟ وأي التّفاعلين أسرع؟ فسّر ذلك.



❶



❷

الجواب:

يحتاج التّفاعل ❷ إلى طاقة تنشيط أكبر،

وبالتّالي التّفاعل ❶ هو الأسرع.

سؤال (7): أعطِ تفسيراً علميّاً لكلٍ ممّا يأتي:

① **التّفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تميل أن تكون سريعة.**

لأنّ عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون كبيراً.

② **التّفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط كبيرة تميل أن تكون بطيئة.**

لأنّ عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط يكون صغيراً.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

خامساً: سرعة التّفاعل اللحظيّة:

1) حساب السرعة اللحظيّة رياضياً:

مثال: يحدث التّفاعل **الأوّليّ** الممثّل بالمعادلة الآتية: $mA_{(g)} + nB_{(g)} \longrightarrow$ نواتج

تعطى عبارة سرعة التّفاعل اللّحظيّة بالعلاقة:

سرعة التّفاعل تساوي: ثابت السّرعة k مضروباً بجداء تراكيز المواد المتفاعلة مرفوعة إلى أس يساوي الأمثال التفاعليّة.

ملاحظات:

① يتعلّق ثابت السّرعة k بطبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة معاً، وتتعلّق واحدته بالأمثال التّفاعليّة.

② تتناسب سرعة التّفاعل اللّحظيّة في التّفاعلات الأوليّة طرداً مع تراكيز المواد الغازيّة (g) والمحاليل (aq) فقط، **ولا** تدخل تراكيز المواد الصّلبة (s) والسّائلة (ℓ) في عبارة سرعة التّفاعل لأنّ تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميّتها.

سؤال: اكتب عبارة سرعة التّفاعل اللحظيّة لكل من التّفاعلات الاوليّة الاتية:

$C_4H_9Cl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow C_4H_9OH_{(aq)} + HCl_{(aq)}$	
$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(\ell)}$	
$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$	
$C_{(s)} + 2S_{(s)} \longrightarrow CS_{2(\ell)}$	

سادساً: العوامل المؤثّرة في سرعة التّفاعل الكيميائي:

❶ طبيعة المواد المتفاعلة:

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

① **سرعة احتراق غاز البوتان (C_4H_{10}) أكبر من سرعة احتراق غاز الأوكتان (C_8H_{18}) في الشّروط المتماثلة.**

الجواب: لأنّ عدد الروابط ($C-C$) و ($C-H$) في غاز البوتان أقل منها في غاز الأوكتان.

② **ليكن لديك التّفاعلين الاتيين:**

$$H_{2(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)}$$

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$$

إنّ سرعة تفاعل غاز الهدروجين مع غاز الفلور أكبر من تفاعل غاز الهدروجين مع غاز الكلور في الشروط نفسها، علماً أنّ:

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

الجواب: لأنّ الطّاقة اللاّزمة لتحطيم الرّابطة ($Cl-Cl$) أكبر بكثير من الطّاقة اللازمة لتحطيم الرّابطة ($F-F$).

نستنتج أنّه:

① تزداد سرعة التّفاعل الكيميائيّ كلّما قلّت قيمة طاقة روابط المواد المتفاعلة.

② تتعلّق سرعة التفاعل بطبيعة المواد المتفاعلة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

❷ تراكيز المواد المتفاعلة:

سؤال (1): ما الفرق بين التّفاعلات المتجانسة وغير المتجانسة. اقترح طريقة تؤدّي إلى زيادة سرعة التّفاعل في كلٍ منها.

الجواب:

التّفاعلات المتجانسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والنّاتجة في طور واحد (غاز أو سائل أو صلب).

مثال: $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$

تزداد سرعة التّفاعل في هذه الحالة بزيادة تركيز إحدى المواد المتفاعلة أو كليهما.

التّفاعلات غير المتجانسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والنّاتجة في أطوار مختلفة.

مثال: $CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(\ell)}$

تزداد سرعة التّفاعل في هذه الحالة:

① بزيادة تركيز حمض كلور الماء.

② تحويل قطعة كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ إلى مسحوق فيزداد سطح كربونات الكالسيوم المعرّض للتّفاعل.

سؤال (2): أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

① **تزداد سرعة التّفاعل الكيميائيّ المتجانس بازدياد تراكيز المواد المتفاعلة.**

الجواب: بسبب ازدياد عدد التّصادمات الفعّالة بين جزيئات المواد المتفاعلة.

② **يحترق مسحوق الفحم في الهواء بسرعة أكبر من احتراق الفحم المماثل له بالكتلة.**

أو: تصدأ برادة الحديد بسرعة أكبر من قطعة الحديد.

أو: يتفاعل حمض كلور الماء مع مسحوق الزّنك بسرعة أكبر من تفاعله مع قطعة الزّنك المماثلة له بالكتلة.

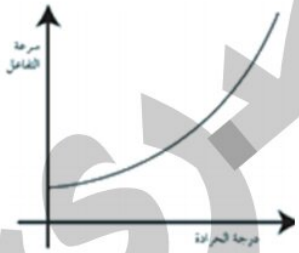
أو: احتراق نشارة الخشب أسرع من احتراق قطعة الخشب لهما نفس الكتلة.

الجواب: بسبب زيادة سطح التّماس بين المواد المتفاعلة.

③ **المواد الصّلبة والسّائلة الصرفة ذات تركيز ثابت.**

الجواب: لأنّ تغيّر عدد المولات يؤدي إلى تغيّر الحجم والعكس صحيح، فتبقى نسبة عدد المولات إلى الحجم (التّركيز) ثابتة.

❸ درجة الحرارة:



سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً لكلٍ ممّا يأتي:

تزداد سرعة التّفاعل الكيميائي بزيادة درجة الحرارة.

الجواب: بسبب ازدياد عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركيّة أكبر أو تساوي طاقة التّنشيط، فيزداد عدد التّصادمات الفعّالة وبالتّالي تزداد سرعة التّفاعل.

❹ الوسيط (المواد المساعدة):

-الوسيط: مادّة تغيّر من سرعة التّفاعل الكيميائيّ القابل للحدوث دون أن يتغيّر تركيبها الكيميائيّ في نهاية التّفاعل.

-يُقسم الوسيط إلى مسرّع للتّفاعل يُدعى حفّاز، ومُبطّئ للتّفاعل يُدعى مثبّط.

-يقتصر دور الوسيط (الحفّاز) على: زيادة سرعة التّفاعل القابل للحدوث وبالتالي يُخفّض من طاقة التّنشيط.

-يقتصر دور الوسيط (المثبّط) على: نقصان سرعة التّفاعل القابل للحدوث وبالتالي يرفع من طاقة التّنشيط.

علّل: تُحفظ الأغذية المعلّبة لفترة زمنيّة طويلة دون أن تفسد.

الجواب: نتيجة إضافة مواد حافظة إليها تُبطئ سرعة تفاعل تحلّلها.

مثال: تزداد سرعة تفكّك الماء الأكسجيني عند إضافة حفّاز (أيونات البروم Br^- في وسط حمضي).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة:

يحدث التّفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$ فإذا كانت التّراكيز الابتدائيّة: $[B]_0 = 0.8\ mo\ell.\ell^{-1}$ ، $[A]_0 = 0.5\ mo\ell.\ell^{-1}$ وأنّ قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل (10^{-2}). **المطلوب حساب:**

❶ سرعة التّفاعل الابتدائيّة (v_0).

❷ سرعة التّفاعل (v) بعد زمن ينقص فيه تركيز المادّة (B) بمقدار $(0.3\ mo\ell.\ell^{-1})$.

❸ سرعة التّفاعل (v') بعد زمن يصبح فيه تركيز المادّة (B) مساوياً $(0.4\ mo\ell.\ell^{-1})$.

❹ سرعة التّفاعل (v'') بعد زمن يصبح فيه $[C] = 0.5\ mo\ell.\ell^{-1}$.

❺ سرعة التّفاعل (v''') بعد زمن يتفاعل (50%) من المادّة (B).

❻ تراكيز المواد المتفاعلة والنّاتجة عند توقّف التّفاعل.

❼ بفرض أنّ التّفاعل يتوقّف بعد $(10\ s)$ من لحظة البدء. **المطلوب حساب:**

a) السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادّة (B).

b) السّرعة الوسطيّة للتّفاعل.

الحل:

أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الرّابعة:

وُضِعَ ($0.6\ \text{mo}\ell$) من غاز (A) مع ($0.4\ \text{mo}\ell$) من غاز (B) في وعاء مغلق سعته ($10\ \ell$)، فحَدَثَ التّفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$$

المطلوب حساب:

❶ قيمة سرعة التّفاعل الابتدائيّة إذا كان ($k = 10^{-2}$).

❷ قيمة سرعة التّفاعل v بعد زمن يصبح فيه $[A] = 0.05\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$

❸ قيمة سرعة التّفاعل v' بعد زمن يصبح فيه $[A] = [C]$

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوظيفة الأولى

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ تُعطى عبارة السّرعة الوسطيّة للتّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $H_{2(g)}+\frac{1}{2}O_{2(g)}\longrightarrow H_2O_{(g)}$ بالعلاقة:

$-\frac{1}{2}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$	**d**	$-\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$	**c**	$-2\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$	**b**	$+\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}$	**a**

❷ إذا علمت أنّ قيمة السّرعة الوسطيّة لتكوّن المادّة (C) تساوي ($0.15\ mo\ell.\ell^{-1}$)، فتكون قيمة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادّة (A) بواحدة ($mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$) في التّفاعل الآتي:

$$2A_{(g)}+B_{(g)}\longrightarrow 3C_{(g)}$$

0.3	**d**	0.15	**c**	0.225	**b**	0.1	**a**

❸ يتفكّك المركّب (NO_2) في الدّرجة ($300\ °C$) وفق التّفاعل:

$$2NO_{2(g)}\longrightarrow 2NO_{(g)}+O_{2(g)}$$

فإذا علمت أنّ تركيز $[NO_2]$ يتغيّر من ($0.01\ mo\ell.\ell^{-1}$) إلى ($0.0064\ mo\ell.\ell^{-1}$) خلال ($100\ s$)، فتكون قيمة السّرعة الوسطيّة لتشكّل غاز الأكسجين مقدّرةً بـ ($mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$) تساوي:

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

❹ طاقة التّنشيط (E_a) في التّفاعلات الكيميائيّة تمثّل الفرق بين: *(د2) 2016*

a	طاقة المعقّد النّشط وطاقة المواد النّاتجة.	**b**	مجموع انتالبيّات المواد النّاتجة ومجموع انتالبيّات المواد المتفاعلة.
c	طاقة المعقّد النّشط وطاقة المواد المتفاعلة.	**d**	طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المواد النّاتجة.

❺ يتعلق ثابت سرعة التّفاعل الأوّلي بـ: *(د2) 2013*

a	طبيعة المواد المتفاعلة فقط.	**b**	درجة الحرارة فقط.
c	طبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة.	**d**	طبيعة المواد النّاتجة.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

❶ بعض التّصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائيّ وليس جميعها.

❷ المواد الصّلبة (S) لا تظهر في عبارة سرعة التّفاعل الكيميائيّ.

❸ تركيز المواد الصّلبة والسّائلة الصّرفة يبقى ثابت.

❹ تصدأ برادة الحديد في الهواء الرّطب بسرعة أكبر من قطعة حديد مماثلة لها بالكتلة وبالشّروط ذاتها. *(د1) 2018*

❺ تزداد سرعة التّفاعل بزيادة تركيز المواد المتفاعلة.

❻ إنّ التّفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط عالية تميل إلى أن تكون بطيئة. *(د1) 2014*

❼ يحترق البروبان بسرعة أكبر من البنتان في الشّروط المتماثلة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

❶ تزداد سرعة تفاعل كيميائي بارتفاع درجة الحرارة، علّل ذلك. واكتب بقيّة العوامل المؤثّرة في سرعة التّفاعل الكيميائيّ. *(د2) 2014، (د2) 2018*

❷ a) اكتب العلاقة المعبّرة عن سرعة التّفاعل لكل من التّفاعلين الآتيين:

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$$

$$2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2AlCl_{3(s)}$$

b) اقترح الطّرائق التي تزيد من سرعة تفاعل كل من التّفاعلين السّابقين. *2000*

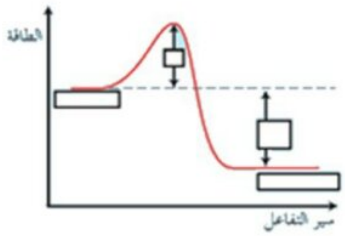
❸ يتفاعل حمض الكبريت الممدّد مع الحديد، **والمطلوب:**

a) اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.

b) اقترح طريقتين تؤدي إلى زيادة سرعة هذا التّفاعل.

❹ يبيّن المخطّط الآتي تغيّر الطّاقة خلال مراحل حدوث التّفاعل. **المطلوب:** *(د2) 2014، (د2) 2018*

انقل الشّكل المجاور إلى ورقة إجابتك ثمّ بيّن اسم كل مرحلة، أو الطّاقة المُشار إليها.



❺ لديك التّفاعل الأوّليّ الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

المطلوب: *(د2) 2011، 2016*

a) اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك (O_2).

b) اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة لتشكّل (CO_2).

c) اكتب العلاقة الرّياضيّة التي تربط بين السّرعتين الوسطيّتين السّابقتين.

d) إذا علمتَ أنّ قيمة السّرعة الوسطيّة لتشكّل (H_2O) تساوي ($0.32\ mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$) **المطلوب حساب:** قيمة السّرعة الوسطيّة لاحتراق الميتان.

❻ لديك التّفاعل الأوّلي الآتي في درجة حرارة مناسبة:

$$2NO_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$$

المطلوب: *(د2) 2013*

a) اكتب علاقة سرعة هذا التّفاعل بدلالة ثابت السّرعة k.

b) اعتماداً على نظريّة التّصادمات اكتب الشّرطين اللّذين ينبغي توافرهما لكي يكون التّصادم فعّالاً.

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: يحدث التّفاعل الآتي في شروط مناسبة:

$$C_4H_{8(g)} \longrightarrow 2C_2H_{4(g)}$$

وقد تمّ تعيين تغيّر تركيز المركّب ($C_4H_{8(g)}$) خلال الزّمن وفق الجدول الآتي:

$[C_4H_8]$	1	0.91	0.83	0.76	0.69	0.63
الزمن (s)	0	10	20	30	40	50

المطلوب:

❶ اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المواد المتفاعلة وعبارة السّرعة الوسطيّة لتشكّل المواد النّاتجة.

❷ اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة للتّفاعل.

❸ احسب قيمة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك ($C_4H_{8(g)}$) بين اللّحظتين ($0 \rightarrow 10\ s$) واللّحظتين ($40 \rightarrow 50\ s$).

❹ احسب قيمة السّرعة الوسطيّة لتشكّل ($C_2H_{4(g)}$) بين اللّحظتين ($20 \rightarrow 30\ s$).

المسألة الثانية: في التّفاعل الأوّلي الآتي:

$$A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$$

كانت التّراكيز الابتدائيّة:

$$[A]_0 = 0.4\ mo\ell.\ell^{-1}\ ,\ [B]_0 = 0.6\ mo\ell.\ell^{-1}$$

وسرعة التّفاعل الابتدائيّة ($144 \times 10^{-5}\ mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$)

المطلوب حساب:

❶ قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل.

❷ قيمة سرعة التّفاعل v بعد زمن يصبح فيه تركيز المادّة (A) مساوياً ($0.3\ mo\ell.\ell^{-1}$).

❸ قيمة سرعة التّفاعل v' بعد زمن يصبح فيه $[C] = 0.4\ mo\ell.\ell^{-1}$.

❹ تراكيز المواد الثّلاث عند توقّف التّفاعل.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة:

ليكن لدينا التّفاعل الأوّليّ الآتي:

$$A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$$

فإذا علمت أنّ التّركيزين الابتدائيّين:

$[A]_0 = 0.5\ mo\ell.\ell^{-1}$ ، $[B]_0 = 0.2\ mo\ell.\ell^{-1}$

وأنّ قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل تساوي (10^{-2}).

المطلوب حساب:

❶ قيمة سرعة هذا التّفاعل الابتدائيّة.

❷ سرعة التّفاعل v بعد زمن يصبح فيه تركيز المادّة (B) يساوي خُمس ما كان عليه في البدء.

المسألة الرابعة: *2014 (د2)، 2019 (د1)*

يتفكّك غاز (NO_2) في درجة حرارة معينة وفق مرحلة واحدة المعادلة:

$$2NO_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$$

فإذا كان تركيزه الابتدائيّ $[NO_2] = 0.5\ mo\ell.\ell^{-1}$

وكانت قيمة ثابت سرعة التفكّك (5.6×10^{-3}).

المطلوب حساب:

❶ قيمة سرعة التفكّك الابتدائيّة.

❷ قيمة سرعة التفكّك عندما يصبح $[NO] = 0.2\ mo\ell.\ell^{-1}$.

❸ قيمة $[O_2]$ عند توقّف التّفاعل.

المسألة الخامسة: *2015 (د2)*

يحدث التّفاعل الأوّليّ الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$3A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$$

فإذا كانت التّراكيز الابتدائيّة:

$[A] = 1\ mo\ell.\ell^{-1}$ ، $[B] = 2\ mo\ell.\ell^{-1}$

وقيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل تساوي (0.5)

المطلوب حساب:

❶ قيمة السّرعة الابتدائيّة لهذا التّفاعل.

❷ قيمة سرعة التّفاعل v بعد زمن يصبح فيه $[C] = 0.6\ mo\ell.\ell^{-1}$.

❸ قيمة $[A]$ بعد زمن يصبح فيه $[B] = 1.6\ mo\ell.\ell^{-1}$.

المسألة السادسة: *2016 (د1)*

يجري في وعاء مغلق عند درجة حرارة ثابتة التّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$A_{(g)} + 3B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$$

فإذا كانت التّراكيز الابتدائيّة:

$[A]_0 = 0.4\ mo\ell.\ell^{-1}$ ، $[B]_0 = 0.6\ mo\ell.\ell^{-1}$

وبفرض أن السّرعة الابتدائيّة للتّفاعل $(4.32\times10^{-3}\ mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1})$. **المطلوب حساب:**

❶ قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل.

❷ قيمة سرعة التّفاعل v بعد زمن ينقص فيه $[A]$ بمقدار $(0.1\ mo\ell.\ell^{-1})$

❸ قيمة $[C]$ بعد زمن يصبح فيه $[B]$ نصف تركيزها الابتدائيّ.

☺ انتهت الوظيفة الأولى ☺

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ملاحظة: عند مزج محلولين يصبح حجم محلول المزيج يساوي مجموع حجميهما أي أنّ: $V^{\setminus} = V_1 + V_2$

وتُحسب التّراكيز بعد المزج كما يأتي: $n_{\text{قبل المزج}} = n'_{\text{بعد المزج}} \Rightarrow C.V = C^{\setminus}.V^{\setminus} \Rightarrow C^{\setminus} = \dfrac{C.V}{V^{\setminus}}$

المسألة الخامسة: مُزِجَ ($200\ \text{m}\ell$) من محلول للمادّة (A) تركيزه ($5\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$) مع ($300\ \text{m}\ell$) من محلول للمادّة (B) تركيزه ($2\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$) فَحَدَثَ التّفاعل الأوّليّ الآتي في درجة حرارة معيّنة: $2A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)}$

إذا علمت أنّ قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل تساوي ($k = 2\times10^{-3}$). **المطلوب حساب:**

❶ سرعة التّفاعل الابتدائيّة (v_0). ❷ سرعة التّفاعل (v) بعد زمن ينقص فيه تركيز المادّة (A) بمقدار ($0.4\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$).

❸ سرعة التّفاعل (v') بعد زمن يتشكّل فيه ($0.5\ \text{mo}\ell$) من المادّة (C).

❹ تركيز المادّة (C) وسرعة التّفاعل (v'') عندما يتفاعل ($10\ \%$) من المادّة (A).

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة السادسة:

نضيف (200 mℓ) تحوي على (1.2 moℓ) من مادّة (A) إلى (200 mℓ) تحوي على (0.8 moℓ) من مادّة (B) فيتم التّفاعل الآتي:

$$2A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)} + D_{(aq)}$$

فإذا علمت أنّ قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل تساوي ($k = 2\times10^{-2}$). **المطلوب حساب:**

❶ قيمة سرعة التّفاعل الابتدائيّة (v_0).

❷ قيمة سرعة التّفاعل (v) بعد زمن يتشكّل فيها (0.4 moℓ) من المادّة (D).

❸ تركيز كل من المادّتين (B , C) عند توقّف التّفاعل.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تذكّر: قانون الغاز المثالي: $P.V = n.R.T \Rightarrow P = \frac{n}{V}R.T \Rightarrow P = C.R.T$

أي عند زيادة ضغط الغاز ينقص حجمه ويزداد تركيزه (والعكس صحيح).

فمثلاً: إذا ازداد الضّغط إلى الضّعف ($P^{\setminus} = 2P$) $\Leftarrow$ ينقص الحجم إلى النّصف ($V^{\setminus} = \frac{V}{2}$) $\Leftarrow$ يزداد التّركيز إلى الضّعف ($C^{\setminus} = 2C$).

أجب عن الأسئلة الآتية:

❶ لديك التّفاعل الأوليّ الآتي:

$$2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow \text{نواتج}$$

بيّن كيف تتغيّر سرعة التّفاعل إذا ازداد تركيز المادّة (A) مرّتين وانخفض تركيز المادّة (B) مرّتين.

الجواب:

❷ لديك التّفاعل الأوليّ الآتي:

$$A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow \text{نواتج}$$

بيّن كيف تتغيّر سرعة التّفاعل إذا ازداد تركيز المادّة (B) ثلاث مرّات.

الجواب:

❸ لديك التّفاعل الأوليّ الآتي:

$$2A_{(g)} \longrightarrow \text{نواتج}$$

بيّن كيف تتغيّر سرعة التّفاعل إذا تضاعف حجم الوعاء الذي يحدث فيه التّفاعل.

الجواب:

❹ لديك التّفاعل الأوليّ الآتي:

$$A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow \text{نواتج}$$

بيّن كيف تتغيّر سرعة التّفاعل إذا تضاعف الضّغط في الوعاء الذي يحدث فيه التّفاعل.

الجواب:

أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2) حساب السرعة اللحظيّة بيانياً:

تطبيق: يتفاعل (1- كلورو البوتان) مع الماء وفق المعادلة الآتية:

$$C_4H_9Cl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow C_4H_9OH_{(aq)} + HCl_{(aq)}$$

يبيّن الجدول تغيّر تركيز (1- كلورو البوتان) خلال لحظات محدّدة من زمن سير التّفاعل:

الزمن	0	100	200	300	400	500	800	100
التركيز	0.1	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0

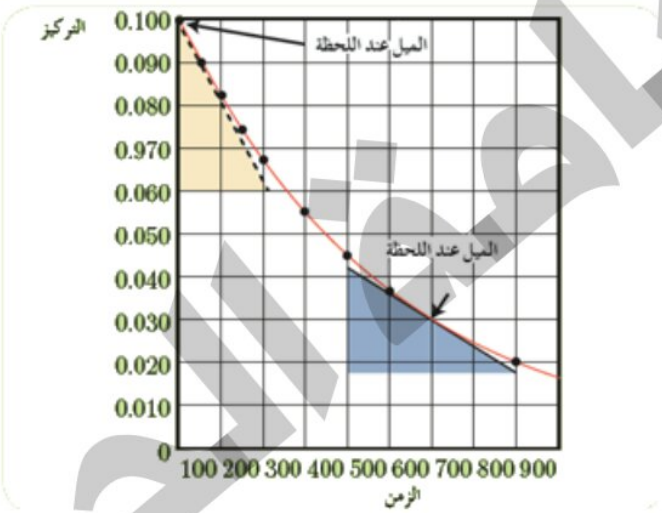
المطلوب:

❶ ارسم المنحني البيانيّ لتغيّر تركيز (1- كلورو البوتان) بدلالة تغيّر الزّمن.

❷ احسب ميل المماس عند كل من اللّحظتين $(t = 0\ s)$ ، $(t = 600\ s)$.

الحل:

❶



❷ عند بداية التّفاعل $(t = 0\ s)$:

$$\text{ميل المماسّ} = \frac{(0.060 - 0.100)}{(200 - 0)}$$
$$= -2 \times 10^{-4} \text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

في اللّحظة $(t = 600\ s)$:

$$\text{ميل المماسّ} = \frac{(0.017 - 0.042)}{(800 - 400)}$$
$$= -6.3 \times 10^{-5} \text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

نستنتج: تمثّل قيمة ميل المماس عند لحظة محدّدة قيمة السّرعة اللّحظيّة للتّفاعل.

لحساب السّرعة اللّحظيّة يُقاس تغيّر التّركيز خلال أزمنة صغيرة جداً ليصبح قانون السّرعة:

للمواد المتفاعلة: $V = -\frac{dC}{dt}$

وللمواد النّاتجة: $V = +\frac{dC}{dt}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سابعاً: رتبة التفاعل:

رتبة التّفاعل: هي مجموع أسس تراكيز المواد المتفاعلة في عبارة سرعة التّفاعل.

المسألة السّابعة:

يبيّن الجدول الآتي تغيّر سرعة التّفاعل الابتدائيّة للتّفاعل:

$$xA_{(g)} \longrightarrow \text{نواتج}$$

رقم التجربة	$[A]$	سرعة التفاعل v
1	0.1	0.008
2	0.2	0.016
3	0.4	0.032

المطلوب:

❶ أثبت أنّ التّفاعل من الرّتبة الأولى، واكتب عبارة سرعة التّفاعل.

❷ احسب قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثامنة:

يتفاعل أكسيد النّتروجين مع الهدروجين وفق المعادلة: $NO_{(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow$ نواتج

وسُجّلت البيانات الآتية عند إجراء التّجربة لعدّة مرّات:

رقم التجربة	$[H_2]$	$[NO]$	سرعة التفاعل v
1	0.1	0.1	1.23×10^{-3}
2	0.2	0.1	2.46×10^{-3}
3	0.1	0.2	4.92×10^{-3}

المطلوب:

❶ اكتب عبارة سرعة التّفاعل اللّحظيّة، واستنتج رتبته.

❷ احسب قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل.

❸ احسب سرعة التّفاعل عندما يكون: $[NO]=0.05\ mo\ell.\ell^{-1}$ ، $[H_2]=0.15\ mo\ell.\ell^{-1}$

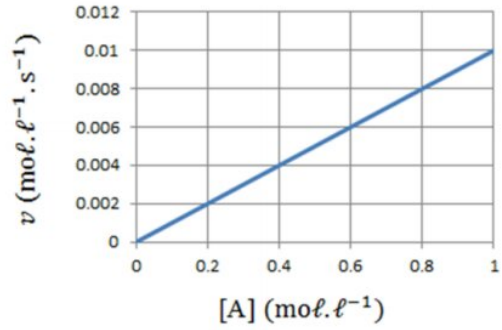
الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة التاسعة:

يبيّن الشّكل الآتي تغيّر سرعة التّفاعل بتغيّر تركيز المادّة (A) للتّفاعل:



$$x\text{A}_{(\text{g})} \longrightarrow \text{نواتج}$$

المطلوب:

❶ حدّد رتبة التّفاعل، ثم اكتب عبارة سرعة هذا التّفاعل.

❷ احسب قيمة ثابت سرعة التّفاعل.

الحل:

نتيجة:

يوجد تفاعلات من الرّتبة:

① صفر: $v = k$

② الأولى: $v = k[\text{A}]$

③ الثّانية: $v = k[\text{A}][\text{B}]$ أو $v = k[\text{A}]^2$

④ الثّالثة: $v = k[\text{A}]^2[\text{B}]$ أو $v = k[\text{A}]^3$ أو $v = k[\text{A}].[\text{B}].[\text{C}]$

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال: اختر الإجابة الصّحيحة:

تمّ زيادة تراكيز المواد المتفاعلة إلى مثلي ما كان عليه في التّفاعل: (نواتج $\longrightarrow A_{(g)}+B_{(g)}$) ولم تتغيّر سرعة التّفاعل، فإنّ العلاقة الممثّلة لسرعة هذا التّفاعل هي:

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

ملاحظات:

① سرعة التّفاعل في التّفاعلات ذات الرّتبة صفر تتحدّد بعاملين: **a)** مساحة سطح التّماس. **b)** الحفّاز.

② التّفاعلات الأوليّة تفاعلات تتوافق فيها عبارة السّرعة اللّحظيّة مع معادلة التّفاعل المعطاة.

③ التّفاعلات غير الأوليّة تجري وفق عدّة مراحل، لا تتوافق فيها عبارة السّرعة اللحظيّة مع معادلة التّفاعل، وتعطى عبارة السّرعة **للمرحلة الأبطأ**.

مثال: يحدث التّفاعل الآتي في الغلاف الجوّي: $NO_{(g)}+O_{3(g)}\longrightarrow NO_{2(g)}+O_{2(g)}$ على مرحلتين:

المرحلة الأولى: ذاتُ تفاعلٍ بطيء:

$$O_{3(g)}\longrightarrow O_{2(g)}+O^{\bullet}_{(g)}$$

المرحلة الثّانية: ذاتُ تفاعلٍ سريع:

$$NO_{(g)}+O^{\bullet}_{(g)}\longrightarrow NO_{2(g)}$$

فتُكتب عبارة السّرعة على الشّكل الآتي:

$$v=k[O_3]$$

الوظيفة الثّانية

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ من أجل التّفاعل الأوّلي: نواتج $\longrightarrow 3A_{(g)}+B_{(g)}$

(1د) 2014

إذا ازداد تركيز المادّة (A) إلى مثلَي ما كان عليه فإنّ سرعة التّفاعل:

لا تتأثّر.	**d**	تزداد ثماني مرّات.	**c**	تزداد أربع مرّات.	**b**	تزداد مرّتين.	**a**

❷ من أجل التفاعل الأوّلي الآتي: $2A_{(g)}+B_{(g)}\longrightarrow C_{(g)}$

إذا ازداد تركيز المادّة (A) مرّتين وانخفض تركيز المادّة (B) مرّتين فإنّ سرعة هذا التّفاعل:

لا تتأثّر.	**d**	تزداد أربع مرّات.	**c**	تقل مرّتين.	**b**	تزداد مرّتين.	**a**

❸ إذا تضاعف حجم الوعاء الذي يحدث فيه التّفاعل الأوّلي الآتي:

نواتج $\longrightarrow 2A_{(g)}$

فإنّ سرعة هذا التّفاعل:

لا تتأثّر.	**d**	تقل أربع مرّات.	**c**	تقل مرّتين.	**b**	تزداد مرّتين.	**a**

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثانياً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: *2017 (د1)*

يوضع ($5\ \text{mo}\ell$) من المادّة (A) في وعاء مغلق سعته ($10\ \ell$)، ويُسخّن الوعاء إلى درجة حرارة معيّنة، فيحدث التّفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة: $2A_{(g)} \longrightarrow B_{(g)} + 2C_{(g)}$ إذا علمت أنّ السّرعة الابتدائيّة لهذا التّفاعل ($1.5\times10^{-3}\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}.\text{s}^{-1}$)

المطلوب:

❶ احسب قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل.

❷ احسب قيمة سرعة هذا التّفاعل بعد زمن يصبح فيه $[B] = 0.1\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$.

❸ بيّن بالحساب كيف تتغيّر السّرعة الابتدائيّة لهذا التّفاعل إذا تضاعف حجم الوعاء الذي يحدث فيه هذا التّفاعل مع ثبات درجة الحرارة.

المسألة الثانية: *2010*

يُمثّل التّفاعل الأوليّ بين (B و A) بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow C_{(g)}$

فإذا كانت التّراكيز الابتدائيّة: $[A]_0 = 0.2\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$, $[B]_0 = 0.5\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$, $[C]_0 = 0$

وقيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل ($k = 0.5$). **المطلوب:**

❶ احسب السّرعة الابتدائيّة للتّفاعل.

❷ احسب تركيز المادّة (C) وسرعة التّفاعل بعد زمن ينقص فيه تركيز المادّة (A) بمقدار $0.1\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$

❸ كيف تتغيّر سرعة التّفاعل الابتدائيّة إذا ضغطنا المزيج الغازيّ بحيث يصبح حجمه ثُلث ما كان عليه مع بقاء درجة الحرارة ثابتة، بيّن ذلك حسابيّاً.

المسألة الثالثة: *2017 (د2)*

يُمزج ($200\ \text{m}\ell$) من محلول مادّة (A) تركيزه ($5\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$) مع ($300\ \text{m}\ell$) من محلول مادّة (B) تركيزه($2\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$)

في درجة حرارة مناسبة، فيحدث التّفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية: $2A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow 3C_{(aq)}$

إذا علمت أنّ قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل (2×10^{-3}). **المطلوب حساب:**

❶ قيمة سرعة التّفاعل الابتدائيّة لهذا التّفاعل.

❷ قيمة سرعة التّفاعل بعد زمن ينقص فيه $[A]$ بمقدار ($0.4\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$)

❸ تركيز المادّة (C) عند توقّف التّفاعل.

المسألة الرابعة:

يحدث التّفاعل الآتي في شروط مناسبة: نواتج $\longrightarrow NO_{2(g)} + CO_{(g)}$

وكانت النّتائج لقياس سرعة التّفاعل الابتدائيّة في عدّة تجارب بتراكيز مختلفة على الشّكل:

رقم التجربة	$[CO]$	$[NO_2]$	سرعة التفاعل v
1	0.1	0.1	0.0021
2	0.1	0.2	0.0084
3	0.2	0.2	0.0084

المطلوب:

❶ اكتب عبارة سرعة التّفاعل اللّحظيّة، واستنتج رتبته.

❷ احسب قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل.

☺ انتهت الوظيفة الثّانية ☺

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أولاً: تعريف التّفاعل المتوازن:

هو تفاعل عكوس وغير تام ويُمثّل بمعادلة ذات اتّجاهين متعاكسين. $aA + bB \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} cC + dD$

ثانياً: حالة التّوازن الكيميائيّ – التّفاعلات العكوسة:

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً: لا تُستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التّفاعلات المتوازنة.

الجواب: لأنّ المواد النّاتجة تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة في نفس الشّروط.

أمثلة:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

$$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

ثالثاً: المفهوم الحركيّ للتّوازن الكيميائيّ:

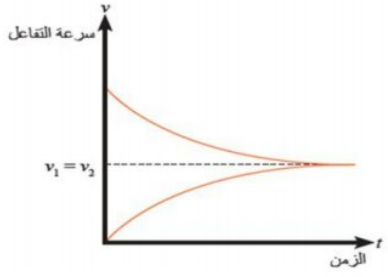
سؤال: ليكن لدينا التّفاعل المتوازن الآتي: $A_{(g)} + B_{(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} C_{(g)} + D_{(g)}$ **والمطلوب:**

1. **بيّن كيف تتغيّر تراكيز كل من المواد المتفاعلة والنّاتجة في التّفاعل المتوازن.**
2. **اكتب العلاقة بين سرعتي التّفاعل المباشر (1) والعكسي (2) عند ثبات التّراكيز.**
3. **ماذا نسمّي الحالة التي تثبت فيها تراكيز المواد المتفاعلة والمواد النّاتجة.**
4. **ارسم خطّاً بيانياً يوضّح: a) تغيّر سرعتي التّفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزّمن حتى الوصول إلى حالة التّوازن.**
   b) تغيّر تراكيز المواد المتفاعلة والنّاتجة بدلالة الزّمن حتى الوصول إلى حالة التّوازن.

الجواب:

1. **في بداية التّفاعل:** تكون تراكيز المواد المتفاعلة كبيرة و أعظميّة أي أنّ سرعة التّفاعل المباشر كبيرة و أعظميّة، في حين تكون تراكيز المواد النّاتجة معدومة أي أنّ سرعة التّفاعل العكسي معدومة.

   وبمرور الزّمن: تنقص تراكيز المواد المتفاعلة (تُستهلك) فتنقص سرعة التّفاعل المباشر، وتزداد تراكيز المواد النّاتجة (تتكوّن) فتزداد سرعة التّفاعل العكسي حتى تتساوى السّرعتان فنصل إلى حالة التّوازن الذي يُدعى **توازن حركي (علّل)** لأنّ التّوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التّفاعل المباشر مع سرعة التّفاعل العكسي ولا تكون قيمة السّرعة لأيّ تفاعل معدومة.
2. ثبات التّراكيز يدل على تساوي سرعتي التّفاعلين: المباشر (1) والعكسي (2) أي أنّ: $(v_1 = v_2)$.
3. تُسمّى **حالة التّوازن** وهي الحالة التي **تثبت** فيها تراكيز المواد المتفاعلة والنّاتجة وتكون عندها سرعة التّفاعل المباشر **تساوي** سرعة التّفاعل العكسي $(v_1 = v_2)$.
4.



a) تغيّر سرعتَي التّفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزّمن

b) تغيّر تراكيز المواد المتفاعلة والنّاتجة بدلالة الزّمن

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رابعاً: ثابت التوازن الكيميائي:

سؤال: *2004*

ليكن لدينا التّفاعل المتوازن الآتي: $aA_{(g)} + bB_{(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} cC_{(g)} + dD_{(g)}$

بفرض أنّ كل من التّفاعلين المباشر والعكسي أوليّان، **المطلوب:**

❶ اكتب عبارة سرعة التّفاعل المباشر وعبارة سرعة التّفاعل العكسي.

❷ استنتج علاقة ثابت التّوازن.

الجواب:

نتيجة: ثابت التّوازن عند درجة حرارة معيّنة يساوي نسبة جداء تراكيز المواد النّاتجة إلى جداء تراكيز المواد المتفاعلة عند التّوازن، وكلّ منها مرفوع إلى الأس الذي يساوي عدد الأمثال التفاعليّة المشاركة بها في المعادلة الموزونة.

ملاحظات:

❶ يمكن التّعبير (في التّفاعلات الغازيّة) عن ثابت التّوازن بدلالة الضّغوط الجزئيّة:

❷ إنّ K_c و K_p مقداران ثابتان ليس لهما واحدة.

❸ لا تظهر المواد الصّلبة (s) والسّائلة (ℓ) (كمذيبات فقط مثل الماء) في عبارة ثابت التّوازن، لأنّ تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميّتها.

❹ تتغيّر قيمة K_p و K_c لتفاعل محدّد بتغيّر درجة الحرارة **فقط**.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

❺ العلاقة التي تربط بين K_p و K_c:

Δn: الفرق بين عدد المولات الغازيّة النّاتجة وعدد المولات الغازيّة المتفاعلة $(\Delta n = n_2 - n_1)$.

R: ثابت الغازات العام $R = 0.082\ \ell.\text{atm.mo}\ell^{-1}.\text{K}^{-1}$

T: درجة الحرارة المطلقة (كلفن) حيث: $T = °\text{C} + 273$

سؤال (1): متى يكون $K_p = K_c$ ؟

الجواب: عندما تتساوى عدد المولات الغازيّة في طرفي المعادلة الموزونة، أي أنّ عدد المولات الغازيّة النّاتجة تساوي عدد المولات الغازيّة المتفاعلة $(n_2 = n_1)$ وتكون عندها $(\Delta n = 0)$.

سؤال (2): اكتب علاقة ثابت التّوازن K_c و K_p لكلٍّ من التّفاعلات الآتية ثمّ اكتب العلاقة التي تربط بينها لكل منها:

$$C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightleftarrows CH_{4(g)}$$

$$H_{2(g)} + S_{(s)} \rightleftarrows H_2S_{(g)}$$

سؤال (3): اختر الإجابة الصحيحة:

أي من التّفاعلات الآتية تكون النّسبة $\frac{K_p}{K_c}$ أكبر:

(a $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)}$ **(b** $CaCO_{3(s)} \rightleftarrows CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

(c $H_{2(g)} + S_{(s)} \rightleftarrows H_2S_{(g)}$ **(d** $Ni(CO)_{2(s)} \rightleftarrows Ni_{(s)} + 2CO_{(g)}$

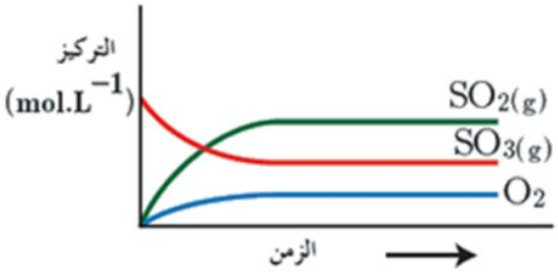
توضيح:

a) $\frac{K_p}{K_c} = (R.T)^{\Delta n} \Rightarrow \frac{K_p}{K_c} = (R.T)^{2-2} \Rightarrow \frac{K_p}{K_c} = 1$	**b)** $\frac{K_p}{K_c} = (R.T)^{\Delta n} \Rightarrow \frac{K_p}{K_c} = (R.T)^{1-0} \Rightarrow \frac{K_p}{K_c} = (R.T)$
c) $\frac{K_p}{K_c} = (R.T)^{\Delta n} \Rightarrow \frac{K_p}{K_c} = (R.T)^{1-1} \Rightarrow \frac{K_p}{K_c} = 1$	**d)** $\frac{K_p}{K_c} = (R.T)^{\Delta n} \Rightarrow \frac{K_p}{K_c} = (R.T)^{2-0} \Rightarrow \frac{K_p}{K_c} = (R.T)^2$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال (4):

يُمثّل الشّكل المجاور تفاعل متوازن. **المطلوب:**



a) اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل.

b) اكتب عبارة ثابتَي التّوازن K_c و K_p.

c) اكتب العلاقة التي تربط بين ثابتَي التّوازن K_c و K_p لهذا التّفاعل.

الجواب:

a)

b) و c):

سؤال (5):

عند مزج حجمين متساويين من غازَي الهدروجين (H_2) وبخار اليود (I_2) ذي اللّون البنفسجي في شروط مناسبة، يُلاحظ تضاؤل اللّون البنفسجي ثمّ ثباته. **المطلوب:**

a) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

b) فسّر بقاء اللّون البنفسجي.

c) اكتب عبارة كل من ثابتَي التّوازن K_c و K_p.

الجواب:

a) $$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$$

b) يدل ثبات اللّون البنفسجي على الوصول إلى حالة التّوازن أي يصبح عندها سرعة تبخّر اليود تساوي سرعة تكثّفه.

c)

$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]}$	$K_p = \frac{P^2_{(HI)}}{P_{(H_2)}.P_{(I_2)}}$

خامساً: أهميّة ثابت التّوازن:

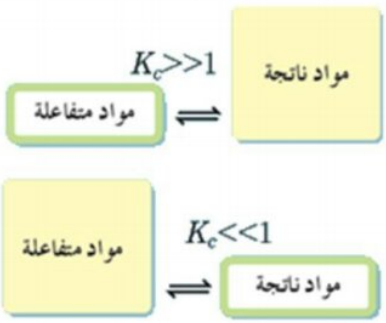
تبيّن قيمة ثابت التّوازن لتفاعل ما: مدى تحوّل المواد المتفاعلة إلى نواتج عند حدوث التّوازن.

① إذا كانت قيمة $K_c \gg 1$ (كبيرة) ⇐ كميّة المواد النّاتجة > كميّة المواد المتفاعلة

⇐ البسط > المقام ⇐ التّفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتّجاه المباشر.

② إذا كانت قيمة $K_c \ll 1$ (صغيرة) كميّة المواد النّاتجة < كميّة المواد المتفاعلة

⇐ البسط < المقام ⇐ التّفاعل **لا** يحدث إلى مدى كبير في الاتّجاه المباشر.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال (1): قارن بين كميّة المواد المتفاعلة والمواد النّاتجة عند بلوغ التّوازن في كل من التّفاعلين الآتيين:

(a $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} \quad K_c = 1.5\times10^{-10}$

(b $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2SO_{3(g)} \quad K_c = 14\times10^{+2}$

الجواب:

سؤال (2): اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ يُمزج ($0.1\ mo\ell$) من مادّة (A) مع ($0.1\ mo\ell$) من مادّة (B) في وعاء سعته ($1\ \ell$) فتكون قيمة ($K_c = 10^{-3}$) للتّفاعل المتوازن الآتي: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$ فيكون عند بلوغ التّوازن:

$[C] < [B]$	**d**	$[C] > [B]$	**c**	$[C] = [B]$	**b**	$[C] = 2[B]$	**a**

<u>توضيح</u>: بما أنّ ($K_c < 1$) فيكون تركيز المواد النّاتجة أقل من تركيز المواد المتفاعلة.

❷ يحدث التّفاعل المتوازن الآتي عند درجة الحرارة ($25\ °C$): $H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows H_2O_{(g)}$ فإذا علمت أنّ الضّغط الجزئي ($P_{(H_2O)} = 0.0131\ atm$) فتكون قيمة ثابت التّوازن بدلالة الضّغوط الجزئيّة لهذا التّفاعل مساويةً:

1	**d**	$(0.0131)^2$	**c**	$\frac{1}{0.0131}$	**b**	0.0131	**a**

<u>توضيح</u>:

سادساً: حساب ثابت التّوازن من خلال المعادلات:

- **إذا ضُرِبت معادلة تفاعل بمعاملٍ ما (رقم ما مثلاً) فإنّ ثابت التّوازن الجديد يُرفع إلى أُس يساوي ذلك المعامل.**

<u>مثال</u>: لديك التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} \rightleftarrows B_{(g)} \quad K_c$

فإذا ضُرِبَ هذا التّفاعل بمعامل (n مثلاً) يُصبح: $nA_{(g)} \rightleftarrows nB_{(g)} \quad K_c^{\setminus} = (K_c)^n$

- **إذا عُكِسَ التّفاعل فإنّ قيمة ثابت التّوازن الجديد يساوي مقلوب قيمة ثابت التّوازن الأوّل.**

<u>مثال</u>: لديك التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} \rightleftarrows B_{(g)} \quad K_c$

فإذا عُكِسَ هذا التّفاعل يُصبح: $B_{(g)} \rightleftarrows A_{(g)} \quad K_c^{\setminus} = \frac{1}{K_c}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تطبيق (1):

لديك التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $N_2O_{4(g)} \rightleftarrows 2NO_{2(g)}$ $K_c = 0.36$

المطلوب: احسب ثابت التّوازن K_c لكلٍ من التّفاعلين الآتيين:

1) $\frac{1}{2}N_2O_{4(g)} \rightleftarrows NO_{2(g)}$ $K_{c_1} = ?$

2) $2NO_{2(g)} \rightleftarrows N_2O_{4(g)}$ $K_{c_2} = ?$

الحل:

- ثابت التّوازن لتفاعل يتم بعدّة مراحل يساوي جداء ثوابت التّوازن للمراحل التي يمر بها هذا التّفاعل.

مثال:

$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows C_{(g)} + D_{(g)}$ K_{c_1}

$C_{(g)} + F_{(g)} \rightleftarrows G_{(g)} + A_{(g)}$ K_{c_2}

بجمع المعادلتين السّابقتين نحصل على:

$B_{(g)} + F_{(g)} \rightleftarrows G_{(g)} + D_{(g)}$ $K_c = K_{c_1} \times K_{c_2}$

تطبيق (2):

احسب ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز K_c للتّفاعل: $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftarrows CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$ $K_c = ?$

وذلك استناداً على التّفاعلين الآتيين:

1) $Fe_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftarrows FeO_{(s)} + CO_{(g)}$ $K_{c_1} = 1.47$

2) $Fe_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightleftarrows FeO_{(s)} + H_{2(g)}$ $K_{c_2} = 2.38$

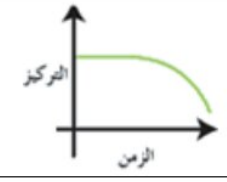
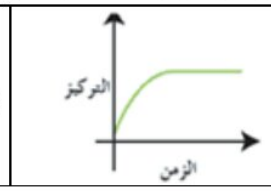
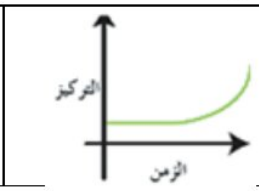
الحل:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوظيفة الأولى

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ أحد الخطوط البيانيّة الآتية يُمثّل تغيّر تركيز مادّة ناتجة في تفاعل متوازن:

a		b		c		d	

❷ أحد العبارات صحيحة عند حدوث التّوازن في التّفاعل الكيميائيّ المتوازن:

a	يتوقّف التّفاعل المباشر فقط.	b	يتوقّف التّفاعل العكسي.
c	تتساوى سرعة التّفاعل المباشر والعكسي.	d	يتساوى قيمة ثابت سرعة التّفاعل المباشر وقيمة ثابت سرعة التّفاعل العكسي.

❸ عند بلوغ حالة التّوازن في التّفاعلات المتوازنة:

a	ينخفض تركيز المواد النّاتجة.	b	تنخفض سرعة التّفاعل المباشر.	c	تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والنّاتجة.	d	تنعدم سرعة التّفاعل المباشر.

❹ تتغيّر قيمة ثابت التّوازن (K_c) في التّفاعلات المتوازنة:

a	بتغيّر الضّغط.	b	بإضافة حفّاز.	c	بخفض درجة الحرارة.	d	بزيادة تركيز المواد النّاتجة.

❺ بفرض أنّ (K_c) هو ثابت التّوازن للتّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftarrows SO_{3(g)}$

فتكون قيمة ثابت التّوازن ($K_c^{\setminus}$) للتّفاعل الآتي مساوياً: $2SO_{3(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$

a	$2K_c$	b	$\frac{1}{2K_c}$	c	$\frac{1}{K_c^2}$	d	K_c^2

❻ إذا علمت أنّ قيمة ($K_c = 10$) للتّفاعل المتوازن الآتي: $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$

فتكون قيمة ($K_c^{\setminus}$) للتّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $4C_{(g)} \rightleftarrows 4A_{(g)} + 2B_{(g)}$

a	0.1	b	20	c	0.01	d	100

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

❶ لا تُستهلك المواد المتفاعلة كليّاً في التّفاعلات المتوازنة.

❷ يسمّى التّوازن في حالة التّفاعلات الكيميائيّة بالتّوازن الحركيّ.

❸ لا تظهر المواد الصّلبة (S) في عبارة ثابت التّوازن.

(2د) 2014

ثالثاً: أجب عن السّؤال الآتي:

❶ لديك التّفاعل المتوازن الآتي: $mA_{(g)} + nB_{(g)} \rightleftarrows pC_{(g)} + qD_{(g)}$ *1992، 2004، 2005*

المطلوب: a) اكتب عبارة ثابت التّوازن الكيميائيّ لهذا التّفاعل.

b) ما دلالة ثابت التّوازن عندما تكون قيمته كبيرة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رابعاً: حل المسألة الآتية:

ليكن لديك المعادلات التي تمثّل التّفاعلات المتوازنة الآتية عند الدّرجة (298 K):

1) $2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \rightleftarrows 2NOBr_{(g)}$ $\qquad K_{c_1} = 2$

2) $2NO_{(g)} \rightleftarrows N_{2(g)} + O_{2(g)}$ $\qquad K_{c_2} = 2\times10^{+4}$

المطلوب:

❶ احسب قيمة ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز (K_c) للتّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftarrows 2NOBr_{(g)} \qquad K_c = ?$$

❷ احسب قيمة ثابت التّوازن بدلالة الضّغوط الجزئيّة (K_p) لهذا التّفاعل. علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$)

☺ انتهت الوظيفة الأولى ☺

سابعاً: العوامل المؤثّرة في حالة التوازن:

- يلجأ الكيميائيّون إلى زيادة مردود بعض التّفاعلات المتوازنة مثل: زيادة كميّة النّشادر النّاتج في التّفاعل الآتي:

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$ بحدوث بعض التغيّرات مثل تغيّر التّراكيز أو الضّغوط الجزئيّة أو تغيّر درجة حرارة التّفاعل.

- درس **العالم لوشاتوليه** التغيّرات التي تُؤثّر في حالة التّوازن الكيميائي، **وتنصّ قاعدة لوشاتوليه** على أنّه:

إذا حدث تغيّر في أحد العوامل المؤثّرة في جملة كيميائيّة متوازنة مثل: التّركيز أو الضّغط أو درجة الحرارة يختل التّوازن فيُرجّح التّفاعل بالاتّجاه الذي يُعاكس فيه هذا التغيّر.

❶ تأثير تغيّر التّراكيز:

- عند **زيادة** تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة يختل التّوازن، فيُرجّح التّفاعل بالاتجاه الذي **يُنقص** فيه تركيز هذه المادة.
- عند **نقصان** تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة يختل التّوازن، فيُرجّح التّفاعل بالاتجاه الذي **يزداد** فيه تركيز هذه المادة.

تطبيق (3):

يحدث التّفاعل المتوازن الآتي في شروط مناسبة: $CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightleftarrows CO_{2(g)} + NO_{(g)}$

المطلوب: أكمل الجدول الآتي:

التغير / التأثير على	حالة التوازن	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
زيادة كمية NO_2	يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه المباشر	تقل	تزداد	لا تتغيّر
نقصان كمية NO_2	يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه العكسي	تزداد	تقل	لا تتغيّر
زيادة كمية CO_2	يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه العكسي	تزداد	تقل	لا تتغيّر
نقصان كمية CO_2	يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه المباشر	تقل	تزداد	لا تتغيّر

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

❷ تأثير تغيّر الضّغط:

- عند **زيادة** الضّغط يختل التّوازن، فيُرجّح التّفاعل بالاتّجاه الذي يحوي عدد مولات غازيّة **أقل**.
- عند **نقصان** الضّغط يختل التّوازن، فيُرجّح التّفاعل بالاتّجاه الذي يحوي عدد مولات غازيّة **أكثر**.

تطبيق (4):

لديك التّفاعل المتوازن الآتي: $2A_{(g)} \rightleftarrows B_{(g)}$

المطلوب: أكمل الجدول الآتي:

التغير / التأثير على	حالة التوازن	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
نقصان الضغط	يُرجّح التّفاعل بالاتجاه العكسي.	تزداد	تقل	لا تتغيّر
زيادة الضغط	يُرجّح التّفاعل بالاتجاه المباشر.	تقل	تزداد	لا تتغيّر

ملاحظة: لا يؤثّر تغيّر الضّغط في حالة التّوازن إذا كان عدد المولات الغازيّة متساوياً في طرفي المعادلة كما في التّفاعل المتوازن الآتي: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$

❸ تأثير تغيّر درجة الحرارة:

- عند **رفع** درجة الحرارة يختل التّوازن، فيُرجّح التّفاعل بالاتّجاه **الماص** للحرارة.
- عند **خفض** درجة الحرارة يختل التّوازن، فيُرجّح التّفاعل بالاتّجاه **الناشر** للحرارة.

ولمعرفة الاتّجاه النّاشر والماص للحرارة ننظر إلى قيمة ΔH للتفاعل:

a) إذا كانت قيمة $\Delta H > 0$ (**موجبة**) فإنّ التفاعل المباشر **ماص** للحرارة.

b) إذا كانت قيمة $\Delta H < 0$ (**سالبة**) فإنّ التفاعل المباشر **ناشر** للحرارة.

❋ تأثير درجة الحرارة على قيمة ثابت التّوازن:

- عندما يُرجّح التّفاعل **المباشر** بتأثير تغيّر درجة الحرارة **تزداد** قيمة ثابت التّوازن بسبب زيادة كميّة المواد النّاتجة ونقصان كميّة المواد المتفاعلة.
- عندما يُرجّح التّفاعل **العكسي** بتأثير تغيّر درجة الحرارة **تنقص** قيمة ثابت التّوازن بسبب نقصان كميّة المواد النّاتجة وزيادة كميّة المواد المتفاعلة.

تطبيق (5):

يحدث التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة: $2SO_{3(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \quad \Delta H = +198\ kJ$

المطلوب: أكمل الجدول الآتي:

التغير / التأثير على	حالة التوازن	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
رفع درجة الحرارة	يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه المباشر لأنه الاتّجاه الماص للحرارة.	تقل	تزداد	تزداد
خفض درجة الحرارة	يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه العكسي لأنه الاتّجاه النّاشر للحرارة.	تزداد	تقل	تقل

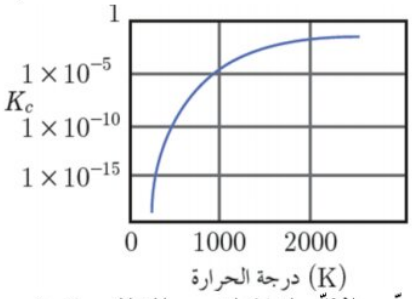
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تطبيق (6):

لديك التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $\Delta H > 0$

$$\underset{\text{(وردي)}}{\left[Co(H_2O)_6\right]^{2+}_{(aq)}} + 4Cl^-_{(aq)} \rightleftharpoons \underset{\text{(أزرق)}}{\left[CoCl_4\right]^{2-}_{(aq)}} + 6H_2O_{(\ell)}$$

التغير/ التأثير على	حالة التوازن	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
رفع درجة الحرارة	يُرجّح التّفاعل بالاتجاه المباشر لأنّه الاتّجاه الماص للحرارة.	تقل	تزداد	تزداد
خفض درجة الحرارة	يُرجّح التّفاعل بالاتجاه العكسي لأنّه الاتّجاه النّاشر للحرارة.	تزداد	تقل	تقل



سؤال: يُمثّل المنحني البياني الآتي قيم مختلفة لثابت التّوازن (K_c) بدلالة درجة الحرارة للتّفاعل الآتي:

$$\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)}$$

المطلوب: بيّن فيما إذا كان التّفاعل ناشر للحرارة أم ماص للحرارة.

الجواب:

يتبيّن من المنحني البيانيّ أنه بازدياد درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت التّوازن، أيّ أنّ التّفاعل يُرجّح بالاتّجاه المباشر وبالتالي يكون التّفاعل ماص للحرارة.

❹ تأثير الحفّاز:

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً: لا يؤثّر إضافة حفّاز في حالة التّوازن ولا في قيمة ثابت التّوازن.

لأنّ الحفّاز يزيد من سرعة التّفاعل المباشر والعكسي بالمقدار ذاته.

تطبيق (7):

لديك التّفاعل المتوازن الآتي: $\Delta H < 0$

$$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

والمطلوب:

❶ اكتب عبارة ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز، ثمّ بدلالة الضّغوط الجزئيّة.

❷ اكتب العلاقة التي تربط بين K_c و K_p لهذا التّفاعل.

❸ بيّن تأثير خفض درجة الحرارة على حالة التّوازن مع التّفسير.

❹ بيّن تأثير إضافة حفّاز على حالة التّوازن وقيمة ثابت التّوازن.

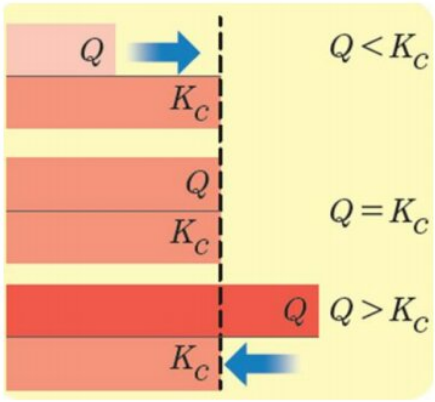
الحل:

❶	❷	❸ ❹

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثامناً: حاصل التّفاعل Q:

تُماثل عبارة حاصل التّفاعل (Q) عبارة ثابت التّوازن (K_c) حيث تُؤخذ التّراكيز في لحظة ما (دون شرط الوصول لحالة التّوازن) ونميّز ثلاث حالات:



❶ $Q < K_c$ ⇐ تراكيز المواد النّاتجة أقل من تراكيزها في حالة التّوازن.

⇐ يُرجّح التّفاعل المباشر على التّفاعل العكسي للوصول إلى حالة التّوازن.

❷ $Q = K_c$ ⇐ التّفاعل في حالة توازن.

❸ $Q > K_c$ ⇐ تراكيز المواد النّاتجة أكبر من تراكيزها في حالة التّوازن.

⇐ يُرجّح التّفاعل العكسي على التّفاعل المباشر للوصول إلى حالة التّوازن.

تطبيق (8):

وُضِعَ (4×10^{-2} mol) من (HI) مع (10^{-2} mol) من (H_2)، و(2×10^{-2} mol) من (I_2) في وعاء سعته (2 ℓ)، فإذا علمت أنّ قيمة ثابت التّوازن ($K_c = 50.5$) عند الدّرجة (440 °C) للتّفاعل الآتي:

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$$

المطلوب:

❶ احسب حاصل التّفاعل (Q).

❷ حدّد التّفاعل الرّاجح (المباشر / العكسي) مع التّفسير.

الحل:

أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الأولى:

ليكن لديك التّفاعل المتوازن الآتي الذي يتم عند درجة حرارة مناسبة:

$$2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)} + D_{(g)}$$

فإذا علمتّ أنّ التّراكيز الابتدائيّة: $[B]_0 = 2\ mo\ell.\ell^{-1}$ ، $[A]_0 = 1.5\ mo\ell.\ell^{-1}$ وأنّ تركيز $[C]$ عند التّوازن $(0.6\ mo\ell.\ell^{-1})$ **المطلوب حساب:**

❶ قيمة ثابت التّوازن (K_c) ثمّ استنتج قيمة (K_p).

❷ النّسبة المئويّة المتفاعلة من المادّة (A) للوصول إلى حالة التّوازن.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثانية:

لديك التّفاعل المتوازن الآتي الممثّل بالمعادلة: $A_{(g)} + B_{(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2C_{(g)}$

فإذا كانت التّراكيز الابتدائيّة: $[B]_0 = 0.3\ mo\ell.\ell^{-1}$, $[A]_0 = 0.4\ mo\ell.\ell^{-1}$ وقيمة ثابت سرعة التّفاعل المباشر $(k_1 = 10^{-2})$. **المطلوب:**

❶ احسب قيمة السّرعة الابتدائيّة للتّفاعل المباشر (v_1).

❷ إذا علمت أنّه عند التّوازن كان: $[C]_{eq} = 0.2\ mo\ell.\ell^{-1}$. احسب قيمة ثابت التّوازن (K_c).

❸ احسب قيمة ثابت سرعة التّفاعل العكسي (k_2).

❹ احسب قيمة سرعة التّفاعل العكسي عند التّوازن (v_2).

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة:

يحدث التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$ في وعاء مغلق حجمه ($10\ \ell$)، وعند بلوغ التّوازن كان عدد مولات الهدروجين ($7.2\ mo\ell$) وعدد مولات اليود ($2.4\ mo\ell$) وعدد مولات يود الهدروجين ($0.4\ mo\ell$)

المطلوب حساب:

❶ قيمة ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز.

❷ التّركيز الابتدائيّ لكلٍّ من المادّتين (H_2) و (I_2).

❸ اقترح طريقتين تزيد من كمية المادّة (HI) النّاتجة.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الرابعة:

وُضِعَ ($4\ mo\ell$) من غاز (A) مع ($3\ mo\ell$) من غاز (B) في وعاء مغلق حجمه ($10\ \ell$)، وسُخّن الوعاء إلى درجة حرارة ($1000\ K$)، وعند التّوازن بقيَ في الوعاء ($2\ mo\ell$) من الغاز (A) حسب التّفاعل الآتي: $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$

والمطلوب حساب:

❶ قيمة ثابتَي التّوازن K_p , K_c علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mo\ell^{-1}.K^{-1}$).

❷ النّسبة المئويّة المتفاعلة من المادّة (A) للوصول إلى حالة التّوازن.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الخامسة:

وُضِعَ ($4\ \text{mo}\ell$) من (PCl_5) في وعاء مغلق سعته ($2\ \ell$) وسُخِّنَ الوعاء إلى الدّرجة ($500\ \text{K}$) فتتفكّك منه ($10\ \%$) عند بلوغ التّوازن وفق المعادلة الآتية: $PCl_{5(g)} \rightleftarrows PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ **المطلوب:**

❶ احسب قيمة ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز.

❷ احسب قيمة ثابت التّوازن بدلالة الضّغوط الجزئيّة. علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.\text{atm.mo}\ell^{-1}.\text{K}^{-1}$)

❸ ما تأثير زيادة تركيز (PCl_5) على حالة التّوازن.

❹ ما تأثير نقصان تركيز (PCl_3) على حالة التّوازن.

❺ ما تأثير زيادة الضّغط الكلّي على حالة التّوازن.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة السادسة: عند بلوغ التّوازن في التّفاعل الآتي:

$2NO_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ تكون التّراكيز:

$[NO]_{eq} = 0.24\ mo\ell.\ell^{-1}$ ، $[O_2]_{eq} = 0.12\ mo\ell.\ell^{-1}$

$[NO_2]_{eq} = 0.06\ mo\ell.\ell^{-1}$

المطلوب حساب: ❶ قيمة K_c لهذا التّفاعل.

❷ التّركيز الابتدائيّ لغاز (NO_2).

❸ النّسبة المئويّة المتفكّكة من غاز (NO_2) حتّى بلوغ التّوازن.

الحل:

المسألة السابعة: يتفكّك يود الهدروجين وفق المعادلة الآتية:

$2HI_{(g)} \rightleftarrows H_{2(g)} + I_{2(g)}$

فإذا كان التّركيز الابتدائيّ: $[HI]_0 = 0.8\ mo\ell.\ell^{-1}$

وقيمة ثابت التّوازن ($K_c = \frac{1}{36}$). **المطلوب حساب:**

تراكيز التّوازن لكلّ من المواد المتفاعلة والنّاتجة.

الحل:

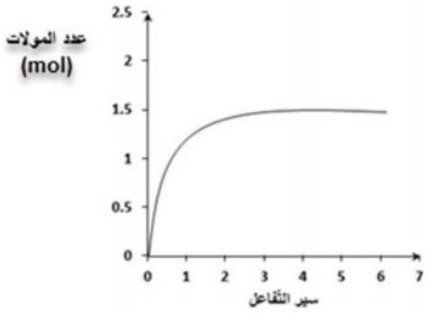
أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثامنة:

يتفاعل ($1\ \text{mol}$) من بخار اليود مع ($1\ \text{mol}$) من غاز الهدروجين في وعاء مغلق حجمه ($1\ \ell$) وفق المعادلة:

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$$



حيث يبيّن المخطّط الآتي تغيّر عدد مولات يود الهدروجين بدلالة الزّمن. **المطلوب:**

❶ احسب تراكيز التّوازن لكل من المواد المتفاعلة والنّاتجة.

❷ احسب قيمة ثابت التّوازن (K_c).

❸ ارسم خطّاً بيانيّاً يوضّح تغيّر تركيز الهدروجين بدلالة الزّمن.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوظيفة الثّانية

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ أي من المتغيّرات الآتية سوف يؤدّي إلى زيادة كميّة النّشادر $NH_{3(g)}$ في التّفاعل المتوازن الآتي:

$$N_{2(g)}+3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)} \qquad \Delta H=-92\ kJ$$

a	رفع درجة الحرارة	b	خفض كميّة النّتروجين.	c	زيادة الضّغط الكلّي.	d	إضافة حفّاز.

❷ في التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية : $N_{2(g)}+3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)} \quad \Delta H<0$

إنّ قيمة ثابت التّوازن الكيميائيّ لهذا التّفاعل تتغيّر إذا: ***(د2) 2013***

a	تغيّرت التّراكيز.	b	تغيّر الضّغط.	c	تغيّرت درجة الحرارة.	d	أُضيفَ عامل مساعد (حفّاز).

❸ أي من التّفاعلات المتوازنة سوف يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه العكسي عند نقصان حجم الوعاء الذي يحدث فيه التّفاعل:

a	$2SO_{3(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)}+O_{2(g)}$	b	$N_{2(g)}+3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$
c	$4Fe_{(s)}+3O_{2(g)} \rightleftarrows 2Fe_2O_{3(s)}$	d	$H_{2(g)}+I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

❶ في التّفاعل الماصّ للحرارة تنقص قيمة ثابت التّوازن عند خفض درجة الحرارة. ***(د1) 2017***

❷ في التّفاعل المتوازن الآتي:

$$C_{(s)}+2H_{2(g)} \rightleftarrows CH_{4(g)}$$

يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه المباشر بزيادة الضّغط.

❸ إضافة حفّاز تسرّع الوصول إلى حالة التّوازن.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

❶ لديك التّفاعل المتوازن الآتي:

$$N_{2(g)}+3H_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftarrows} 2NH_{3(g)}$$

المطلوب:

ما تأثير زيادة كميّة الهدروجين على كلٍ من:

a) حالة التّوازن. b) كميّة النّشادر .

c) كميّة النّتروجين. d) قيمة K_c .

❷ لديك التّفاعل المتوازن الماص للحرارة الآتي:

$$H_2O_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftarrows} H_2O_{(g)}+\tfrac{1}{2}O_{2(g)}$$

المطلوب:

a) اكتب عبارة ثابت التّوازن بدلالة الضّغوط الجزئيّة.

b) ما تأثير خفض الضّغط الكلّي على كلٍ من:

① حالة التّوازن. ② كميّة المادّة المتفاعلة.

③ كميّة المواد النّاتجة. ④ قيمة ثابت التّوازن.

c) اقترح طريقة تزيد قيمة ثابت التّوازن مع التّفسير.

❸ يحدث التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:

$$2NH_{3(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftarrows} N_{2(g)}+3H_{2(g)} \qquad \Delta H=+92\ kJ$$

المطلوب: ما تأثير خفض درجة الحرارة على كلٍ من:

① حالة التّوازن. ② كميّة المادّة المتفاعلة.

③ كميّة المواد النّاتجة. ④ قيمة ثابت التّوازن.

❹ قيست قيم ثابت التّوازن بدلالة الضّغوط الجزئيّة في درجات حرارة مختلفة:

$$3A_{(g)}+B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$$

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

المطلوب: هل التّفاعل ناشر للحرارة أم ماص للحرارة. فسّر إجابتك.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: يحتوي وعاء حجمه (2 ℓ) على (0.08 mol) من $CH_3-OH_{(g)}$ و(0.4 mol) من $H_{2(g)}$ و(0.2 mol) من $CO_{(g)}$، ويتم التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$CO_{(g)} + H_{2(g)} \rightleftarrows CH_3-OH_{(g)}$$

فإذا علمت أنّ قيمة ($K_c = 7.3$). **المطلوب:** بيّن بالحساب إذا كان التّفاعل بحالة توازن أم لا، وإذا لم يكن بحالة توازن حدّد التّفاعل الرّاجح (المباشر / العكسي) مع التّفسير.

المسألة الثانية: لديك التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows C_{(g)} + 2D_{(g)}$

فإذا كان عدد المولات الابتدائيّة (4 mol) من المادّة (A) و (3 mol) من المادّة (B)، وعند التّوازن تشكّل (2 mol) من المادّة (D) وكان حجم الوعاء الذي يحدث فيه هذا التّفاعل (10 ℓ). **المطلوب:** احسب قيمة ثابت التّوازن K_c .

المسألة الثالثة: وُضِعَ (4 mol) من (HI) في وعاء مغلق سعته (10 ℓ) وسُخِّنَ الوعاء إلى الدّرجة (1000 K) فوُجِدَ أنّه تفكّك منه (10 %) عند بلوغ التّوازن وفق المعادلة الآتية:

$$2HI_{(g)} \rightleftarrows H_{2(g)} + I_{2(g)}$$

المطلوب حساب:

1. قيمة ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز.
2. قيمة ثابت التّوازن بدلالة الضّغوط الجزئيّة.

علماً أنّ: ($R = 0.082\ \ell.atm.mol^{-1}.K^{-1}$)

3. ما تأثير زيادة الضّغط الكلّي على حالة التّوازن. علّل إجابتك.

المسألة الرابعة: عند بلوغ التّوازن في التّفاعل:

$$A_{(g)} + 3B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$$

تكون التّراكيز:

$$[A] = 1\ mol.\ell^{-1} \quad ، \quad [B] = [C] = 2\ mol.\ell^{-1}$$

المطلوب حساب:

1. قيمة ثابت توازن هذا التّفاعل (K_c).
2. التّراكيز الابتدائيّة لكل من المادّتين (A) و (B).

المسألة الخامسة: *2018 (د2)*

يجري التّفاعل المتوازن الآتي:

$$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftarrows 3D_{(g)}$$

عند درجة حرارة مناسبة، في وعاء مغلق حجمه (10 ℓ)، وعند بلوغ التّوازن كان عدد مولات المادّة (A) يساوي (5 mol) وعدد مولات المادّة (B) يساوي (2 mol) وعدد مولات المادّة (D) يساوي (3 mol). **المطلوب حساب:**

1. قيمة ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز لهذا التّفاعل.
2. التّركيز الابتدائيّ لكلٍّ من المادّتين (A) و (B).
3. النّسبة المئويّة المتفاعلة من المادّة (B) حتّى بلوغ التّوازن.

المسألة السادسة: *2016 (د2)*

مُزِجَ (2 mol) من (SO_2) مع (2 mol) من (NO_2) في وعاء مغلق سعته (4 ℓ)، وسُخِّن المزيج إلى درجة الحرارة ($227^\circ C$) فحدث التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$SO_{2(g)} + NO_{2(g)} \rightleftarrows SO_{3(g)} + NO_{(g)}$$

المطلوب:

1. احسب تراكيز الغازات عند التّوازن علماً أنّ $K_c = 0.25$
2. ما قيمة (K_p) ولماذا.

المسألة السابعة:

مُزِجَ (2 mol) من مادّة (A) مع (2 mol) من مادّة (B) في وعاء مغلق سعته (10 ℓ)، فحَدَثَ التّفاعل المتوازن وفق المعادلة الآتية:

$$A_{(g)} + B_{(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} 2C_{(g)}$$

فإذا علمت أنّ قيمة ثابت سرعة التّفاعل المباشر ($k_1 = 8.8\times10^{-2}$)، وقيمة ثابت سرعة التّفاعل العكسي ($k_2 = 2.2\times10^{-2}$).

المطلوب حساب:

1. قيمة ثابت التّوازن (K_c) ثمّ (K_p).
2. تراكيز كل من المواد الثّلاث عند التّوازن.

☺ انتهت الوظيفة الثّانية ☺

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أولاً: نظريّات في الحموض والأسس:

① نظريّة أرينيوس:

الحمض: هو كل مادّة كيميائيّة تحرّر أيون الهدروجين (H^+) عند انحلالها في الماء.

$$HA \longrightarrow H^+ + A^-$$

الأساس: هو كل مادّة كيميائيّة تحرّر أيون الهدروكسيد (OH^-) عند انحلالها في الماء.

$$BOH \longrightarrow B^+ + OH^-$$

② نظريّة برونشتد – لوري:

الحمض: هو كل مادّة كيميائيّة قادرة على منح بروتون (H^+) أو أكثر إلى مادة أخرى تتفاعل معها.

الأساس: هو كل مادّة كيميائيّة قادرة على استقبال بروتون (H^+) أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معها.

سؤال (1): حدّد الحمض والأساس حسب نظريّة برونشتد – لوري في كل من التّفاعلات الممثّلة بالمعادلات الآتية:

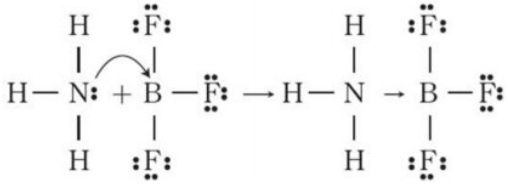
$HA + H_2O \longrightarrow A^- + H_3O^+$	$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$
HA : حمض، لأنّه منح بروتون.	HCl : حمض، لأنّه منح بروتون.
H_2O : أساس، لأنّه استقبل بروتون.	NH_3 : أساس، لأنّه استقبل بروتون.

③ نظريّة لويس:

الحمض: هو كل مادّة كيميائيّة قادرة على استقبال زوج الكتروني (أو أكثر) من مادة أخرى تتفاعل معها.

الأساس: هو كل مادّة كيميائيّة قادرة على منح زوج الكتروني (أو أكثر) إلى مادة أخرى تتفاعل معها.

سؤال: حدّد الحمض والأساس حسب نظريّة لويس في كل من التّفاعلات الممثّلة بالمعادلات الآتية:

$NH_3 + BF_3 \longrightarrow (H_3N \rightarrow BF_3)$ أساس حمض NH_3 : أساس لويس، لأنّه منح زوج الكتروني. BF_3 : حمض لويس، لأنّه استقبل زوج الكتروني. 	$Fe^{2+} + 6H_2O \longrightarrow [Fe(H_2O)_6]^{2+}$ أساس حمض H_2O : أساس لويس، لأنّه منح زوج الكتروني. Fe^{2+} : حمض لويس، لأنّه استقبل زوج الكتروني.
$NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$ أساس حمض NH_3 : أساس لويس، لأنّه منح زوج الكتروني. H^+ : حمض لويس، لأنّه استقبل زوج الكتروني.	تذكّر: الأيونات التي تملك شحنة موجبة يمكن أن نعتبرها حموض لويس. أمّا الأيونات التي تملك شحنة سالبة يمكن أن نعتبرها أسس لويس.

ملاحظة: تُسمّى الرّابطة المتشكّلة بين الذرّة المانحة للزوج الالكتروني والذرّة الآخذة لهذا الزّوج **بالرّابطة التّساندية**.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

نستنتج من النّظريّات السّابقة:

① نظريّة أرينيوس غير كافية لتحديد الصّفة الحمضيّة والصّفة الأساسيّة لجميع المركّبات الكيميائيّة.

② نظريّة برونشتد – لوري أكثر شموليّة من نظريّة أرينيوس.

③ فسّرت نظريّة لويس السّلوك الحمضي والأساسي لبعض المركّبات التي يتم فيها انتقال الأزواج الالكترونيّة.

سؤال (2): صنّف المركّبات الآتية إلى حمض أو أساس وفقاً للنظريّات السّابق:

HCl , NH_3 , Fe^{2+} , BF_3 , $NaOH$

النظريات	أرينيوس	برونشتد – لوري	لويس
الحمض	HCl	HCl	Fe^{2+} , BF_3
الأساس	$NaOH$	$NaOH$, NH_3	NH_3

ثانياً: الأزواج المترافقة (أساس/حمض) وفق نظريّة برونشتد – لوري:

- منح الحمض للبروتون يُحوّل هذا الحمض إلى أساس جديد يسمى أساس مرافق.
- استقبال الأساس للبروتون يُحوّل هذا الأساس إلى حمض جديد يسمى حمض مرافق.

سؤال (1): حدّد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) وفق نظريّة برونشتد - لوري لكل من التّفاعلات الآتية:

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

$$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$$

ملاحظات:

① كلما كان الحمض أقوى كان أساسه المرافق أضعف والعكس صحيح.

② كلما كان الأساس أقوى كان حمضه المرافق أضعف والعكس صحيح.

سؤال (2): إذا علمت أن أيّون النتريت (NO_2^-) أقوى من أيّون النترات (NO_3^-) كأساس. المطلوب:

a) اكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما. **b) أي الحمضين أقوى.**

الجواب:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثالثاً: قوّة الحمض وقوّة الأساس:

تُقاس قوّة الحمض بسهولة منحه للبروتون، بينما تُقاس قوّة الأساس بسهولة استقباله للبروتون.

الحموض القوية	الأسس القوية
حمض كلور الماء HCl (أحادي الوظيفة)	هدروكسيد الصوديوم (الصود الكاوي) $NaOH$
حمض الآزوت HNO_3 (أحادي الوظيفة)	هدروكسيد البوتاسيوم (البوتاس الكاوي) KOH
حمض الكبريت H_2SO_4 (ثنائي الوظيفة)	(أسس قويّة أحاديّة الوظيفة)
علّل: هذه الحموض قويّة. **الجواب:** لأنّ تأينها تام في المحاليل المائيّة.	**علّل:** هذه الأسس قويّة. **الجواب:** لأنّ تأينها تام في المحاليل المائيّة.
معادلات التأيّن: $HCl + H_2O \longrightarrow Cl^- + H_3O^+$ $C_a \qquad\qquad C_a \quad C_a$ $HNO_3 + H_2O \longrightarrow NO_3^- + H_3O^+$ $C_a \qquad\qquad C_a \quad C_a$ $H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H_3O^+$ $C_a \qquad\qquad C_a \quad 2C_a$	**معادلات التأيّن:** $NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$ $C_b \qquad\quad C_b \quad C_b$ $KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$ $C_b \qquad\quad C_b \quad C_b$
نستنتج أنّه: أ) من أجل الحموض القويّة **أحادية الوظيفة**: $[H_3O^+] = C_a$ ب) من أجل الحموض القويّة **ثنائية الوظيفة**: $[H_3O^+] = 2C_a$ حيث: C_a التّركيز الابتدائيّ للحمض مقدراً بـ $mol.\ell^{-1}$	نستنتج أنّه: من أجل الأسس القويّة **أحادية الوظيفة**: $[OH^-] = C_b$ حيث: C_b التّركيز الابتدائيّ للأساس مقدراً بـ $mol.\ell^{-1}$
درجة التأيّن: $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = 1$ وكنسبة مئوية $100\ \%$	**درجة التأيّن:** $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} = 1$ وكنسبة مئوية $100\ \%$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الحموض الضعيفة	الأسس الضعيفة
حمض النمل $HCOOH$ حمض الخل CH_3COOH حمض سيانيد الهدروجين HCN (حموض ضعيفة أحاديّة الوظيفة)	هدروكسيد الأمونيوم NH_4OH النّشادر NH_3 (أسس ضعيفة أحاديّة الوظيفة)
علّل: هذه الحموض ضعيفة. **الجواب:** لأنّ تأينها جزئي في المحاليل المائيّة.	**علّل:** هذه الأسس ضعيفة. **الجواب:** لأنّ تأينها جزئي في المحاليل المائيّة.
معادلات التأيّن: $HCOOH + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + HCOO^-$ $C_a \quad 0 \quad 0$ $C_a - x \quad x \quad x$ $CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + CH_3COO^-$ $C_a \quad 0 \quad 0$ $C_a - x \quad x \quad x$ $HCN + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + CN^-$ $C_a \quad 0 \quad 0$ $C_a - x \quad x \quad x$	**معادلات التأيّن:** $NH_4OH \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$ $C_b \quad 0 \quad 0$ $C_b - x \quad x \quad x$ $NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$ $C_b \quad 0 \quad 0$ $C_b - x \quad x \quad x$
درجة التأيّن: $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \ll 1 \Leftrightarrow [H_3O^+] \ll C_a$ $\boxed{[H_3O^+] = \alpha . C_a}$	**درجة التأيّن:** $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \ll 1 \Leftrightarrow [OH^-] \ll C_b$ $\boxed{[OH^-] = \alpha . C_b}$

رابعاً: التأيّن الذاتي للماء وثابت تأيّنه K_w:

سؤال: يُعد الماء ناقلاً رديئاً للتيّار الكهربائي لاحتوائه على أيونات قليلة. المطلوب:

❶ اكتب معادلة التأيّن الذّاتي للماء، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (حمض/أساس) وفق نظريّة برونشتد – لوري.

❷ اكتب عبارة ثابت تأيّن الماء (ثابت التّوازن).

الجواب:

❶ $$H_2O_{(\ell)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

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

❷ يعطى ثابت تأيّن الماء K_w (ثابت التّوازن) بالعلاقة الآتية عند الدّرجة $(25°C)$:

$$\boxed{K_w = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}}$$

بما أنّ الماء هو المُحِل فتركيزه ثابت لذلك لا يظهر في عبارة ثابت تأيّن الماء.

ملاحظة: يُعدّ الماء مركّب مذبذب لأنّه يسلك سلوك حمض أحياناً وسلوك أساس أحياناً، وفقاً للمادّة التي يتفاعل معها.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

خامساً: الأس الهدروجيني pH والأس الهدروكسيدي pOH:

يعبّر الـ (pH) عن درجة الحموضة في المحلول المائي الممدّد:

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

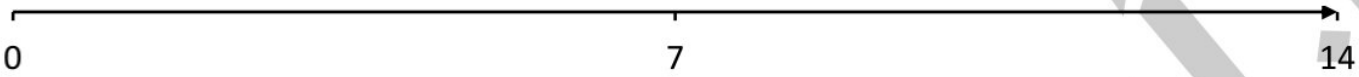
يعبّر الـ (pOH) عن درجة القلويّة (الأساسيّة) في المحلول المائي الممدّد:

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

العلاقة بين درجة الحموضة ودرجة القلوية في المحلول:

$$pH + pOH = 14$$

سلّم الـ pH:



$pH < 7$	$pH = 7$	$pH > 7$
حمضي	معتدل	قلوي
$[H_3O^+] > 10^{-7}\ mo\ell.\ell^{-1}$	$[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7}\ mo\ell.\ell^{-1}$	$[H_3O^+] < 10^{-7}\ mo\ell.\ell^{-1}$
$[OH^-] < 10^{-7}\ mo\ell.\ell^{-1}$		$[OH^-] > 10^{-7}\ mo\ell.\ell^{-1}$
$[H_3O^+] > [OH^-]$		$[H_3O^+] < [OH^-]$

ملاحظات:

① للحمض الأقوى قيمة pH أصغر وللأساس الأقوى قيمة pH أكبر.

② قواعد لحساب اللوغاريتم العشري:

$\ell og(1) = 0$	$\ell og(10) = 1$
$\ell og(10^n) = n \times \log(10) = n \times 1 = n$	$\log(x.y) = \log(x) + \log(y)$

سؤال: رتّب المحاليل الآتية متساوية التّركيز تصاعدياً حسب تزايد قيم الـ pH لكلّ منها:

$HCN\ ,\ KOH\ ,\ NH_4OH,\ HNO_3$

الجواب:

❋ قوانين للمسائل:

① التّركيز المولي ($mo\ell.\ell^{-1}$): $C_{mo\ell.\ell^{-1}} = \frac{n}{V}$	② التّركيز الغرامي ($g.\ell^{-1}$): $C_{g.\ell^{-1}} = \frac{m}{V}$	③ العلاقة بينهما: $C_{mo\ell.\ell^{-1}} = \frac{C_{g.\ell^{-1}}}{M}$
④ حساب عدد مولات مادّة: $n = \frac{m}{M}$	⑤ حساب كتلة مادّة: $m = C_{g.\ell^{-1}}.V$ أو: $m = C_{mo\ell.\ell^{-1}}.V.M$	⑥ قانون التّمديد: لا يتغيّر عدد مولات المادّة المنحلّة عند تمديد محلولها بالماء المقطّر: $n_{\text{قبل التمديد}} = n'_{\text{بعد التمديد}}$ $C.V = C'.V'$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الأولى:

محلولٌ مائيّ لحمض كلور الماء تركيزه ($3.65\ g.\ell^{-1}$)

المطلوب:

❶ احسب تركيز هذا المحلول مقدّراً بـ ($mo\ell.\ell^{-1}$).

❷ احسب قيمة pH و pOH المحلول.

❸ يُضاف ($180\ m\ell$) من الماء المقطّر إلى حجم مناسب (V) من محلول الحمض السّابق فيصبح تركيزه ($0.01\ mo\ell.\ell^{-1}$) **المطلوب:** احسب الحجم (V).

الأوزان الذريّة: ($Cl:35.5\ ,\ H:1$)

الحل:

المسألة الثانية:

محلولٌ مائيّ لحمض الكبريت له قيمة ($pH=0$). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض.

❷ احسب التّركيز الابتدائيّ لمحلول هذا الحمض.

❸ احسب كتلة حمض الكبريت في ($200\ m\ell$) من محلوله السّابق.

❹ يُضاف بالتّدريج ($30\ m\ell$) من محلول الحمض السّابق إلى ($70\ m\ell$) من الماء المقطّر. **المطلوب:** احسب تركيز المحلول النّاتج عن التّمديد.

الأوزان الذريّة: ($H:1\ ,S:32\ ,\ O:16$)

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة:

أُذيب (4 g) من هدروكسيد الصُّوديوم النّقي في الماء المقطّر، وأُكمل حجم المحلول إلى (100 mℓ). **المطلوب:**

❶ احسب تركيز المحلول مقدّراً بـ ($mo\ell.\ell^{-1}$).

❷ احسب قيمة كلاً من: $[H_3O^+], [OH^-]$ في المحلول.

❸ احسب قيمة كلاً من: pOH و pH المحلول.

❹ بيّن بالحساب كيف يتغيّر $[OH^-]$ عندما تصبح قيمة ($pOH^{\setminus} = 3$)،

❺ احسب حجم الماء المقطّر اللازم إضافته إلى (50 mℓ) من المحلول السّابق لتصبح قيمة ($pH^{\setminus} = 13$).

الأوزان الذريّة: (H:1 , O:16 , Na:23)

الحل:

أ. أسامة الحصري

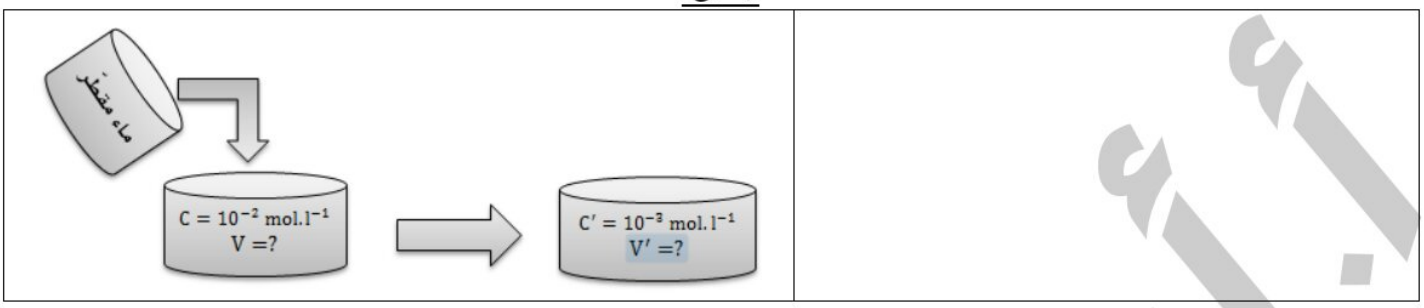
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ محلول لحمض كلور الماء حجمه (V) له قيمة ($pH = 2$)، نمدّده بالماء المقطّر حتى تصبح قيمة ($pH = 3$) عندها يصبح الحجم الجديد (V') له:

$2\,V$	**d**	$3\,V$	**c**	$100\,V$	**b**	$10\,V$	**a**

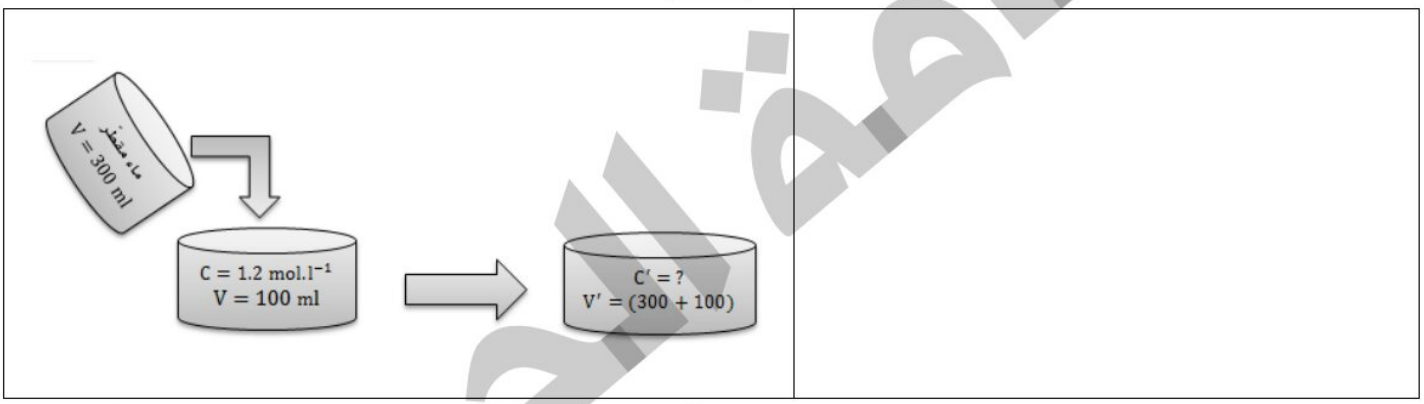
توضيح:



❷ عند تمديد محلول $NaNO_3$ حجمه ($100\ m\ell$) وتركيزه ($1.2\ mo\ell.\ell^{-1}$) بإضافة كميّة من الماء المقطّر إليه تساوي ثلاثة أضعاف حجمه يصبح التّركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ ($mo\ell.\ell^{-1}$):

0.2	**d**	0.3	**c**	0.4	**b**	0.6	**a**

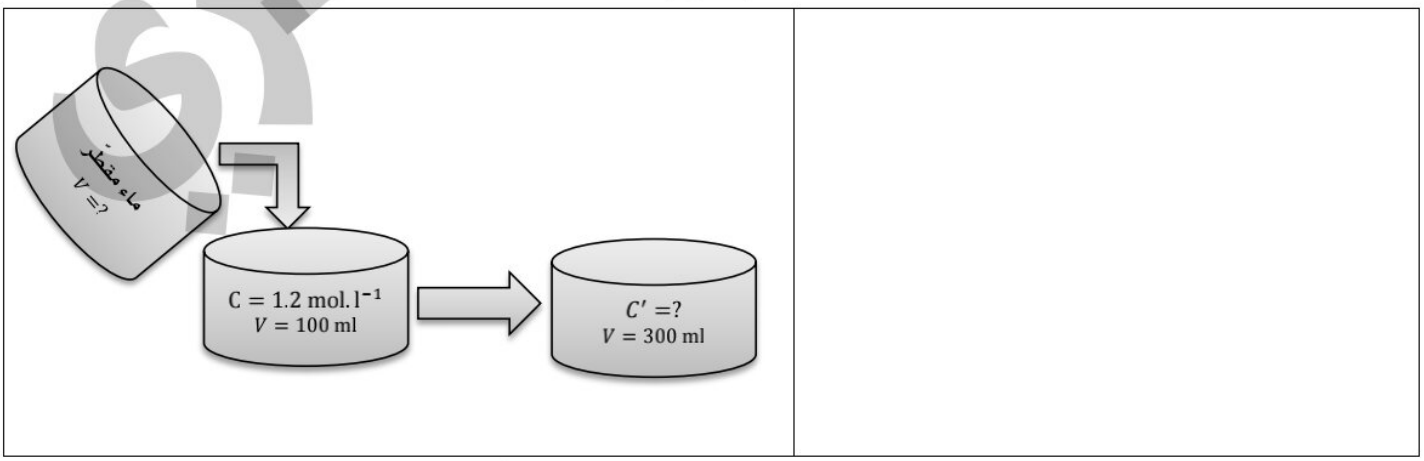
توضيح:



❸ نأخذ ($100\ m\ell$) من محلول كلوريد الصّوديوم تركيزه ($1.2\ mo\ell.\ell^{-1}$) ونضيف إليه كميّة من الماء المقطّر ليُصبح حجمه ثلاثة أضعاف ما كان عليه، فيُصبح تركيزه مقدّراً بـ ($mo\ell.\ell^{-1}$) مساوياً:

0.2	**d**	0.3	**c**	0.4	**b**	0.6	**a**

توضيح:



❹ محلولٌ مائيٌّ لملحِ $CaCl_2$ له ($pH = 7$)، يُمدَّد بالماءِ المقطّرِ مئةَ مرّةٍ، فإنَّ قيمة pH' للمحلولِ النّاتجِ تساوي:

7	**d**	0.7	**c**	9	**b**	5	**a**

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوظيفة الأولى

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ أحد الأزواج الآتية لا يُشكّل زوج (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد - لوري:

HCN / CN^-	**d**	HNO_3 / HNO_2	**c**	H_2O / OH^-	**b**	NH_4^+ / NH_3	**a**

❷ المركّب المذبذب من بين المركّبات الآتية هو: ***2010***

HCN	**d**	BF_3	**c**	NH_3	**b**	H_2O	**a**

❸ إذا علمت أنّ قيمة ($pH = 3$) للمشروب الغازي، فإنّ تركيز أيون الهدروكسيد فيه مقدّراً بـ ($mo\ell.\ell^{-1}$):

10^{+3}	**d**	10^{-11}	**c**	10^{-3}	**b**	11	**a**

❹ محلولٌ مائيّ لهدروكسيد الصُّوديوم تركيزه ($0.01\ mo\ell.\ell^{-1}$)، تكون قيمة pH هذا المحلول: ***(1د) 2017***

1	**d**	12	**c**	13	**b**	2	**a**

❺ المحلول المائيّ الذي له أصغر قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التركيز: ***(2د) 2015***

$HCOOH$	**d**	HNO_3	**c**	NH_4OH	**b**	H_2O	**a**

❻ المحلول المائيّ الذي له أكبر قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التركيز:

$HCOOH$	**d**	HNO_3	**c**	NH_4OH	**b**	$NaOH$	**a**

❼ إذا علمت أنّ ثابت تأيّن الماء ($K_w = 10^{-14}$) في الدّرجة 25^0C فيكون $[H_3O^+]$ من أجل المحلول المعتدل مقدراً بـ ($mo\ell.\ell^{-1}$): ***(1د) 2015***

10^{+7}	**d**	10^{-7}	**c**	10^{-14}	**b**	10^{+14}	**a**

❽ نأخذ حجم (V) من محلول حمض كلور الماء ذي التّركيز ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) ونضيف إليه ($180\ m\ell$) من الماء المقطّر ليصبح تركيزه ($0.01\ mo\ell.\ell^{-1}$) فيكون الحجم (V) مقدّراً بـ ($m\ell$) مساوياً:

18	**d**	60	**c**	40	**b**	20	**a**

❾ نأخذ ($20\ m\ell$) من محلول حمض كلور الماء ذي التّركيز ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) ونمدده بالماء المقطّر ليصبح تركيزه ($0.01\ mo\ell.\ell^{-1}$) فيكون حجم الماء المضاف مقدراً بـ ($m\ell$) يساوي: ***(2د) 2013***

220	**d**	200	**c**	180	**b**	20	**a**

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

❶ يعتبر النّشادر أساس حسب نظريّة لويس. ***(2د) 2016***

❷ يُعدّ الماء مركّب مذبذب. ***(1د) 2016***

❸ يُعدّ هدروكسيد البوتاسيوم أساساً قويّاً.

❹ يُعدّ حمض سيانيد الهدروجين حمضاً ضعيفاً.

❺ يُعدّ BCl_3 حمض حسب نظريّة لويس.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

❶ حدّد كلاً من حمض وأساس لويس في التّفاعلات الممثّلة بالمعادلات الآتية: *(د1) 2013، (د1) 2018*

$NH_3 + BCl_3 \longrightarrow (H_3N \rightarrow BCl_3)$	$Cu^{2+} + 4H_2O \longrightarrow \left[Cu(H_2O)_4\right]^{2+}$	$H_2O + H^+ \longrightarrow H_3O^+$

❷ حدّد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري في التّفاعل الآتي: *(د2) 2014*

$$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$$

$$HSO_4^- + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + SO_4^{2-}$$

❸ إذا علمت أن أيون السيانيد (CN^-) أقوى من أيون الخلات (CH_3COO^-) كأساس. **المطلوب:**

a) اكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما. **b)** أيّ الحمضين أقوى.

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

يبلغ تركيز أيونات الهدرونيوم في محلول مائيّ ($0.01\ mo\ell.\ell^{-1}$). **والمطلوب:**

❶ احسب تركيز أيونات الهدروكسيد.

❷ احسب قيمة كل من pH و pOH الوسط لهذا المحلول.

❸ حدّد طبيعة الوسط.

المسألة الثانية:

نُذيب ($8\ g$) من هدروكسيد الصُّوديوم في الماء المقطّر ويُكمل حجم المحلول إلى ($2\ \ell$). **المطلوب حساب:**

❶ قيمة $[H_3O^+], [OH^-]$ في المحلول.

❷ قيمة pOH و pH المحلول.

❸ حجم الماء المقطّر اللازم إضافته إلى ($50\ m\ell$) من المحلول السّابق لتصبح قيمة الـ ($pH' = 12$).

الأوزان الذريّة: ($H:1\ ,\ O:16\ ,\ Na:23$)

المسألة الثالثة:

محلولٌ مائيّ لحمض الآزوت تركيزه الابتدائيّ ($2\times10^{-3}\ mo\ell.\ell^{-1}$). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري.

❷ احسب قيمة pH المحلول.

❸ يُضاف بالتّدريج ($10\ m\ell$) من محلول الحمض السّابق إلى ($90\ m\ell$) من الماء المقطّر. **المطلوب:** احسب قيمة pH' المحلول النّاتج عن التّمديد. علماً أنّ: $\ell og(2) = 0.3$

☺ انتهت الوظيفة الأولى ☺

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سادساً: ثابت تأيّن الحموض الضّعيفة أحاديّة الوظيفة K_a وثابت تأيّن الأسس الضّعيفة أحاديّة الوظيفة K_b:

تطبيق: محلولٌ مائيّ لحمض ضعيف (HA).

المطلوب:

❶ اكتب معادلة تأيّنه.

❷ اكتب عبارة ثابت تأيّنه (K_a).

❸ أثبت أنّ: $[H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a}$

❹ استنتج علاقة قوّة الحمض بثابت تأيّنه.

الحل:

تطبيق: محلولٌ مائيّ لأساس ضعيف (B).

المطلوب:

❶ اكتب معادلة تأيّنه.

❷ اكتب عبارة ثابت تأيّنه (K_b).

❸ أثبت أنّ: $[OH^-] = \sqrt{K_b.C_b}$

❹ استنتج علاقة قوّة الأساس بثابت تأيّنه.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تذكر:

① تزداد قوّة الحمض كلّما صغرت قيمة الـ pH.

② تزداد قوّة الأساس كلّما كبرت قيمة الـ pH.

③ كلّما كان الحمض أقوى كان أساسه المرافق أضعف (والعكس صحيح).

④ كلّما كان الأساس أقوى كان حمضه المرافق أضعف (والعكس صحيح).

⑤ عند مقارنة قوّة حمضين ضعيفين أو أكثر، فإنّ الحمض الذي يملك قيمة ثابت تأيّن (K_a) أكبر هو الأقوى.

⑥ عند مقارنة قوّة أساسين ضعيفين أو أكثر، فإنّ الأساس الذي يملك قيمة ثابت تأيّن (K_b) أكبر هو الأقوى.

⑦ بازدياد قيمة K_a للحمض الضّعيف ⇐ يزداد $[H_3O^+]$ ⇐ تقل قيمة الـ pH ⇐ تزداد قوّة الحمض.

⑧ بازدياد قيمة K_b للأساس الضّعيف ⇐ يزداد $[OH^-]$ ⇐ يقل $[H_3O^+]$ ⇐ تزداد قيمة الـ pH ⇐ تزداد قوّة الأساس.

سؤال: يبيّن الجدول الآتي قيم ثوابت التأيّن لبعض محاليل الحموض الضّعيفة متساوية التّراكيز عند الدّرجة (25 °C):

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

المطلوب:

❶ **حدّد الحمض الأقوى، وما هو أساسه المرافق.**

❷ **حدّد الحمض الأكبر قيمة pH والحمض الأصغر قيمة pH.**

❸ **في أيّ محلول يكون $[OH^-]$ أكبر.**

❹ **في أيّ محلول يكون $[H_3O^+]$ أكبر.**

❺ **حدّد الأساس المرافق الأقوى للمحاليل السّابقة.**

الجواب:

❶ الحمض الأقوى هو: HF لأنّ له أكبر قيمة K_a من بين الحموض السّابقة، وأساسه المرافق هو: F^-.

❷ الحمض الأكبر قيمة pH هو: HCN لأنّ له أصغر قيمة K_a من بين الحموض السّابقة.

الحمض الأصغر قيمة pH هو: HF لأنّ له أكبر قيمة K_a من بين الحموض السّابقة (الحمض الأقوى).

❸ في محلول حمض سيانيد الهدروجين يكون $[OH^-]$ أكبر.

❹ في محلول حمض فلوريد الهدروجين يكون $[H_3O^+]$ أكبر.

❺ الأساس المرافق الأقوى هو: CN^- لأن الحمض HCN هو الحمض الأضعف من بين الحموض السّابقة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الرابعة: محلولٌ مائيّ لحمض الخل تركيزه الابتدائيّ ($0.05\ mo\ell.\ell^{-1}$)، له قيمة ($pOH=11$).

المطلوب:

❶ اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد -لوري.

❷ احسب قيمة كلاً من: $[H_3O^+], [OH^-]$ في المحلول.

❸ احسب قيمة ثابت تأيّن هذا الحمض.

❹ احسب قيمة درجة تأيّن هذا الحمض.

الحل:

المسألة الخامسة: محلولٌ مائيّ لحمض سيانيد الهدروجين له قيمة ($pH=6$)، ودرجة تأيّن هذا الحمض (10^{-4}). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض.

❷ احسب التّركيز الابتدائيّ لمحلول هذا الحمض.

❸ احسب قيمة ثابت تأيّن هذا الحمض.

❹ بيّن بالحساب كيف يتغيّر $[H_3O^+]$ في المحلول كي تنقص قيمة الـ pH بمقدار (1).

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة السادسة:

محلولٌ مائيّ للنّشادر له قيمة ($pH = 11$)، ودرجة تأيّنه (2%). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة تأيّن هذا الأساس، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد - لوري.

❷ احسب قيمة كلاً من: $[H_3O^+], [OH^-]$ في المحلول.

❸ احسب التّركيز الابتدائيّ لهذا المحلول.

❹ احسب قيمة ثابت تأيّن النّشادر.

❺ نمدّد المحلول السّابق (10) مرّات. **المطلوب:** احسب قيمة $pOH^{\backslash}$ المحلول النّاتج عن التّمديد.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة السابعة:

a) محلولٌ مائيّ لحمض الخل تركيزه الابتدائيّ ($0.02\ mo\ell.\ell^{-1}$)، وثابت تأيّن حمض الخل (1.8×10^{-5})

المطلوب: اكتب معادلة تأيّنه، واحسب قيمة $[CH_3COO^-]$.

b) نضيف إلى المحلول السّابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه ($10^{-2}\ mo\ell.\ell^{-1}$). **المطلوب:**

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

❷ قارن بين قيمتي تركيز $[CH_3COO^-]$ في الحالتين (a, b).

❸ فسّر ذلك، وماذا تستنتج.

ملاحظة: يمكن أن يأتي الطّلب **b** بالشّكل الآتي:
إذا احتوى المحلول الابتدائي حمض كلور الماء بتركيز ($10^{-2}\ mo\ell.\ell^{-1}$) بالإضافة إلى المحلول السّابق.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثامنة: محلولٌ مائيّ للنّشادر تركيزه الابتدائيّ ($0.05\ \text{mol}.\ell^{-1}$)، وقيمة ثابت تأيّنه ($K_b = 2\times10^{-5}$).

المطلوب: ❶ اكتب معادلة تأيّن هذا الأساس. ❷ احسب قيمة pH المحلول. ❸ احسب النّسبة المئويّة لتأيّن هذا الأساس.

❹ نضيف إلى المحلول السّابق قطرات من محلول هدروكسيد البوتاسيوم تركيزه ($0.1\ \text{mol}.\ell^{-1}$)

المطلوب: احسب تركيز أيونات الأمونيوم $[NH_4^+]$ في هذه الحالة.

الحل:

أ. أسامة الحصري

سؤال: يتأيّن هدروكسيد المغنزيوم وفق المعادلة الآتية: $Mg(OH)_2 \rightleftarrows Mg^{2+} + 2OH^-$

المطلوب: اشرح كيف تؤثّر إضافة كميّة من محلول حمض قوي على تأيّن المحلول.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوظيفة الثّانية

أولاً: أجب عن السّؤال الآتي:

يبيّن الجدول الآتي قيم ثوابت التأيّن لبعض محاليل الحموض الضّعيفة متساوية التّراكيز عند الدّرجة ($25\ ^\circ C$):

الحمض	الصيغة	ثابت التأين (K_a)
حمض سيانيد الهدروجين	HCN	5×10^{-10}
حمض الآزوتي	HNO_2	4.5×10^{-4}
حمض فلوريد الهدروجين	HF	7.2×10^{-4}

المطلوب:

❶ أي من هذه الحموض هو الأقوى، علّل إجابتك.

❷ ما هو الأساس المرافق الأقوى.

❸ في أيّ محلول يكون $[H_3O^+]$ أصغر.

❹ في أيّ محلول تكون قيمة pH أصغر.

ثانياً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

محلولٌ مائيّ لأساس ضعيف أحادي الوظيفة (B)، له قيمة ($pH=11$)، و ثابت تأيّنه (2×10^{-5}). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة تأيّن النّشادر في الماء، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد -لوري.

❷ احسب التّركيز الابتدائيّ للمحلول.

❸ احسب قيمة كلاً من: $[H_3O^+], [OH^-]$ في المحلول.

❹ احسب قيمة pOH المحلول.

❺ احسب النّسبة المئويّة لتأيّن هذا الأساس.

المسألة الثانية:

محلولٌ مائيّ لحمض ضعيف (HA) تركيزه الابتدائيّ ($0.05\ mo\ell.\ell^{-1}$)، وقيمة ثابت تأيّن هذا الحمض (2×10^{-5}). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة تأيّنه، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد -لوري.

❷ احسب كلاً من: $[H_3O^+], [OH^-], [A^-]$ في المحلول.

❸ احسب درجة تأيّن هذا الحمض.

❹ احسب قيمة pH المحلول.

❺ وضّح حسابيّاً ما التغيّر الذي يجب أن يطرأ على $[H_3O^+]$ كي تصبح قيمة الـ ($pH' = 5$).

المسألة الثالثة:

محلولٌ مائيّ لحمض النّمل تركيزه الابتدائيّ ($0.01\ mo\ell.\ell^{-1}$)، ودرجة تأيّنه ($10\ \%$). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض.

❷ احسب كلاً من: $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ ثمّ pH المحلول.

❸ احسب قيمة ثابت تأيّن هذا الحمض.

❹ احسب $[HCOO^-]$ في المحلول السّابق إذا احتوى على حمض كلور الماء بتركيز ابتدائيّ ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$).

المسألة الرابعة:

a) احسب قيمة pH كلٍّ من المحاليل الآتية:

❶ محلول لحمض كلور الماء تركيزه ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$).

❷ محلول لهدروكسيد البوتاسيوم تركيزه ($5.6\ g.\ell^{-1}$).

❸ محلول لحمض الخل تركيزه ($0.05\ mo\ell.\ell^{-1}$) وقيمة ثابت تأيّنه (2×10^{-5}).

b) كم تصبح قيمة pH كل من المحاليل السّابقة إذا مُدّد كلّ منها بالماء ليصبح حجم المحلول عشرة أمثال ما كان عليه.

الأوزان الذريّة: ($H:1\ ,\ O:16\ ,\ K:39$)

☺ **انتهت الوظيفة الثّانية** ☺

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أولاً: مراجعة لكتابة الصّيغ الكيميائيّة للمركّبات:

اسم العنصر	رمز العنصر	رمز الأيون	التكافؤ	الجذر	الصيغة	التكافؤ
الصوديوم	Na	Na^+	1	أمونيوم	NH_4^+	1
البوتاسيوم	K	K^+	1	نملات	$HCOO^-$	1
الفضة	Ag	Ag^+	1	خلات	CH_3COO^-	1
الكلور	Cl	Cl^-	1	نترات	NO_3^-	1
الكالسيوم	Ca	Ca^{2+}	2	سيانيد	CN^-	1
الرصاص	Pb	Pb^{2+}	2	كبريتات	SO_4^{2-}	2
الباريوم	Ba	Ba^{2+}	2	كربونات	CO_3^{2-}	2
المغنزيوم	Mg	Mg^{2+}	2	كرومات	CrO_4^{2-}	2
الكبريت	S	S^{2-}	2	فوسفات	PO_4^{3-}	3

مثال: اكتب الصّيغ الكيميائيّة لكل من المركّبات الآتية:

كلوريد الرّصاص	كبريتات الفضّة	نترات الأمونيوم
كربونات المغنزيوم	فوسفات ثلاثي الكالسيوم	نملات البوتاسيوم

ثانياً: قطبيّة الأملاح:

نعلم أنّ الملح يتكوّن من تفاعل الحمض مع الأساس:

ماء + ملح ⟵ أساس + حمض

مثال 1:

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

الملح	الجزء الأساسي	الجزء الحمضي

مثال 2:

$$HCOOH + KOH \longrightarrow HCOOK + H_2O$$

الملح	الجزء الأساسي	الجزء الحمضي

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً:

تتمتّع الأملاح بخاصيّة قطبيّة. *2018 (د1)*

الجواب: لأنّ الأملاح مركّبات أيونيّة تتألف من جزأين:

① جزء أساسي موجب: أيّون معدني أو أكثر أو جذر أمونيوم أو أكثر.

② جزء حمضي سالب: أيّون لا معدني أو أكثر أو جذر حمضي أو أكثر.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثالثاً: تصنيف الأملاح وفق ذوبانيّتها:

	أملاح جيدة الذوبان (الأملاح الذوابة)	أملاح قليلة الذوبان
تعريفها	قيمة ذوبانيّتها أكبر من ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) عند الدّرجة ($25\ ^\circ C$).	قيمة ذوبانيّتها أقل من ($0.001\ mo\ell.\ell^{-1}$) عند الدّرجة ($25\ ^\circ C$).
تأينها	تام في المحاليل المائيّة ($\longrightarrow$).	جزئي في المحاليل المائيّة ($\rightleftarrows$).
محاليلها	متجانسة لا تحوي راسب.	غير متجانسة يتوازن فيها الطّور الصّلب (الملح المترسّب) مع الطّور السائل (الأيّونات المميّهة).
أمثلتها	أملاح (Na^+ , K^+, NO_3^-) ومعظم أملاح (CH_3COO^- , NH_4^+) وملح $BaCl_2$ ، وملح $CaCl_2$	$AgCl$, $BaSO_4$, $CaCO_3$ Ag_2SO_4 , $PbCl_2$, $Ca_3(PO_4)_2$
مسائلها	ندرس عليها مسائل الحلمهة K_h .	ندرس عليها مسائل جداء الذّوبان K_{sp} .

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً لكلٍ ممّا يأتي:

① **بعض الأملاح جيّدة الذّوبان بالماء.**

لأنّ قوى التّجاذب بين أيونات الملح في بلّوراتها **أقل** من قوى التّجاذب التي تنشأ بين هذه الأيّونات وجزيئات الماء أثناء الذّوبان.

② **بعض الأملاح قليلة الذّوبان بالماء.**

لأنّ قوى التّجاذب بين أيونات الملح في بلّوراتها **أكبر** من قوى التّجاذب التي تنشأ بين هذه الأيّونات وجزيئات الماء أثناء الذّوبان.

رابعاً: إماهة الأملاح:

هي ذوبان الملح الصّلب في الماء وتشكّل الأيّونات المميّهة (الأيونات المحاطة بجزيئات الماء).

مثال: معادلة إماهة ملح كلوريد الصّوديوم: $NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

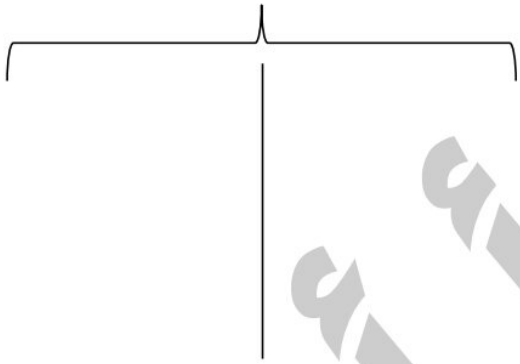
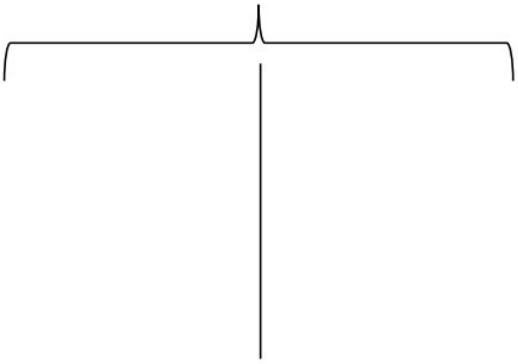
خامساً: حلمهة الأملاح:

هو تفاعل أيون الملح النّاتج من (الحمض الضّعيف أو الأساس الضّعيف أو كليهما) مع الماء، وهو تفاعل عكوس، وينتجُ عنه الحمض أو الأساس الضّعيف، وغالباً يرافقه تغيّر في قيمة pH المحلول.

الجزء القوي من الملح	الجزء الضعيف من الملح
هو جزء ناتج من حمض قوي أو أساس قوي. Na^+, K^+,Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}	هو جزء ناتج من حمض ضعيف أو أساس ضعيف. $HCOO^-$, CH_3COO^- , CN^-, NH_4^+
هو أيون حيادي **لا** يتفاعل مع الماء (**لا** يتحلمه).	هو أيون يتفاعل مع الماء (يتحلمه).
هو الذي يحدّد طبيعة الوسط (حمضي، قلوي، معتدل).	هو الذي يحدّد ثابت التأيّن (K_a ، K_b) في عبارة ثابت الحلمهة K_h .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أمثلة:

سيانيد الصوديوم	كلوريد الأمونيوم
	

① حلمهة ملح ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف:

أمثلة: كلوريد الأمونيوم NH_4Cl، نترات الأمونيوم NH_4NO_3 ، كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$

تطبيق:

محلول مائيّ لملح نترات الأمونيوم، **المطلوب:**

a) اكتب معادلة الإماهة ثم الحلمهة لهذا الملح. **b)** حدّد طبيعة الوسط النّاتج. علّل إجابتك.

c) اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح.

d) استنتج العلاقة التي تربط بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأيّن المحلول المائيّ للنّشادر K_b .

الحل:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الأولى:

محلول مائيّ لملح نترات الأمونيوم تركيزه ($0.18\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$)، إذا علمت أنّ قيمة ثابت تأين محلول النّشادر عند الدّرجة ($25\ ^\circ\text{C}$) يساوي (1.8×10^{-5}). **المطلوب حساب:**

❶ قيمة ثابت حلمهة هذا الملح K_h .

❷ اكتب معادلة حلمهة هذا الملح، ثمّ احسب قيمة: $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$.

❸ قيمة pH المحلول، وما طبيعة المحلول النّاتج.

❹ النّسبة المئويّة المتحلمهة من هذا الملح.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثانية:

محلول مائيّ لملح كلوريد الأمونيوم تركيزه ($0.2\ mo\ell.\ell^{-1}$)، فإذا علمت أنّ قيمة الـ ($pH=5$) له. **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. ❷ احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. ❸ احسب قيمة ثابت تأيّن النّشادر.

❹ نضيف إلى المحلول السّابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه ($0.01\ mo\ell.\ell^{-1}$)

المطلوب: احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة من ملح كلوريد الأمونيوم في هذه الحالة.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

② حلمهة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي:

أمثلة:

نملات الصُّوديوم	$HCOONa$	خلات الصُّوديوم	CH_3COONa	سيانيد الصُّوديوم	$NaCN$
نملات البوتاسيوم	$HCOOK$	خلات البوتاسيوم	CH_3COOK	سيانيد البوتاسيوم	KCN

تطبيق:

لديك محلول مائيّ لملح نملات البوتاسيوم. **المطلوب:**

a) اكتب معادلة الإماهة ثم الحلمهة لهذا الملح. **b)** حدّد طبيعة الوسط النّاتج. علّل إجابتك.

c) اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح.

d) استنتج العلاقة التي تربط بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h و ثابت تأيّن حمض النّمل K_a .

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة:

محلولٌ مائيّ لملح خلات الصوديوم تركيزه ($0.2\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$) فإذا علمت أنّ ثابت تأين حمض الخل في شروط التّجربة يساوي (2×10^{-5}). **المطلوب:** ❶ اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. ❷ احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح.

❸ احسب قيمة pOH هذا الملح، وما طبيعة المحلول النّاتج. علّل إجابتك.

❹ يُضاف إلى المحلول السّابق قطرات من محلول هدروكسيد الصوديوم تركيزه ($0.01\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$)

المطلوب: احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة من ملح خلات الصوديوم في هذه الحالة.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الرابعة:

محلول مائيّ لملح سيانيد الصوديوم تركيزه ($0.05\ \text{mol}.\ell^{-1}$)، إذا علمت أنّ قيمة ثابت حلمهة هذا الملح في شروط التّجربة يساوي (2×10^{-5}). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة حلمهة هذا الملح، ثمّ احسب قيمة pH هذا المحلول.

❷ ما طبيعة هذا المحلول. علّل إجابتك.

❸ احسب قيمة ثابت تأيّن حمض سيانيد الهدروجين.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

③ حلمهة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف:

مثال: خلات الأمونيوم CH_3COONH_4 ، نملات الأمونيوم $HCOONH_4$

تطبيق:

محلول مائيّ لملح خلات الأمونيوم، **المطلوب:**

a) اكتب معادلتَي إماهة وحلمهة هذا الملح. **b)** اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح.

c) استنتج العلاقة التي تربط بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h و ثابت تأيّن حمض الخل K_a وثابت تأيّن النّشادر K_b .

الحل:

نتيجة:

تتوقّف قيمة pH المحلول على قوّة كل من الحمض والأساس النّاتجين عن الحلمهة:

① إذا كان $K_a > K_b \Leftarrow [H_3O^+] > [OH^-] \Leftarrow$ الوسط حمضيّ ($pH < 7$ بقليل).

② إذا كان $K_a < K_b \Leftarrow [H_3O^+] < [OH^-] \Leftarrow$ الوسط قلويّ ($pH > 7$ بقليل).

③ إذا كان $K_a = K_b \Leftarrow [H_3O^+] = [OH^-] \Leftarrow$ الوسط معتدل ($pH = 7$ حالة نادرة).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ملاحظة هامّة:

في حال ملح ناتج عن حمض قوي وأساس قوي مثل الأملاح الآتية:

NaCl	KCl
$NaNO_3$	KNO_3
Na_2SO_4	K_2SO_4

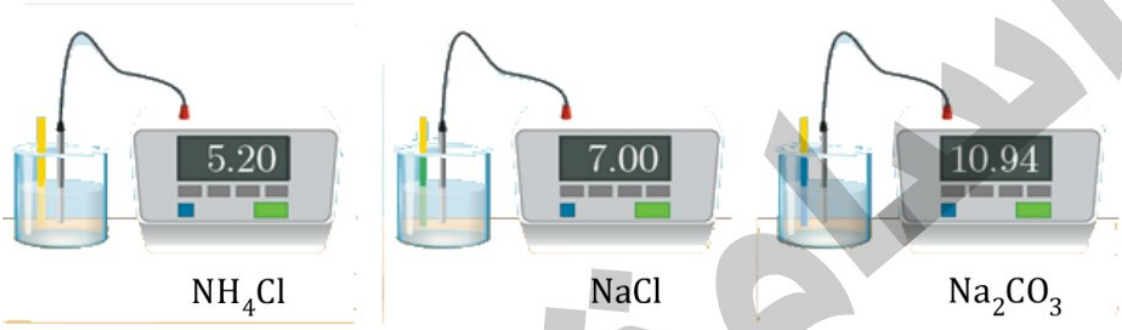
علّل: لا يُعد ذوبان هذه الأملاح في الماء تفاعل حلمهة.

أو: المحلول المائي لهذه الأملاح هو محلول معتدل.

أو: pH المحلول المائي لهذه الأملاح يساوي 7.

الجواب: لأنّ أيّونات هذه الأملاح المذابة حياديّة **لا** تتفاعل مع الماء.

سؤال: يُستخدم مقياس pH لمعرفة طبيعة المحلول المائيّ، تختلف قيم pH للأملاح: NH_4Cl , $NaCl$, Na_2CO_3 المتساوية التّراكيز، التي تظهر في الصّور الآتية، فسّر ذلك بكتابة المعادلات الكيميائيّة اللاّزمة.



الجواب:

خامساً: المحلول المنظّم للحموضة:

هو المحلول الذي يحدّ من تغيّرات الـ pH (إلا مقدار ضئيل جداً) عند إضافة كميّة قليلة من حمض أو أساس قوي إليه.

يتألف المحلول الموقي من: **a)** حمض ضعيف مع أحد أملاحه الذوّابة.

أو b) أساس ضعيف مع أحد أملاحه الذوّابة.

وهذه المحاليل في جسم الإنسان ضروريّة لحياته، فهي تحافظ على pH دمه.

سؤال: اختر الإجابة الصّحيحة:

المحلول المنظّم (الموقي) من بين المحاليل الآتية هو:

HCN, KCl	**d**	KOH, HCOOK	**c**	NH_4OH, NH_4Cl	**b**	HCl, NaCl	**a**

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوظيفة الأولى

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ الملح الذوّاب الذي يتحلمه في الماء من بين الأملاح الآتية هو:

a	KNO_3	b	Na_2SO_4	c	NH_4Cl	d	$AgCl$

❷ الملح الذوّاب الذي **لا** يتحلمه في الماء من بين الأملاح الآتية هو:

a	$CaSO_4$	b	$NaNO_3$	c	NH_4Cl	d	$HCOONH_4$

❸ الأيّون الحياديّ الذي **لا** يتحلمه من الأيّونات الآتية هو:

a	CH_3COO^-	b	SO_4^{2-}	c	CN^-	d	NH_4^+

❹ الملح الذّواب الذي قيمة ($pH < 7$) لمحلوله المائيّ من بين الأملاح الآتية المتساوية التّراكيز هو:

a	KCl	b	KCN	c	NH_4NO_3	d	Na_2SO_4

❺ المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التّراكيز هو:

a	$NaCl$	b	CH_3COONH_4	c	NH_4NO_3	d	CH_3COONa

❻ نحل ملح في الماء المقطّر فيكون وسط المحلول النّاتج حمضيّاً إذا كان الملح المنحل هو: ***(1د) 2011***

a	NH_4Cl	b	CH_3COONa	c	$NaCl$	d	KCN

❼ المحلول المنظّم (الموقي) هو محلول مائي لمزيج حمض ضعيف مع: ***(2د) 2014***

a	حمض قوي.	b	أساس ضعيف ذوّاب.	c	أساس قوي.	d	أحد أملاحه الذوّابة.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

❶ لا يُعدُّ ذوبان ملح نترات البوتاسيوم في الماء تفاعل حلمهة. ***(1د) 2019***

❷ تتمتّع الأملاح بخاصيّة قطبيّة. ***(1د) 2018***

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: ***(1د) 2018***

محلول مائيّ لملح سيانيد الصّوديوم تركيزه ($0.05\ mo\ell.\ell^{-1}$)، فإذا علمت أنّ قيمة ثابت تأيّن حمض سيانيد الهدروجين (5×10^{-10}). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. ❷ احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. ❸ احسب قيمة pH المحلول.

❹ يُضاف إلى محلول الملح السّابق قطرات من هدروكسيد البوتاسيوم تركيزه ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) **والمطلوب:** احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة من ملح سيانيد الصّوديوم في هذه الحالة.

المسألة الثانية: ***(1د) 2019***

محلول مائيّ لملح خلات البوتاسيوم تركيزه ($0.05\ mo\ell.\ell^{-1}$) وله ($pH = 9$). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. ❷ احسب قيمة $[OH^-]$ في هذا المحلول.

❸ احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. ❹ احسب قيمة ثابت تأيّن حمض الخل.

☺ انتهت الوظيفة الأولى ☺

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سادساً: التّوازن غير المتجانس للأملاح قليلة الذّوبان في الماء:

عند وضع كميّة من ملح قليل الذّوبان في الماء، يذوب قسم ضئيل منه ويبقى القسم الأعظم في الطّور الصّلب، فيحصل توازن غير متجانس بين الطّورين الصّلب (الملح المترسّب) و المذاب (الأيّونات المذابة).

سؤال: اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس، ثمّ اكتب العبارة الرّياضيّة لثابت جداء الذّوبان لكلٍّ من الأملاح الآتية:

كلوريد الفضة		
كبريت الفضة		
كربونات الكالسيوم		
كبريتات الباريوم		
كرومات الرصاص		
فوسفات ثلاثي الكالسيوم		

نتائج وملاحظات:

① **لا** تدخل المواد الصّلبة (S) في عبارة ثابت جداء الذّوبان (K_{sp}) لأنّ تركيزها يبقى ثابت مهما اختلفت كميّتها.

② تدل قيمة (K_{sp}) على قابليّة ذوبان الملح بالماء، وكلّما كانت قيمته أكبر كان الملح أكثر ذوباناً في الماء، وكلما نقصت قيمته كانت قابليّة الملح للترسّب أكبر.

③ ندرس جداء الذّوبان على الأملاح قليلة الذّوبان بالماء.

④ يُمثّل ثابت جداء الذّوبان (K_{sp}) جداء تراكيز أيّونات الملح قليل الذّوبان بالماء، مرفوعة كل منها إلى أس يساوي أمثالها التّفاعليّة **في المحلول المشبع.**

⑤ يُمثّل الجداء الأيّوني (Q) جداء تراكيز أيّونات الملح قليل الذّوبان بالماء، مرفوعة كل منها إلى أس يساوي أمثالها التّفاعليّة. ونميّز ثلاث حالات:

a) إذا كان: $Q < K_{sp}$ ⇐ المحلول غير مشبعّ **ولا** يتشكّل راسب.

b) إذا كان: $Q = K_{sp}$ ⇐ المحلول مشبعّ **ولا** يتشكّل راسب.

c) إذا كان: $Q > K_{sp}$ ⇐ المحلول فوق مشبعّ ويتشكّل راسب.

⑥ ذوبانية الملح: هي تركيز الملح في محلوله المشبعّ عند درجة حرارة محدّدة، وهي ثابت خاص بكل ملح، ويُرمز لها بالرّمز (S) ولها نوعان:

a) الذوبانية الكتلية لملح ($S_{g.\ell^{-1}}$): هي كتلة هذا الملح التي تذوب في كميّة معيّنة من الماء لتكوين محلول مشبعّ في درجة حرارة معيّنة.

b) الذوبانية المولية لملح ($S_{mol.\ell^{-1}}$): هي عدد مولات هذا الملح التي تذوب في كميّة معيّنة من الماء لتكوين محلول مشبعّ في درجة حرارة معيّنة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

⑦ ترتبط الذّوبانيّة الكتليّة بالذّوبانيّة الموليّة بالعلاقة:

$$S_{\text{mo}\ell.\ell^{-1}} = \frac{S_{\text{g}.\ell^{-1}}}{M}$$

حيث: M الكتلة الموليّة ($\text{g.mo}\ell^{-1}$)

⑧ المحلول المشبع: هو المحلول الذي يحوي أكبر كميّة من الملح على شكل أيونات.

تطبيق (1):

محلول مائيّ مشبعّ لملح كربونات الفضّة ذوبانيّته الموليّة (S). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح.

❷ اكتب عبارة ثابت جداء ذوبانه، ثمّ استنتجها بدلالة الذّوبانيّة الموليّة (S).

الحل:

تطبيق (2):

محلول مائيّ مشبعّ لملح كبريتات الكالسيوم ذوبانيّته الكتليّة ($0.136\ \text{g}.\ell^{-1}$). **المطلوب حساب:**

ذوبانيّته الموليّة، ثمّ قيمة ثابت جداء الذّوبان له.

علماً أنّ: ($\text{Ca}:40\ ,\ \text{S}:32\ ,\ \text{O}:16$)

معلومة عامّة:

تُستخدم كبريتات الكالسيوم (الجبس) في العديد من الصّناعات مثل: الدهانات، السيراميك، الورق، الإسمنت.

الحل:

سؤال: اختر الإجابة الصّحيحة:

يحصل توازن غير متجانس بين الطّور الصّلب والطّور المذاب في محلول لملح قليل الذّوبان هو:

$(NH_4)_3PO_4$	**a**	$Pb(NO_3)_2$	**b**	Na_2SO_4	**c**	$PbCrO_4$	**d**

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سادساً: تطبيقات جداء الذوبان:

① ترسيب ملح في محلوله:

لترسيب ملح قليل الذّوبان بالماء في محلوله المشبّع: نضيف إلى المحلول مركّباً **تام التأيّن** في الماء ويحوي على أيّون **يماثل** أحد أيونات الملح قليل الذّوبان.

سؤال (1): فسّر ما يحدث عند إضافة كميّة قليلة من محلول كلوريد الصّوديوم إلى محلول كلوريد الفضّة المشبّع.

الجواب:

$$NaCl_{(s)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + \mathbf{Cl^{-}_{(aq)}}$$

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + \mathbf{Cl^{-}_{(aq)}}$$

يزداد $[Cl^-]$ في المحلول فيختل التّوازن ويُرجّح التّفاعل بالاتّجاه العكسي (حسب مبدأ لوشاتولييه) فيتشكّل راسب من ($AgCl$) لإعادة التّوازن من جديد.

عند زيادة تركيز الأيّون المشترك يصبح $Q > K_{sp}$ فتترسّب كميّة من الملح في محلوله.

سؤال (2): محلول مائيّ مشبّع لملح كبريتات الباريوم. المطلوب: اقترح طريقة تؤدي إلى ترسيب هذا الملح في محلوله.

الجواب: نضيف مركّب تام التأيّن (ذوّاب) يحوي أيون **يُماثل** أحد أيّونات الملح قليل الذّوبان.

مثل: (ملح كلوريد الصوديوم $NaCl$).

② إذابة ملح في محلوله:

لإذابة ملح قليل الذّوبان بالماء في محلوله المشبّع: نضيف إلى المحلول مركّباً **تام التأيّن** في الماء ويحوي على أيّون **يتّحد** مع أحد أيونات الملح قليل الذّوبان ويشكّل معها مركّباً ضعيف التأيّن.

سؤال (1): فسّر ما يحدث عند إضافة كميّة قليلة حمض كلور الماء إلى محلول مشبعّ من ملح فوسفات الكالسيوم.

الجواب:

$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow Cl^{-}_{(aq)} + \mathbf{H_3O^{+}_{(aq)}}$$

$$Ca_3(PO_4)_{2(s)} \rightleftharpoons 3Ca^{2+}_{(aq)} + 2\mathbf{PO^{3-}_{4(aq)}}$$

تتّحد أيونات الهدرونيوم H_3O^+ مع أيونات الفوسفات PO_4^{3-} فيتشكّل حمض الفوسفور ضعيف التّأين، فينقص $[PO_4^{3-}]$ ويُرجّح التّفاعل بالاتّجاه المباشر (حسب مبدأ لوشاتولييه)، فتذوب كميّة من الملح لإعادة التّوازن من جديد.

عندما ينقص تركيز أحد الأيونات في المحلول يصبح $Q < K_{sp}$ فتذوب كميّة من الملح.

سؤال (2): محلول مائيّ مشبعّ لملح فوسفات الفضّة. المطلوب: اقترح طريقة تؤدي إلى إذابة هذا الملح في محلوله.

الجواب: نضيف مركّب تام التأيّن (ذوّاب) يحوي أيون **يتّحد** مع أحد أيّونات الملح قليل الذّوبان ويُشكّل معه مركّباً ضعيف التّأيّن.

مثل: (حمض كلور الماء HCl).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال: تُشير المنحنيات الآتية إلى تغيّر ذوبانيّة ملح كربونات الباريوم $BaCO_3$ بدلالة الزّمن عند إضافة محاليل مختلفة:

المطلوب:

a) أيّ من المنحنيات يُشير لإضافة HNO_3.

b) أيّ من المنحنيات يُشير لإضافة Na_2CO_3.

c) أيّ من المنحنيات يُشير لإضافة $NaNO_3$.

الجواب:

a) **المنحني (1):** لأنّه عند إضافة (HNO_3) إلى المحلول المشبعّ من ($BaCO_3$)، تتّحد أيونات الهدرونيوم (H_3O^+) مع أيونات (CO_3^{2-}) فيتشكّل حمض الكربون ضعيف التأيّن، فينقص $[CO_3^{2-}]$ ويُرجّح التّفاعل بالاتّجاه المباشر (حسب مبدأ لوشاتولييه)، فتذوب كميّة من الملح لإعادة التّوازن من جديد. (أي تزداد ذوبانيّة الملح $BaCO_3$).

$$HNO_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow NO^-_{3(aq)} + \mathbf{H_3O^+_{(aq)}}$$

$$BaCO_{3(s)} \rightleftarrows Ba^{2+}_{(aq)} + \mathbf{CO^{2-}_{3(aq)}}$$

b) **المنحني (3):** لأنّه عند إضافة (Na_2CO_3) إلى المحلول المشبعّ من ($BaCO_3$)، يزداد تركيز الأيّون المشترك $[CO_3^{2-}]$ في المحلول فيختل التّوازن ويُرجّح التّفاعل بالاتّجاه العكسيّ (حسب مبدأ لوشاتولييه) فيتشكّل راسب من ($BaCO_3$) لإعادة التّوازن من جديد. (أي تقل ذوبانيّة الملح $BaCO_3$).

$$Na_2CO_{3(s)} \longrightarrow 2Na^+_{(aq)} + \mathbf{CO^{2-}_{3(aq)}}$$

$$BaCO_{3(s)} \rightleftarrows Ba^{2+}_{(aq)} + \mathbf{CO^{2-}_{3(aq)}}$$

c) **المنحني (2):** لا تتأثّر الذّوبانيّة.

سؤال: لديك المحاليل المائيّة الآتية المتساوية في التّركيز:

$$NaCl,\ HCl,\ HCOONa,\ NH_4NO_3,\ Ca(OH)_2$$

المطلوب: رتّب هذه المحاليل وفق تناقص قيم الـ pH لكلٍّ منها.

الجواب:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الخامسة:

محلول مائيّ مشبعّ لملح كبريتات الفضّة، فإذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء الذّوبان له ($K_{sp} = 4\times10^{-12}$). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح في محلوله.

❷ احسب تركيز كل من أيونات الفضة وأيونات الكبريتات في المحلول.

❸ احسب الذّوبانيّة الكتليّة لهذا الملح في محلوله.

❹ نضيف إلى محلول الملح السّابق ملح كبريتات الصوديوم بحيث يُصبح تركيزه في المحلول ($10^{-4}\ mo\ell.\ell^{-1}$). **المطلوب:**

a) اكتب معادلة إماهة ملح كبريتات الصُّوديوم. **b)** بيّن بالحساب هل يتشكّل راسب من ملح كبريتات الفضّة أم لا.

❺ اقترح طريقة ثانية تؤدّي إلى ترسيب هذا الملح في محلوله.

الأوزان الذريّة: ($Ag:108\ ,\ S:32\ ,\ O:16$)

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة السادسة:

محلول مائيّ مشبعّ لملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ ذوبانيّته المولية ($0.01\ mo\ell.\ell^{-1}$). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح في محلوله.

❷ احسب قيمة ثابت جداء الذّوبان لهذا الملح.

❸ إذا أُضيف إلى المحلول السّابق ملح كلوريد الكالسيوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول ($0.02\ mo\ell.\ell^{-1}$). **المطلوب:**

بيّن حسابياً إن كان ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم يترسب أم لا.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة السابعة:

نضيف ($100\ \text{m}\ell$) من محلول نترات الرّصاص الذي تركيزه ($0.05\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$) إلى ($400\ \text{m}\ell$) من محلول كلوريد الصُّوديوم الذي تركيزه ($0.1\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$) فإذا كان ثابت جداء الذّوبان لملح كلوريد الرّصاص يساوي (1.6×10^{-5}) **المطلوب:** هل يتشكّل راسب من ملح كلوريد الرّصاص. وضّح ذلك بالحساب.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثامنة:

يُضاف ($200\ \text{m}\ell$) من محلول يحوي ($1\times10^{-5}\ \text{mo}\ell$) من كلوريد الباريوم إلى ($800\ \text{m}\ell$) من محلول يحوي ($1\times10^{-5}\ \text{mo}\ell$) من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلول مشبعّ من كبريتات الباريوم. **المطلوب:**

❶ احسب قيمة ثابت جداء ذوبان ملح كبريتات الباريوم.

❷ يُضاف قطرات من محلول حمض الكبريت المركّز إلى المحلول المشبعّ السّابق، ماذا تتوقّع أن يحدث، علّل إجابتك. وبيّن إذا كان يتّفق مع قاعدة لوشاتولييه أم لا.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة التاسعة:

محلول مائيّ مشبعّ من كبريتات الكالسيوم، إذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء ذوبانه ($K_{sp}=9\times10^{-6}$). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة التّوزان غير المتجانس لهذا الملح في محلوله المشبعّ.

❷ احسب الذّوبانيّة الموليّة والذّوبانيّة الكتليّة لمحلول هذا الملح.

❸ نضيف **حجم معيّن** من محلول ملح كلوريد الكالسيوم تركيزه ($0.02\ mo\ell.\ell^{-1}$) إلى **حجم مساوٍ له** من محلول ملح كبريتات الصّوديوم تركيزه ($0.04\ mo\ell.\ell^{-1}$) **المطلوب:** بيّن حسابيّاً سبب ترسّب قسم من ملح كبريتات الكالسيوم.

الأوزان الذريّة: ($Ca:40\ ,\ S:32\ ,\ O:16$)

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة العاشرة:

يحوي محلول على أيونات الكلوريد وأيونات اليوديد بتركيز $[Cl^-]=[I^-]=10^{-2}\ mo\ell.\ell^{-1}$ نضيف إلى المحلول السّابق مسحوق لملح نترات الفضّة، فإذا علمت أنّ: $K_{sp(AgI)}=10^{-16}$, $K_{sp(AgCl)}=10^{-10}$ في شروط مناسبة. **والمطلوب:**

❶ احسب تركيز محلول نترات الفضّة الذي يبدأ عنده كل من الملحين بالتّرسب.

❷ أيّ الملحين يترسّب أولاً. ولماذا.

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوظيفة الثّانية

أولاً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

❶ يُعدّ ملح نترات الأمونيوم جيّد الذّوبان بالماء.

❷ يُعدّ ملح كرومات الرّصاص قليل الذّوبان بالماء.

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

❶ اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس، ثمّ اكتب عبارة ثابت جداء الذّوبان لكلٍّ من الأملاح الآتية: كبريت الرّصاص، كربونات الباريوم، كربونات المغنزيوم، كرومات الفضّة.

❷ يحوي بيشر محلول مشبعّ لملح كرومات الرّصاص قليل الذّوبان بالماء، يُضاف إليه قطرات من محلول نترات الرّصاص عديم اللّون. فيتشكّل راسب من كرومات الرّصاص. **المطلوب:**

a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لملح كرومات الرّصاص.

b) اشرح آلية التّرسيب التي حدثت لقسم من هذا الملح.

c) اقترح طريقة ثانية لترسيب قسم من هذا الملح.

d) اقترح طريقة لفصل المحلول عن الرّاسب.

❸ محلولٌ مائيٌّ مشبعّ لملح فوسفات الفضّة قليل الذّوبان في الماء. **المطلوب:**

a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح.

b) اكتب عبارة ثابت جداء الذّوبان.

c) اقترح طريقة لترسيب هذا الملح في محلوله.

d) اشرح آلية إذابة هذا الملح في محلوله المشبع بإضافة حمض كلور الماء إليه.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: محلول مائيّ مشبعّ لملح كلوريد الفضّة ذوبانيّته الكتليّة $(143.5\times10^{-5}\ g.\ell^{-1})$ **المطلوب:**

❶ احسب الذّوبانيّة الموليّة لمحلول هذا الملح.

❷ اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح.

❸ احسب قيمة ثابت جداء الذّوبان لهذا الملح في محلوله.

❹ نضيف إلى المحلول السّابق مسحوق لملح نترات الفضّة حتى يصبح تركيزه في المحلول $(10^{-5}\ mo\ell.\ell^{-1})$. **المطلوب:**

a) اكتب معادلة إماهة ملح نترات الفضّة.

b) بيّن حسابيّاً هل يتشكّل راسب من ملح كلوريد الفضّة.

الأوزان الذريّة: $(Ag:108\ ,\ Cl:35.5)$

المسألة الثانية: نضيف $(100\ m\ell)$ من محلول نترات الفضّة تركيزه $(0.04\ mo\ell.\ell^{-1})$ إلى $(400\ m\ell)$ من محلول كبريتات الصّوديوم تركيزه $(0.02\ mo\ell.\ell^{-1})$ فإذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء ذوبان ملح كبريتات الفضّة تساوي (135×10^{-7}) **والمطلوب:** بيّن حسابيّاً هل يترسب ملح كبريتات الفضّة أم لا.

المسألة الثالثة:

نضيف حجم معيّن من محلول نترات الفضّة الذي تركيزه $(2\times10^{-5}\ mo\ell.\ell^{-1})$ إلى حجم مساوٍ له من محلول كرومات البوتاسيوم الذي تركيزه $(4\times10^{-2}\ mo\ell.\ell^{-1})$. **المطلوب:**

هل يتشكّل راسب من كرومات الفضّة علماً أنّ قيمة ثابت جداء الذّوبان له تساوي (2×10^{-12}).

المسألة الرّابعة: إذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء الذّوبان لملح كبريتات الباريوم تساوي (10^{-10}) **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح.

❷ احسب تركيز كلٍ من أيونات الكبريتات وأيونات الباريوم في المحلول مقدّرة بـ $(mo\ell.\ell^{-1})$.

❸ احسب الذّوبانيّة الكتليّة لمحلول هذا الملح.

❹ نضيف إلى المحلول السّابق مسحوق كبريتات الصّوديوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $(4\times10^{-5}\ mo\ell.\ell^{-1})$ **المطلوب:** هل يترسّب ملح كبريتات الباريوم أم لا. وضّح ذلك حسابيّاً وهل يتّفق ذلك مع قاعدة لوشاتولييه، علّل إجابتك. $(Ba:137\ ,\ O:16\ ,\ S:32)$

المسألة الخامسة:

يُضاف $(200\ m\ell)$ من محلول يحوي $(10^{-4}\ mo\ell)$ من كلوريد الصّوديوم إلى $(800\ m\ell)$ من محلول يحوي $(2\times10^{-4}\ mo\ell)$ من نترات الفضّة. **المطلوب:** وضّح بالحساب هل يتشكّل راسب من كلوريد الفضّة علماً أنّ: $(K_{sp(AgCl)}=6.25\times10^{-10})$.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المعايرة الحجميّة حمض - أساس:

- تفيدُ المعايرة الحجميّة في تحديد تركيز أحد المواد المتفاعلة المجهولة التّركيز بتفاعلها مع مادّة أخرى تُدعى المحلول القياسي (تركيز معلوم ومحدد بدقة).

مشعرات حمض - أساس:

هي حموض أو أسس عضوية ضعيفة يتغيّر لونها بتغيّر pH المحلول الذي توضع فيه ويتم اختيار المشعر المناسب لمعايرة حمض -أساس بحيث تكون قيمة الـ pH الموافقة لنقطة نهاية المعايرة واقعة ضمن مجال الـ pH للمشعر.

لون المشعر	مدى الـ pH للمشعر	لون المشعر	المشعر
أصفر	$3.1 - 4.4$	أحمر	الهليانتين
أصفر	$4.2 - 6.2$	أحمر	أحمر المتيل
أزرق	$6 - 7.6$	أصفر	أزرق بروم التيمول
أحمر بنفسجي	$8.2 - 10$	عديم اللون	فينول فتالئين

مثال1: عند معايرة حمض قوي أساس قوي تكون $pH = 7$ عند نهاية المعايرة لذا يكون المشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول الذي مداه $(6 - 7.6)$.

مثال2: عند معايرة حمض ضعيف بأساس قوي تكون $pH > 7$ عند نهاية المعايرة لذا نستخدم الفينول فتالئين الذي مداه $(8.2 - 10)$.

❋ خطوات حل مسائل المعايرة:

① كتابة المعادلة مع الموازنة.

② عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة نساوي بين أعداد المولات المعطاة والمطلوبة.

③ نضرب كل مادة بعدد الوظائف فيها.

حيث أنّ: أ) عدد الوظائف في الحمض هو عدد ذرات الهدروجين الحمضيّة فيه.

ب) عدد الوظائف في الأساس هو عدد زمر الهدروكسيد الأساسيّة فيه.

جـ) عدد الوظائف في الملح هو (عدد ذرات المعدن × تكافؤه في الملح).

④ نحسب المجهول.

الحالة الأولى: معايرة حمض قوي بأساس قوي:

a) معايرة حمض قوي أحادي الوظيفة بأساس قوي أحادي الوظيفة:

مثال: معايرة حمض الآزوت بمحلول لهدروكسيد الصّوديوم:

معادلة التّفاعل الحاصل:

المعادلة الأيّونيّة:

عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الأولى: *2015 (د2)*

لتعديل ($50\ m\ell$) من محلول حمض كلور الماء تعديلاً تاماً يلزم ($20\ m\ell$) من محلول هدروكسيد البوتاسيوم تركيزه ($0.5\ mo\ell.\ell^{-1}$)، **المطلوب:**

1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل.
2. احسب تركيز حمض كلور الماء المستعمل.
3. احسب تركيز محلول كلوريد البوتاسيوم النّاتج عن المعايرة مقدراً بـ $mo\ell.\ell^{-1}$ ثمّ $g.\ell^{-1}$
4. ما قيمة pH المحلول عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة، علّل إجابتك. وما المشعر المناسب لهذه المعايرة، ولماذا.

الأوزان الذريّة: (K:39, O:16 , H:1 , Cl:35.5)

المعطيات:

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثانية:

أُذيبت عيّنة غير نقيّة من البوتاس الكاوي كتلتها ($8.4\ g$) في الماء المقطر وأُكمل حجم المحلول إلى ($400\ m\ell$)، فإذا علمت أنّه قد لزم ($20\ m\ell$) من هذا المحلول لتعديل ($30\ m\ell$) من محلول لحمض كلور الماء تركيزه ($0.2\ mo\ell.\ell^{-1}$) **المطلوب:**

❶ اكتب المعادلة الأيونيّة لتفاعل المعايرة الحاصل.

❷ احسب تركيز محلول هدروكسيد البوتاسيوم المُستعمل في المعايرة.

❸ احسب كتلة هدروكسيد البوتاسيوم النّقي في العيّنة.

❹ احسب النّسبة المئويّة للشّوائب في العيّنة.

الأوزان الذريّة: ($K:39\ ,\ H:1\ ,\ O:16$)

المعطيات:

الحل:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

b) معايرة حمض قوي ثنائي الوظيفة بأساس قوي أحادي الوظيفة:

المسألة الثالثة:

عند معايرة محلول حمض الكبريت تركيزه ($0.05\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$) بمحلول هدروكسيد الصّوديوم تركيزه ($0.2\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$) لزم ($20\ \text{m}\ell$) منه لإتمام المعايرة. **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل، ثمّ اكتب المعادلة الأيّونيّة لتفاعل المعايرة الحاصل.

❷ احسب حجم محلول حمض الكبريت اللازم لإتمام المعايرة.

❸ احسب كتلة الملح النّاتج عن تفاعل المعايرة.

❹ احسب حجم الماء المقطّر اللازم إضافته إلى ($10\ \text{m}\ell$) من محلول هدروكسيد الصّوديوم السّابق ليُصبح تركيزه ($0.01\ \text{mo}\ell.\ell^{-1}$).

المعطيات:

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

c) معايرة حمض قوي بأساس قوي:

المسألة الرّابعة:

محلول مائيّ لحمض كلور الماء تركيزه ($10^{-2}\ \text{mol}.\ell^{-1}$). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري.

❷ احسب قيمة pH محلول هذا الحمض.

❸ لمعايرة ($20\ \text{m}\ell$) من محلول الحمض السّابق يلزم ($5\ \text{m}\ell$) من محلول هدروكسيد الصّوديوم ذي التّركيز ($0.02\ \text{mol}.\ell^{-1}$) وحجم ($V_2$) من محلول هدروكسيد البوتاسيوم ذي التّركيز ($0.05\ \text{mol}.\ell^{-1}$). **المطلوب:**

a) اكتب معادلتَي تفاعلي التّعديل الحاصلين، ثمّ اكتب المعادلة الأيونيّة لتفاعل المعايرة الحاصل.

b) احسب حجم محلول هدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام المعايرة.

المعطيات:

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

d) معايرة أساس قوي بحمضين قويّين:

المسألة الخامسة:

تُذاب عيّنة غير نقيّة كتلتها (5 g) من هدروكسيد الصّوديوم في الماء، ويُكمل الحجم إلى (100 mℓ)، فإذا علمت أنّه يلزم **لتعديل** (20 mℓ) منه (20 mℓ) من حمض كلور الماء تركيزه ($0.5\ \text{mol}.\ell^{-1}$) و(10 mℓ) من حمض الكبريت تركيزه ($0.5\ \text{mol}.\ell^{-1}$). **المطلوب حساب:**

❶ اكتب معادلتَي تفاعلي التّعديل الحاصلين.

❷ احسب تركيز محلول هدروكسيد الصّوديوم المُستعمل.

❸ كتلة هدروكسيد الصّوديوم النّقيّة في هذه العيّنة.

❹ النّسبة المئويّة للشّوائب في هذه العيّنة.

الأوزان الذريّة: (O:16, H:1, Na:23)

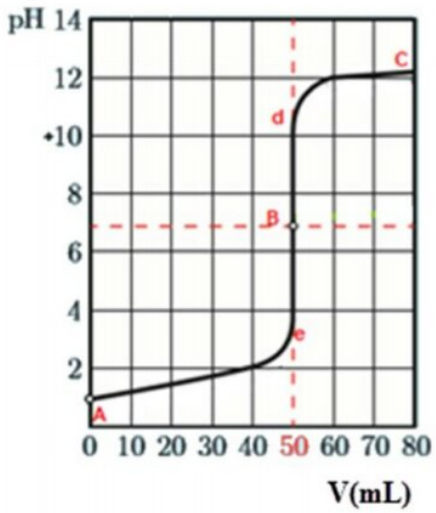
المعطيات:

الحل:

أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تطبيق بياني (1): من الخط البياني المجاور لتغيّرات pH بدلالة حجم الأساس المضاف (لمعايرة حمض قوي بأساس قوي):



❶ اكتب المعادلة الأيّونية المعبرة عن تفاعل المعايرة.

❷ حدد طبيعة الوسط عند كل من النّقاط (A , B , C).

❸ حدد نقطة التّكافؤ (نقطة نهاية المعايرة) ونوع المشعر المناسب.

❹ تحدث عن تغيّرات pH بتغيّر حجم الأساس المضاف.

الحل:

❶ $H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$

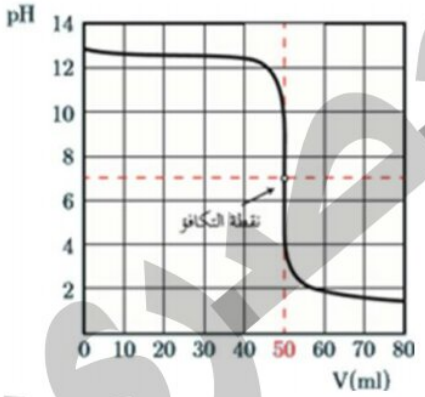
❷ عند A (حمضي) وعند B (معتدل) وعند C (قلوي).

❸ عند النّقطة B والمشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول.

❹ عند بدء المعايرة: تكون قيمة $pH = 1$ والوسط حمضي.

- تزداد قيمة pH تدريجياً حتى القيمة 3 تقريباً نتيجة تناقص تركيز H_3O^+ بتفاعلها مع أيونات OH^- وفق المعادلة: $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$ ويكون لون المشعر أصفر، فيحدث تغيّر مفاجئ في قيمة pH (من 3 حتى 11).
- عند اتحاد جميع أيونات H_3O^+ في المحلول الحمضي مع جميع أيونات OH^- المضافة تصبح قيمة $pH = 7$ وتدعى نقطة نهاية المعايرة (نقطة التّكافؤ) والوسط معتدل.
- مع إضافة قطرات إضافية من الأساس يصبح الوسط أساسي وتصبح قيمة $pH = 11$.

تطبيق بياني (2): عند معايرة ($50\ m\ell$) من محلول هدروكسيد الصوديوم تركيزه ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) بمحلول قياسي لحمض الآزوت تركيزه ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) حيث يُمثل الشّكل المجاور منحني بيانيّ لتغيّرات قيم pH المحلول بدلالة حجم الحمض المضاف **والمطلوب:**



❶ ما قيمة pH المحلول لحظة بدء المعايرة.

❷ بيّن كيف يتغيّر كل من $[OH^-]$ و pH المحلول خلال المعايرة.

❸ ما قيمة pH المحلول عند نقطة نهاية المعايرة، فسّر ذلك.

❹ ما المشعر المناسب لهذه المعايرة.

الحل:

❶ عند بدء المعايرة تكون قيمة $pH = 13$ والوسط قلويّ.

❷ تتناقص تراكيز OH^- نتيجة تفاعلها مع أيونات H_3O^+ وفق المعادلة $H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$ فتتناقص قيمة pH تدريجياً ليحدث تغيّر مفاجئ في قيمة pH (من 11 حتى 3).

❸ عند اتحاد جميع أيونات OH^- في المحلول الأساسيّ مع جميع أيونات H_3O^+ المضافة تصبح قيمة $pH = 7$ وتدعى نقطة نهاية المعايرة (نقطة التّكافؤ) والوسط معتدل.

❹ أزرق بروم التيمول.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوظيفة الأولى

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ قيمة pH المحلول النّاتج عن معايرة حمض قوي بأساس قوي يساوي:

11	**d**	9	**c**	7	**b**	5	**a**

❷ لزم لتعديل (50 mℓ) من محلول لحمض الكبريت تعديلاً تاماً (40 mℓ) من محلول الصّود الكاوي الذي تركيزه ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) فيكون تركيز حمض الكبريت مقدراً بـ ($mo\ell.\ell^{-1}$): ***(د1) 2014***

0.08	**d**	0.04	**c**	0.2	**b**	0.4	**a**

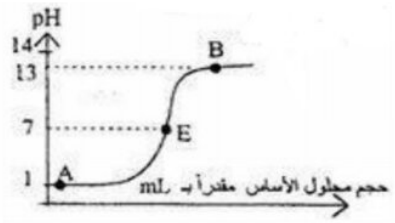
ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

❶ استخدام أحد مشعرات (حمض – أساس) في معايرة التّعديل.

❷ المشعر المفضّل لمعايرة (حمض قوي – أساس قوي) هو أزرق بروم التيمول. ***2003، 2005***

ثالثاً: أجب عن السّؤال الآتي:

يبيّن الشّكل المجاور منحني معايرة حمض قوي بأساس قوي. **المطلوب:** ***(د1) 2017***



a) اكتب المعادلة الأيونيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

b) ماذا تسمّى النّقطة E.

c) حدّد طبيعة الوسط عند كلٍ من النّقاط (A , B , E).

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: ***2006***

لتعديل (25 mℓ) من حمض الكبريت لزم (15 mℓ) من محلول الصود الكاوي الذي تركيزه ($0.5\ mo\ell.\ell^{-1}$) و (10 mℓ) من محلول البوتاس الكاوي الذي تركيزه ($0.25\ mo\ell.\ell^{-1}$) **المطلوب:**

❶ اكتب معادلتَي تفاعلي المعايرة الحاصلتين.

❷ احسب تركيز حمض الكبريت المستعمل مقدّراً بـ $mo\ell.\ell^{-1}$ و $g.\ell^{-1}$.

الأوزان الذريّة: (S:32, O:16, H:1)

المسألة الثانية: ***(د1) 2017***

عينة غير نقيّة من هدروكسيد الصّوديوم الصّلب كتلتها (2 g) تُذاب في الماء المقطّر، ويُكمل حجم المحلول إلى (100 mℓ)، ثمّ يُعاير المحلول النّاتج بمحلول حمض الكبريت الذي تركيزه ($0.5\ mo\ell.\ell^{-1}$) فلزم منه (40 mℓ) لإتمام المعايرة.

المطلوب:

❶ اكتب المعادلة الأيونيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

❷ احسب تركيز محلول هدروكسيد الصّوديوم المستعمل مقدراً بـ $mo\ell.\ell^{-1}$.

❸ احسب كتلة هدروكسيد الصوديوم النّقي في العيّنة.

❹ احسب النّسبة المئويّة للشّوائب في العيّنة.

♦ انتهت الوظيفة الأولى ♦

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الحالة الثّانية: معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:

مثال: معايرة حمض النّمل بمحلول لهدروكسيد البوتاسيوم:

معادلة التّفاعل الحاصل:

المعادلة الأيّونيّة:

عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

المسألة السّادسة: لمعايرة ($10\ m\ell$) من محلول حمض الخل يلزم إضافة ($20\ m\ell$) من محلول الصُّود الكاويّ الذي تركيزه ($0.01\ mo\ell.\ell^{-1}$) **المطلوب:** ❶ اكتب المعادلة الأيونيّة لتفاعل المعايرة الحاصل.

❷ احسب تركيز محلول حمض الخل المستعمل. ❸ احسب كتلة حمض الخل اللازم لتحضير ($0.5\ \ell$) من محلوله السّابق.

❹ المحلول النّاتج عن هذه المعايرة يكون قلويّاً. فسّر ذلك. ما هو المشعر المفضّل الواجب استعماله، ولماذا.

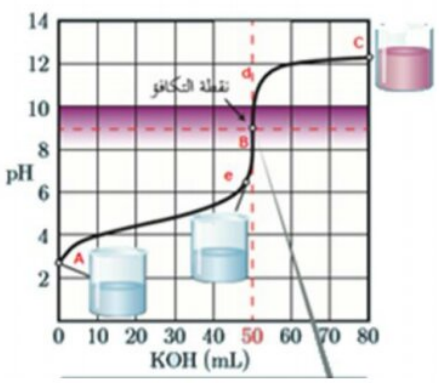
الأوزان الذريّة: ($C:12\ ,\ O:16\ ,\ H:1$)

المعطيات:

الحل:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تطبيق بياني (3):



من الخط البيانيّ المجاور لتغيّرات pH بدلالة حجم الأساس المضاف (لمعايرة حمض الخل بهدروكسيد البوتاسيوم). **المطلوب:**

❶ اكتب المعادلة الأيونيّة المعبرة عن تفاعل المعايرة.

❷ حدد طبيعة الوسط عند كل من النّقاط (A , B , C).

❸ حدد نقطة التّكافؤ (نقطة نهاية المعايرة) والمشعر المناسب لهذه المعايرة.

❹ تحدّث عن تغيّرات pH أثناء المعايرة.

الحل:

❶ $CH_3COOH + OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + H_2O$

❷ عند A (حمضي) وعند B (قلوي) وعند C (قلوي).

❸ عند النّقطة (B) والمشعر المناسب هو (الفينول فتالئين).

❹ عند بدء المعايرة تكون قيمة $pH < 7$ والوسط حمضي.

- تزداد قيمة pH تدريجياً حتى القيمة (6.3) تقريباً نتيجة تناقص تركيز الحمض بتفاعله مع أيونات (OH^-) وفق معادلة المعايرة ويكون المشعر عديم اللون، فيحدث تغيّر مفاجئ في قيمة (pH) (من 6.3 حتى 10.3) تقريباً.
- عند اتحاد جميع أيّونات الحمض مع جميع أيونات (OH^-) المضافة تصبح قيمة ($pH = 8.8$) وتدعى نقطة نهاية المعايرة (نقطة التّكافؤ) والوسط قلوي.
- مع إضافة قطرات إضافيّة من الأساس تصبح قيمة ($pH > 10.3$) ولون المشعر بنفسجي.

الحالة الثّالثة: معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:

مثال: معايرة هدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء:

معادلة التّفاعل الحاصل:

المعادلة الأيّونيّة:

عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة السّابعة:

يُعاير ($50\ m\ell$) من محلول هدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الآزوت تركيزه ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) فيلزم منه ($25\ m\ell$) لإتمام المعايرة، **والمطلوب:**

1. اكتب المعادلة الكيميائيّة لتفاعل المعايرة الحاصل، ثمّ اكتب المعادلة الأيونيّة لتفاعل المعايرة.
2. احسب تركيز محلول هدروكسيد الأمونيوم اللازم لإتمام المعايرة.
3. احسب كتلة الملح النّاتج عن تفاعل المعايرة.
4. يكون المحلول النّاتج عن هذه المعايرة حمضيّاً. فسّر ذلك. وما هو المشعر المفضّل استعماله. ولماذا.
5. اكتب معادلة حلمهة الملح النّاتج، ثمّ احسب قيمة ثابت الحلمهة K_h علماً أنّ قيمة ثابت تأيّن هدروكسيد الأمونيوم $K_b = 5\times10^{-10}$.

الأوزان الذريّة: ($N:14\ ,\ O:16\ ,\ H:1$)

المعطيات:

الحل:

أ. أسامة الحصري

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تطبيق بياني (4): عند معايرة ($50\ m\ell$) من محلول هدروكسيد الأمونيوم تركيزه ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) بمحلول حمض كلور الماء تركيزه ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) بوجود قطرات من المشعر (أحمر المتيل) حصلنا على القيم التالية:

حجم الحمض ($m\ell$)	0	10	20	30	40	50	60
قيمة pH	11.12	10.2	9.6	9.1	8.7	5.27	2.71

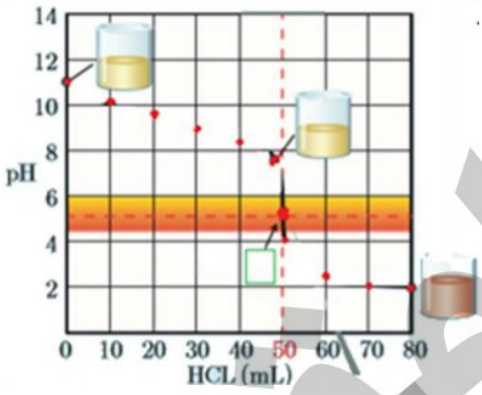
❶ ارسم المنحني البيانيّ لتغيّرات قيم pH بدلالة حجم الحمض المضاف.

❷ بين كيف تتغيّر قيمة pH المحلول خلال المعايرة.

❸ ما قيمة pH المحلول عند نقطة نهاية المعايرة، فسّر ذلك.

الحل:

❶



❷ عند بدء المعايرة: تكون قيمة $pH = 11.12$ والوسط قلوي.

- تتناقص قيمة pH تدريجياً نتيجة تناقص تركيز هدروكسيد الأمونيوم بتفاعله مع أيونات H_3O^+ وفق معادلة المعايرة: $NH_4OH + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + 2H_2O$
- عند انتهاء تفاعل المعايرة تكون قيمة $pH < 5.27$.
- مع إضافة قطرات إضافيّة من حمض كلور الماء تصبح قيمة $pH = 2.71$.

❸ تكون القيمة $pH = 5.27$ لأنه ينتج أيونات الأمونيوم الذي يسلك سلوك حمض ضعيف.

الحالة الرّابعة: معايرة ملح بحمض:

مثال 1:

معايرة محلول لملح كربونات الصوديوم بحمض الكبريت:

❋ معادلة التّفاعل الحاصل:

❋ عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

مثال 2:

معايرة محلول لملح كربونات الصوديوم بحمض كلور الماء:

❋ معادلة التّفاعل الحاصل:

❋ عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثامنة: *2015 (د1)*

أُذيب ($6.36\ g$) من كربونات الصّوديوم اللامائيّة (Na_2CO_3) في الماء المقطر وأُكمل حجم المحلول إلى ($100\ m\ell$) **المطلوب:**

❶ احسب تركيز محلول ملح كربونات الصّوديوم اللامائيّة مقدراً بـ ($g.\ell^{-1}$, $mo\ell.\ell^{-1}$)

❷ يُعاير حجم (V) من محلول حمض الكبريت تركيزه ($0.05\ mo\ell.\ell^{-1}$) بمحلول الملح السّابق، فيلزم منه ($50\ m\ell$) حتى تمام المعايرة. **المطلوب:**

a) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

b) احسب (V) حجم محلول حمض الكبريت اللازم حتى تمام المعايرة.

c) احسب قيمة pOH محلول حمض الكبريت المستعمل.

الأوزان الذريّة: ($Na:23$, $C:12$, $O:16$)

المعطيات:

الحل:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة التّاسعة:

أُذيبت عيّنة مقدارها (4.24 g) من كربونات الصُّوديوم وكلوريد الصُّوديوم في الماء، وأُكمل الحجم إلى (250 mℓ)، ثمّ يُعاير المحلول النّاتج بمحلول حمض كلور الماء تركيزه ($0.1\ \text{mol}.\ell^{-1}$) فيلزم منه (200 mℓ) لإتمام المعايرة. **المطلوب:**

❶ اكتب المعادلة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

❷ احسب تركيز كربونات الصّوديوم في المحلول السّابق.

❸ احسب النّسبة المئويّة لكلٍّ من الملحين في العيّنة.

الأوزان الذريّة: (Na:23 , C:12 , O:16 , Cl:35.5 , H:1)

المعطيات:

Na_2CO_3	HCl
$C_2 = ?$ $V_2 = 250\ \text{m}\ell$	$C_1 = 0.1\ \text{mol}.\ell^{-1}$ $V_1 = 200\ \text{m}\ell$

الحل:

❶

$$HCl + NaCl \longrightarrow \text{لا يتم}$$

$$2HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

❷

عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$1 \times n_{1_{(HCl)}} = 2 \times n_{2_{(Na_2CO_3)}}$$

$$1 \times C_1.V_1 = 2 \times C_2 V_2$$

$$0.1 \times 200 = 2 \times C_2 \times 250$$

$$\boxed{\Rightarrow C_2 = 0.04\ \text{mol}.\ell^{-1}}$$

❸ نحسب كتلة Na_2CO_3 في العيّنة:

$$m = C_2.V.M_{(Na_2CO_3)}$$

$$m = 0.04 \times 250 \times 10^{-3} \times 106$$

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

حيث:

$$M_{(Na_2CO_3)} = 23(2) + 12 + 16(3) = 106\ \text{g.mol}\ell^{-1}$$

كل (4.24 g) من المزيج يحوي (1.06 g) من Na_2CO_3

كل (100 g) من المزيج يحوي (Z g) من Na_2CO_3

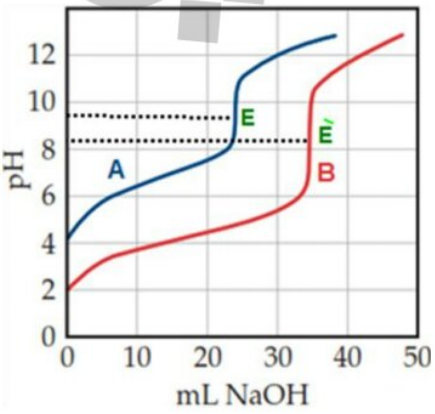
$$Z = \frac{1.06 \times 100}{4.24} = 25\ \text{g}$$

فتكون النّسبة المئويّة لـ Na_2CO_3 في العيّنة: 25%

وبالتالي النّسبة المئويّة لـ NaCl في العيّنة:

$$100 - 25 = 75\%$$

سؤال: عند معايرة حجمين متساويين من محلولي حمضين (A , B) كلّ منهم على حدى، بمحلول هدروكسيد الصوديوم تركيزه ($0.1\ \text{mol}.\ell^{-1}$) فحصلنا على المنحنيين البيانيّين كما في الشّكل المجاور.



المطلوب:

❶ أيّ من المحلولين المستعملين (A , B) أكثر تركيزاً. فسّر إجابتك.

❷ حدّد نقطة نهاية المعايرة لكلٍّ منهما على الشّكل.

الجواب:

❶ المحلول (B) هو الأكثر تركيزاً لأنّه يستهلك حجم أكبر من هدروكسيد الصّوديوم.

❷ على الشّكل.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوظيفة الثّانية

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ المُشعر الذي يحدّد بدقّة أكبر، نقطة نهاية معايرة أساس قوي بحمض قوي هو:

a	أزرق بروم التيمول.	b	فينول فتالئين.	c	أحمر المتيل.	d	الهليانتين.

❷ عند معايرة حمض النّمل بهدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية المعايرة:

a	$pH > 7$	b	$pH < 7$	c	$pH = 7$	d	$pH \leq 7$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

❶ عند معايرة حمض الخل بهدروكسيد البوتاسيوم يكون المحلول النّاتج قلوياً.

❷ تكون قيمة $pH < 7$ عند معايرة محلول لهدروكسيد الأمونيوم بمحلول لحمض كلور الماء.

❸ عند معايرة حمض حمض ضعيف بأساس قويّ يكون المشعر المناسب فينول فتالئين.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: *2017 (د2)*

يُذاب ($2\ g$) من هدروكسيد الصّوديوم الصّلب النّقي بالماء المقطّر ثمّ يُكمل حجم المحلول إلى ($0.5\ \ell$). **المطلوب:**

❶ احسب التّركيز المولي لمحلول هدروكسيد الصّوديوم النّاتج.

❷ احسب قيمة pOH المحلول النّاتج.

❸ يُعاير ($100\ m\ell$) من محلول هدروكسيد الصّوديوم السّابق بمحلول حمض الخل تركيزه ($5\times10^{-2}\ mo\ell.\ell^{-1}$) فيلزم منه ($V\ \ell$) حتى تمام المعايرة، **المطلوب:**

a) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

b) احسب (V) حجم حمض الخل المُستعمل.

c) احسب كتلة الملح النّاتج عن تفاعل المعايرة الحاصل.

المسألة الثانية: *2016 (د1)*

محلول هدروكسيد الصّوديوم تركيزه ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) **المطلوب:**

❶ احسب قيمة $[H_3O^+]$ في هذا المحلول.

❷ احسب قيمة pH هذا المحلول.

❸ يُعاير ($20\ m\ell$) من محلول حمض النّمل بمحلول هدروكسيد الصّوديوم السّابق فيلزم ($30\ m\ell$) منه حتى تمام المعايرة. **المطلوب:**

a) احسب تركيز محلول حمض النّمل المستعمل.

b) احسب كتلة حمض النّمل في ($100\ m\ell$) من محلوله.

الأوزان الذريّة: ($H:1\ ,\ C:12\ ,\ O:16$)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة: *1989*

محلول من هدروكسيد الصّوديوم تركيزه ($0.4\ mo\ell.\ell^{-1}$)، نأخذ منه ($100\ m\ell$) فيلزم لتعديلها ($300\ m\ell$) من محلول حمض سيانيد الهدروجين. **المطلوب:**

❶ احسب تركيز محلول الحمض المستعمل.

❷ إذا علمت أنّ تركيز محلول الملح النّاتج عن المعايرة يساوي ($0.1\ mo\ell.\ell^{-1}$) وأنّ قيمة ثابت تأيّن حمض سيانيد الهدروجين يساوي (10^{-7}). **المطلوب:**

a) اكتب معادلة حلمهة الملح.

b) احسب قيمة pH محلول هذا الملح.

المسألة الرّابعة:

لتمام تعديل ($100\ m\ell$) من حمض كلور الماء الذي تركيزه ($0.5\ mo\ell.\ell^{-1}$) يلزم ($400\ m\ell$) من محلول هدروكسيد الأمونيوم. **والمطلوب:**

❶ اكتب المعادلة الأيّونيّة لتفاعل المعايرة الحاصل.

❷ احسب تركيز محلول الملح النّاتج عن المعايرة مقدّراً بـ $mo\ell.\ell^{-1}$.

❸ اكتب معادلة حلمهة الملح النّاتج.

❹ احسب قيمة pH محلول هذا الملح علماً أنّ قيمة ثابت تأيّن هدروكسيد الأمونيوم تساوي (10^{-5}).

المسألة الخامسة: *2004*

محلول لحمض كلور الماء له قيمة ($pH = 1$). **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة تأيّنه، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد –لوري.

❷ احسب تركيز محلول الحمض مقدّراً بـ ($mo\ell.\ell^{-1}$).

❸ لمعايرة ($25\ m\ell$) من محلول كربونات الصّوديوم يلزم ($50\ m\ell$) من محلول الحمض السّابق. **المطلوب:**

a) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

b) احسب تركيز محلول كربونات الصّوديوم اللازم لتمام المعايرة مقدّراً بـ ($mo\ell.\ell^{-1}$) ثمّ ($g.\ell^{-1}$).

الأوزان الذريّة: ($Na:23\ ,\ C:12\ ,\ O:16$)

المسألة السّادسة:

أُذيب ($8.48\ g$) من مزيج كبريتات الصّوديوم وكربونات الصّوديوم اللامائيّة في الماء المقطّر، وأُكمل حجم المحلول إلى ($200\ m\ell$) فإذا علمت أنّ ($12.5\ m\ell$) من هذا المحلول تحتاج إلى ($25\ m\ell$) من محلول حمض الكبريت تركيزه ($0.15\ mo\ell.\ell^{-1}$) لتتعدّل بشكل تام. **والمطلوب:**

❶ اكتب معادلة تفاعل التّعديل الحاصل.

❷ احسب تركيز كربونات الصّوديوم اللامائيّة في المحلول المستعمل.

❸ احسب النّسبة المئويّة لـ Na_2CO_3 و Na_2SO_4 في المزيج.

الأوزان الذريّة: ($Na:23\ ,\ C:12\ ,\ O:16$)

♦ انتهت الوظيفة الثّانية ♦

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أولاً: الصّيغة العامّة والزّمرة الوظيفيّة للأغوال:

الصّيغة العامّة: $R-OH$ أي $C_nH_{(2n+1)}-OH$

وبالتالي تتميّز الأغوال بوجود الزّمرة الوظيفيّة ($-OH$) وتسمّى بزمرة الهدروكسيل.

ثانياً: تصنيف الأغوال:

تُصنّف الأغوال إلى:

الأغوال الأولية	الأغوال الثانوية	الأغوال الثالثية
ترتبط فيها زمرة الهدروكسيل بذرّة كربون أوليّة.	ترتبط فيها زمرة الهدروكسيل بذرّة كربون ثانويّة.	ترتبط فيها زمرة الهدروكسيل بذرّة كربون ثالثيّة.
$\begin{array}{l} H \\ \vert \\ R-C-OH \\ \vert \\ H \end{array}$	$\begin{array}{l} H \\ \vert \\ R-C-OH \\ \vert \\ R' \end{array}$	$\begin{array}{l} R'' \\ \vert \\ R-C-OH \\ \vert \\ R' \end{array}$

سؤال: صنّف الأغوال الآتية إلى: أغوال (أوليّة، ثانويّة، ثالثيّة):

CH_3-CH_2-OH	$CH_3-CH_2-\underset{\vert}{\underset{OH}{CH}}-CH_3$	$CH_3-\underset{\vert}{\overset{CH_3}{\underset{OH}{C}}}-CH_2-CH_3$
غول أوّلي	غول ثانويّ	غول ثالثيّ

ثالثاً: التّحضير الصّناعي لبعض الأغوال:

① **التحضير الصناعي للإيتانول:** يُحضّر بطرق متعدّدة أهمها:

a) **ضم الماء إلى الإيتلن:**

يتم تفاعل الضّم وفق قاعدة ماركوفينكوف: ((عند الإضافة إلى ألكن، فإنّ الجزء الموجب يُضاف إلى ذرة الكربون المتّصلة بأعلى عددٍ من ذرات الهدروجين، بينما يتّجه الجزء السّالب إلى ذرة الكربون المتّصلة بأقل عددٍ من ذرّات الهدروجين)).

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن ضم الماء إلى الإيتلن، بوجود حمض الكبريت كوسيط، ثمّ سمّ المركّب النّاتج.

الجواب:

$$CH_2=CH_2+H_2O \xrightarrow[110^0C]{H_2SO_4} CH_3-CH_2-OH$$

الإيتانول

b) **تخمّر الكربوهيدرات:**

تتحوّل السكّريات بعمليّة التخمّر الغوليّ عند الدّرجة 37 ℃ تقريباً بوجود خميرة البيرة إلى إيتانول وفق المعادلة:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{خميرة البيرة}} 2CH_3-CH_2-OH + 2CO_2$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

② التحضير الصناعي للميتانول:

يُحضّر الميتانول من تفاعل أحادي أكسيد الكربون مع الهدروجين بوجود حفّاز وفق المعادلة الآتية:

$$CO + 2H_2 \xrightarrow[100atm,\ 250^0C]{ZnO} CH_3 - OH$$

③ التحضير الصناعي للبوتان -2-ول:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن ضم الماء إلى البوتن -1 بوجود حمض الكبريت كوسيط، ثمّ سمّ المركّب النّاتج.

الجواب:

$$CH_3-CH_2-CH=CH_2 \ + \ H_2O \xrightarrow[110\ ^\circ C]{H_2SO_4} CH_3-CH_2-\underset{|}{\overset{OH}{CH}}-CH_3$$

بوتان -2- ول

رابعاً: الخاصيّات الفيزيائيّة للأغوال:

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

① الحدود الأولى من الأغوال سوائل مزوجيّة بالماء وتنحل في الماء بكافّة النّسب.

الجواب: بسبب تشكّل الرّوابط الهدروجينيّة بين جزيئات الغول وجزيئات الماء.

② تتناقص مزوجيّة الأغوال في الماء بازدياد كتلتها المولّية (الجزيئيّة).

الجواب: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبيّ ($-OH$) على حساب تأثير الجزء غير القطبيّ (R).

③ درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة لها بعدد ذرّات الكربون.

الجواب: بسبب قدرة الأغوال على تشكيل روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها، بينما لا تستطيع الألكانات تشكيل هذه الرّوابط بين جزيئاتها.

خامساً: الخاصيّات الكيميائيّة للأغوال:

① تفاعل الأغوال مع المعادن:

تتفاعل الأغوال مع المعادن النّشيطة كيميائيّاً (الصُّوديوم، البوتاسيوم) التي تستطيع إزاحة الهدروجين في الرّابطة $O-H$ في الأغوال وينتج عن ذلك ألكوكسيد الصّوديوم ذو الصّفة الأساسيّة والتي تتلوّن باللّون البنفسجي بوجود الفينول فتالئين ويُرافق ذلك انطلاق غاز الهدروجين H_2 وفق المعادلة العامّة الآتية:

$$R-OH + Na \longrightarrow R-ONa \ + \ \frac{1}{2}H_2$$

ألكوكسيد الصّوديوم

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الإيتانول مع البوتاسيوم، ثمّ سمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

$$CH_3-CH_2-OH + K \longrightarrow CH_3-CH_2-OK + \frac{1}{2}H_2$$

إيتوكسيد البوتاسيوم

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

② تفاعل الأغوال مع الحموض الكربوكسيلية (الأسترة):

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + R'-OH \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R' + H_2O$$

حمض كروكسيلي — غول — إستر — ماء

مثال (1): اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل حمض الخل مع الإيتانول، ثمّ سمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3-CH_2-OH \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_3 + H_2O$$

إيتانوات الإتيل

مثال (2): يتفاعل حمض كربوكسيلي وحيد الوظيفة مع غول أولي لإعطاء ميتانوات الإتيل. المطلوب: حدّد صيغة كل من الحمض والغول المتفاعلين واكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

الجواب:

الحمض الكربوكسيلي: حمض الميتانوئيك $H-COOH$ ، الغول الأولي: الإيتانول CH_3-CH_2-OH.

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3-CH_2-OH \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_3 + H_2O$$

③ تفاعلات الأكسدة:

تتأكسد الأغوال الأوليّة والثّانويّة بوجود ثنائي كرومات البوتاسيوم ولا تتأكسد الأغوال الثالثيّة في الشّروط نفسها.

➢ الأكسدة التامّة:

a) الأكسدة التامّة للأغوال الأوليّة:

تتم بوجود مؤكسد قوي في وسط حمضي وينتجُ عنها حمض كربوكسيليّ وماء وفق المعادلة العامّة الآتية:

$$R-CH_2-OH + 2(O) \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} R-COOH + H_2O$$

حمض كربوكسيليّ

اسم المؤكسِد: ثنائي كرومات البوتاسيوم.

صيغة المؤكسِد: $K_2Cr_2O_7$

مثال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن الأكسدة التامّة للإيتانول، ثمّ سمِّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

$$CH_3-CH_2-OH + 2(O) \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} CH_3-COOH + H_2O$$

حمض الخل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

b) الأكسدة التامّة للأغوال الثانويّة:

تتم بوجود مؤكسد قوي في وسط حمضي وينتجُ عنها كيتون وماء وفق المعادلة العامّة الآتية:

$$R-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-R' + (O) \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} R-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-R' + H_2O$$

مثال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل أكسدة البروبان -2- ول، ثمّ سمِّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

$$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3 + (O) \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + H_2O$$

البروبانون (الأسيتون)

➢ **الأكسدة الوساطيّة للأغوال (نزع الهدروجين):**

a) الأكسدة الوساطيّة للأغوال الأوليّة:

تتم بإمرار بخار الغول الأوّليّ على مسحوق النّحاس المسخّن إلى الدّرجة 300℃ وتعطي ألدهيد وينطلق غاز الهدروجين وفق المعادلة العامّة الآتية:

$$R-CH_2-OH \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2$$

مثال: يعطي غول عند نزع الهدروجين منه الإيتانال، سمِّ هذا الغول، ثمّ اكتب معادلة التّفاعل الحاصلة.

الجواب:

الغول: الإيتانول.

$$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2$$

b) الأكسدة الوساطيّة للأغوال الثانويّة:

تتم بإمرار بخار الغول الثّانويّ على مسحوق النّحاس المسخّن إلى الدّرجة 300℃ وتعطي كيتون وينطلق غاز الهدروجين وفق المعادلة العامّة الآتية:

$$R-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-R' \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} R-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-R' + H_2$$

مثال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل أكسدة البروبان -2- ول بوجود مسحوق من النّحاس المسخّن إلى الدّرجة 300℃.

الجواب:

$$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3 \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + H_2$$

البروبانون (الأسيتون)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

④ تفاعلات البلمهة:

يتم فيها نزع الماء من الغول بوجود حمض الكبريت المركّز كوسيط وعند درجة حرارة مناسبة، ونميّز حالتين:

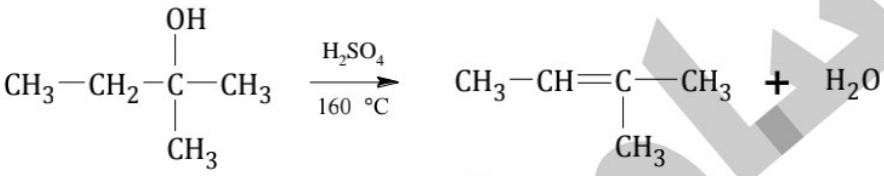
a) البلمهة داخل الجزيء (البلمهة الداخليّة):

يتم فيها نزع جزيئة ماء من جزيء واحد من الغول بوجود حمض الكبريت المركّز كوسيط وعند درجة حرارة مناسبة وفق قاعدة زايتسف. وتزداد صعوبة البلمهة الداخليّة من الغول الثالثي إلى الغول الثانوي فالأوّلي وهي أصعب الأغوال بلمهةً.

- **قاعدة زايتسف**: عند حذف الماء من الأغوال يخرج الهدروجين من ذرة الكربون الأقل هدروجيناً والمجاورة لذرة الكربون المرتبطة بزمرة الهدروكسيل ويشكّل الألكن الأكثر تبادلاً.

مثال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل البلمهة داخل الجزيء للمركّب 2- متيل بوتان -2- ول في شروط مناسبة، ثمّ سمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:



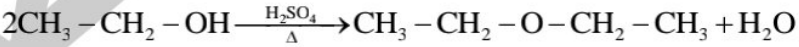
2- متيل بوتن -2

b) البلمهة ما بين الجزيئيّة:

يتم فيها نزع جزيئة ماء من جزيئتين من الغول بوجود حمض الكبريت المركّز كوسيط وعند درجة حرارة مناسبة وينتج الإيتر الموافق وماء.

مثال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل البلمهة ما بين الجزيئيّة للإيتانول في شروط مناسبة، ثمّ سمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:



إيتوكسي الإيتان

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

غول ثانوي النسبة المئويّة الكتليّة للأكسجين فيه 26.66 % **المطلوب:**

❶ احسب الكتلة المولّية (الجزيئيّة) للغول.

❷ اكتب الصّيغة المجملة والصّيغة نصف المنشورة للغول، وسمّه وفق قواعد الـ IUPAC .

الأوزان الذريّة: H:1 , C:12 , O:16

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الحل:

❶

كل 100 g من الغول الثانوي يحوي 26.66 g أكسجين.

كل M g من الغول الثانوي يحوي 16 g أكسجين.

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

❷

$$R-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-R' = 60$$

$$R+12+1+16+1+R' = 60$$

$$R+R' = 30$$

$$C_nH_{2n+1} + C_{n'}H_{2n'+1} = 30$$

$$12n+2n+1+12n'+2n'+1 = 30$$

$$\Rightarrow 14n+14n' = 28$$

$$\Rightarrow n+n' = 2$$

وبالتالي تكون:

جذر متيل $n = n' = 1 \Rightarrow R = R' : CH_3-$

فتكون الصّيغة نصف المنشورة للغول الثّانوي:

$$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3$$

بروبان -2- ول

الصّيغة المجملة: C_3H_8O

المسألة الثانية:

مركّب غولي كتلته المولية (الجزيئيّة) تساوي $74 \ \text{g.mol}^{-1}$ يمكن الحصول عليه من ضم الماء إلى ألكن نظامي. **المطلوب:** ما الصيغة الجزيئيّة ونصف المنشورة لهذا المركّب وما هو الألكن.

الأوزان الذريّة: $H:1 \ , \ C:12 \ , \ O:16$

الحل:

$$R-OH = 74$$

$$C_nH_{2n+1}+16+1 = 74$$

$$12n+2n+1+16+1 = 72$$

$$14n = 56$$

$$\Rightarrow n = 4$$

وبالتالي تكون:

جذر بوتيل $R: \ C_4H_9-$

الصّيغة المجملة هي: $C_4H_{10}O$

الصّيغة نصف المنشورة للغول هي:

$$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2-CH_3$$

البوتان -2- ول.

الألكِن هو:

البوتن -1 $CH_2=CH-CH_2-CH_3$

أو البوتن -2 $CH_3-CH=CH-CH_3$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة: يتفاعل غول وحيد الوظيفة مع الصّوديوم، فينتج ملح كتلته $\frac{34}{23}$ من كتلة الغول. **المطلوب:**

❶ اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل.

❷ احسب الكتلة الموليّة (الجزيئيّة) للغول. الأوزان الذريّة: $Na:23\ ,\ H:1\ ,\ O:16\ ,\ C:12$

❸ استنتج الصّيغة المجملة للغول، والصّيغة نصف المنشورة وسمّه حسب قواعد الـ IUPAC .

الحل:

❶ و ❷:

$$R-OH\ +\ Na \longrightarrow R-ONa\ +\ \frac{1}{2}H_2$$

M g — $(M+22)$ g

x g — $(\frac{34}{23}x)$ g

$$M.(\frac{34}{23}x) = x(M+22)$$

$$\frac{34}{23}M = M+22$$

$$\frac{34}{23}M - M = 22 \Rightarrow M = 46\ g.mol^{-1}$$

❸

$$C_nH_{(2n+1)}-OH = 46$$

$$C_nH_{(2n+2)}O = 46$$

$$12n+2n+2+16=46$$

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

فتكون الصّيغة المجملة للغول:

$$C_2H_6O$$

وتكون الصّيغة نصف المنشورة للغول:

CH_3-CH_2-OH الإيتانول.

المسألة الرّابعة: نأخذ 50 mL من محلول الإيتانول ونضيف إليه كميّة مناسبة من البوتاسيوم، فينطلق غاز حجمه في الشّرطين النظاميّين 224 mL . **المطلوب:** ❶ اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.

❷ احسب تركيز محلول الإيتانول مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$ و $g.L^{-1}$

❸ يُراد الحصول على 5 L من الإيتانول السّابق من ضم الماء إلى الإيتن. احسب حجم غاز الإيتن اللاّزم لذلك في الشّرطين النّظاميين. الأوزان الذريّة: $H:1\ ,\ O:16\ ,\ C:12\ ,\ K:39$

الحل:

❶ و ❷:

$$C_2H_5-OH+K \longrightarrow C_2H_5-OK\ +\ \frac{1}{2}H_2$$

1 mol — $\frac{1}{2}\times 22.4$ L

n mol — 0.224 L

$$\Rightarrow n = \frac{1\times 0.224}{\frac{1}{2}\times 22.4} = 0.02\ mol$$

$$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V} = \frac{0.02}{50\times10^{-3}} = 0.4\ mol.L^{-1}$$

$$C_{g.L^{-1}} = C_{mol.L^{-1}}.M_{(C_2H_5-OH)}$$

$$C_{g.L^{-1}} = 0.4\times 46 = 18.4\ g.L^{-1}$$

حيث:

$$M_{(C_2H_5-OH)} = 12(2)+1(5)+16+1 = 46\ g.mol^{-1}$$

❸ نحسب أولاً عدد مولات الإيتانول:

$$n = C_{mol.L^{-1}}.V = 0.4\times 5 = 2\ mol$$

$$CH_2=CH_2\ +\ H_2O \longrightarrow CH_3-CH_2-OH$$

22.4 L — 1 mol

V L — 2 mol

$$\Rightarrow V = \frac{22.4\times 2}{1} = 44.8\ L$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أسئلة ومسائل وظيفة

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ مركّب عضوي ذي الصّيغة $R-CH(OH)-R'$ يدل على:

a	ألدهيد.	b	غول أوليّ.	c	غول ثالثيّ.	d	غول ثانويّ.

❷ غول وحيد الوظيفة، النّسبة الكتليّة للأكسجين فيه % 50 هو:

a	ميتانول.	b	إيتانول.	c	بروبانول.	d	بوتانول.

❸ تُعطي أكسدة الأغوال الثّانويّة:

a	ألدهيدات.	b	حموض كربوكسيليّة.	c	كيتونات.	d	إيترات.

ثانياً: أكمل الجدول الآتي:

الاسم وفق قواعد الـ IUPAC	الصيغة نصف المنشورة	الصيغة الهيكلية
3- متيل بنتان -2- ول		
		OH

ثالثاً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

❶ تتفاعل الأغوال مع المعادن النّشيطة كيميائيّاً.

❷ الهكسانول أقل مزوجيّة في الماء من الإيتانول.

❸ ينحل الإيتانول في الماء بالنّسب كافّة.

رابعاً: لديك الأغوال الآتية:

بنتان -2- ول ، بوتان -1- ول ، 2- متيل بروبان -2- ول.

المطلوب:

❶ اكتب الصّيغة نصف المنشورة، والصّيغة الهيكليّة لكل غول.

❷ صنّف الأغوال السّابقة إلى: أوليّة -ثانويّة- ثالثيّة.

❸ اثنان من الأغوال السّابقة متصاوغان مع بعضهما حدّدهما، واذكر نوع التّصاوغ.

خامساً: أجب عن الأسئلة الآتية:

❶ يُحضّر البروبان -2- ول صناعيّاً من تفاعل ضم الماء إلى البروين في الدّرجة 60℃ وضغط مناسب وبحضور وسائط حمضيّة. **المطلوب:** اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل.

❷ يتأكسد البروبان -1- ول أكسدة تامّة إلى حمض البروبانوئيك. **المطلوب:** اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل محدّداً نوع التّفاعل وشروطه.

❸ اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل البلمهة الدّاخليّة للبوتان -2- ول في شروط مناسبة، ثمّ سمّ المركّب النّاتج.

❹ اكتب معادلة البلمهة ما بين الجزيئيّة للميتانول، ثمّ سمّ المركّب النّاتج.

سادساً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

نمرّر بخار غول ثانويّ على مسحوق النّحاس المسخّن حتّى الدّرجة 300 ℃، فينتج مركّب كتلته $\frac{29}{30}$ من كتلة الغول. **المطلوب:**

❶ اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن هذا التّفاعل.

❷ احسب الكتلة المولّية للغول المُستعمل.

❸ أوجد الصّيغة نصف المنشورة لكلٍّ من الغول المُستعمل وناتج التّفاعل، ثمّ اكتب اسم كل منهما.

الأوزان الذريّة: C:12 , H:1 , O:16

المسألة الثانية:

غول أوليّ نظاميّ وحيد الوظيفة، النّسبة الكتليّة للأكسجين فيه $\frac{8}{37}$. **المطلوب:**

❶ احسب الكتلة المولّية (الجزيئيّة) لهذا الغول.

❷ استنتج صيغته نصف المنشورة، ثمّ اكتب صيغته المجملة وسمّه وفق قواعد الـ IUPAC.

الأوزان الذريّة: C:12 , H:1 , O:16

انتهت الوظيفة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

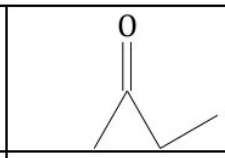
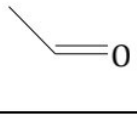
أولاً: الصيغة العامة والزمرة الوظيفية:

الصّيغة العامّة للألدهيدات: $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ أو $R-CHO$

الصّيغة العامّة للكيتونات: $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R'$ أو $R-CO-R^{\backslash}$

- تشترك الألدهيدات والكيتونات بزمرة الكربونيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$
- تتميّز الألدهيدات بوجود الزّمرة الوظيفيّة $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ مرتبطةً بجذر ألكيلي R أو هدروجين H .
- تتميّز الكيتونات بوجود الزّمرة الوظيفيّة $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ مرتبطةً بجذرين ألكيليّين $R, R^{\backslash}$ ، ويُعتبر الكيتون متناظر عندما يكون ($R = R^{\backslash}$).

سؤال: صنّف كل من المركّبات الممثّلة بالصّيغة الهيكليّة لكلّ منها إلى (ألدهيدات، كيتونات):

الصيغة الهيكلية			
الصنف	ألدهيد	كيتون	ألدهيد

ثانياً: التحضير الصناعي لبعض الألدهيدات:

تُحضّر الألدهيدات صناعيّاً بطريقتين:

❶ إمرار أبخرة الأغوال الأوليّة على مسحوق النّحاس عند الدّرجة $300℃$ لنحصل على الألدهيدات الموافقة.

❷ إرجاع الحموض الكربوكسيليّة باستعمال عنصر البلاديوم Pd .

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إمرار بخار الغول الأوليّ على مسحوق النّحاس المسخّن إلى الدّرجة $300℃$.

الجواب:

$$R-CH_2-OH \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2$$

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إرجاع الحمض الكربوكسيليّ بالهدروجين وبوجود البلاديوم كوسيط.

الجواب:

$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + 2(H) \xrightarrow{Pd} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2O$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثالثاً: التّحضير الصناعيّ لبعض الكيتونات:

تُحضّر الكيتونات صناعيّاً بإمرار أبخرة الأغوال الثانويّة على مسحوق النّحاس عند الدّرجة 300℃ لنحصل على الكيتونات الموافقة.

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إمرار بخار الغول الثانويّ على مسحوق النّحاس المسخّن إلى الدّرجة 300℃.

الجواب:

$$R-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-R' \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} R-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-R' + H_2$$

سؤال: غول ثانويّ يُعطي عند إمراره على مسحوق النّحاس المسخّن حتّى الدّرجة 300℃ البوتان -2- ون. المطلوب: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل، ثمّ اكتب اسم هذا الغول.

الجواب:

$$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3 \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-CH_3 + H_2$$

بوتان -2- ول

رابعاً: الخاصّيات الفيزيائيّة للألدهيدات والكيتونات:

سؤال: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

① **درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألدهيدات والكيتونات الموافقة لها.**

الجواب: لأنّ قطبيّة الرابطة ($O-H$) في الأغوال أقوى من قطبيّة الرّابطة ($-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-$) في الألدهيدات والكيتونات، إضافةً إلى أنّ جزيئات الأغوال تشكّل رابطة هدروجينيّة بين جزيئاتها، بينما لا تشكّل الألدهيدات والكيتونات هذه الرّابطة بين جزيئاتها.

② **درجة غليان الألدهيدات والكيتونات أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة لها.**

الجواب: لأنّ قطبيّة روابط الألدهيدات والكيتونات أعلى من قطبيّة روابط الألكانات.

③ **درجة غليان الألدهيدات والكيتونات أعلى من درجة غليان الإيترات الموافقة لها.**

الجواب: لأن قطبيّة الرّابطة ($-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-$) في الألدهيدات والكيتونات أقوى من قطبيّة الرّابطة ($C-O-C$) في الإيترات.

④ **تتمازج الألدهيدات والكيتونات ذات الكتل الجزيئيّة المنخفضة في الماء.**

الجواب: بسبب الصّفة القطبيّة لزمرة الكربونيل.

⑤ **يقل مزوجيّة الألدهيدات والكيتونات تدريجيّاً مع ازدياد كتلتها الجزيئيّة.**

الجواب: بسبب ضعف تأثير الجزء القطبيّ (زمرة الكربونيل) عند كِبر الجزء غير القطبيّ (R).

ملاحظة: تزداد درجة غليان الألدهيدات والكيتونات بازدياد الكتلة المولّية (الجزيئيّة).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

خامساً: الخاصّيات الكيميائيّة للألدهيدات والكيتونات:

① تفاعل الأكسدة:

سؤال: أعط تفسيرا علميا لكل مما يأتي:

① سهولة أكسدة الألدّهيدات إلى حموض كربوكسيليّة:

الجواب: بسبب وجود ذرّة هدروجين مرتبطة بذرّة كربون الزمرة الكربونيليّة.

② تقاوم الكيتونات تفاعل الأكسدة.

الجواب: بسبب عدم وجود ذرّة هدروجين مرتبطة بذرّة كربون الزمرة الكربونيليّة.

❖ التّفاعل مع كاشف فهلنغ:

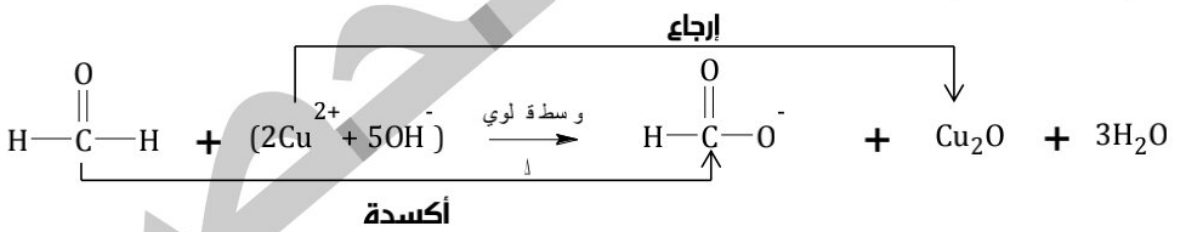
يُرجع الألدهيد أيونات النّحاس Cu^{2+} إلى أيونات النّحاس Cu^{+} الذي يترسّب على شكل أكسيد النّحاس الأحادي، وتؤكسِد أيونات النّحاس Cu^{2+} الألدهيد إلى حمض كربوكسيلي الذي يتحوّل إلى أيون الكربوكسيلات في وسط أساسي وفق المعادلة:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + (2Cu^{2+} + 5OH^-) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط لوي}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + Cu_2O + 3H_2O$$

ألدهيد	محلول فهلنغ (أزرق اللّون)	أيون الكربوكسيلات	أكسيد النّحاس (I) راسب أحمر آجرّي

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الميتانال مع محلول فهلنغ، ثمّ حدّد تفاعل الأكسدة والإرجاع والعامل المُؤكسِد والعامل المُرجِع.

الجواب:



$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + (2Cu^{2+} + 5OH^-) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط لوي}} H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + Cu_2O + 3H_2O$$

العامل المُؤكسِد: $(2Cu^{2+} + 5OH^-)$

العامل المُرجِع: $(H-CHO)$

❖ التّفاعل مع كاشف تولن:

يُرجع الألدهيد أيونات الفضّة إلى الفضّة التي تترسّب على جدران الأنبوب مشكّلة مرآة فضيّة وتؤكسِد أيونات الفضّة الألدهيد إلى حمض كربوكسيلي الذي يتحوّل إلى أيون الكربوكسيلات في وسط أساسي وفق المعادلة:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + (2Ag^{+} + 3OH^-) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط لوي}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + 2Ag + 2H_2O$$

ألدهيد	محلول تولن (لا لون له)	أيون الكربوكسيلات	فضّة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الإيتانال مع محلول تولن.

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + (2Ag^+ + 3OH^-) \xrightarrow[\text{وسط قلوي}]{} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + 2Ag + 2H_2O$$

إيتانال | محلول تولن (لا لون له) | أيون الإيتانوات (أيون الخلات) | فضّة

② تفاعل الضم:

تحتوي زمرة الكربونيل على الرّابطتين (π , σ) حيث يحدث الضّم على الرابطة الأضعف (π).

❖ ضم سيانيد الهدروجين (HCN):

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل ضمّ سيانيد الهدروجين إلى الإيتانال، ثمّ سمّ المركّب النّاتج.

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + HCN \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CN}{|}}{C}}-H$$

2- هدروكسي بروبان نتريل

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل ضمّ سيانيد الهدروجين إلى البروبانون، ثمّ سمّ المركّب النّاتج.

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + HCN \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CN}{|}}{C}}-CH_3$$

2- هدروكسي -2- متيل بروبان نتريل

③ تفاعل الإرجاع:

❖ الإرجاع بواسطة رباعي هدريد الليثيوم والألمنيوم:

يمكن إرجاع الألدهيدات والكيتونات إلى الأغوال الموافقة باستخدام المرجعات مثل: رباعي هدريد الليثيوم والألمنيوم أو الهدروجين بوجود البلاديوم كوسيط.

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إرجاع الألدهيد بالهدروجين بوجود البلاديوم كحفّاز.

الجواب:

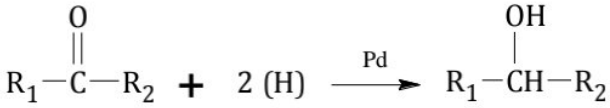
$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + 2(H) \xrightarrow{Pd} R-CH_2-OH$$

ألدهيد | غول أولي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إرجاع الكيتون بالهدروجين بوجود البلاديوم كحفّاز.

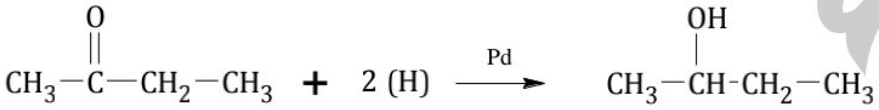
الجواب:



كيتون — غول ثانوي

سؤال: يُرجَع الكيتون بالهدروجين بوجود البلاديوم كحفّاز، فينتج البوتان -2- ول. المطلوب: اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.

الجواب:



④ التفاعل مع الهالوجينات:

يؤدي إضافة محلول اليود المنحل في رباعي كلور الكربون ذو اللّون البنفسجي إلى الكيتون لزوال لون اليود، حيث يستبدل اليود بذرة الهدروجين المجاورة للزمرة الوظيفيّة.

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل البروم مع الأسيتون، ثمّ سمّ المركّب العضوي النّاتج.

الجواب:

1- برومو بروبان -2- ون

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

يُمرّر بخار غول أوليّ على مسحوق النّحاس المسخّن إلى الدّرجة 300 °C، فيتشكّل 2.2 g من ألدهيد، ثمّ يُعامل هذا الألدهيد مع كافيّة من محلول تولن، فيتشكّل راسب كتلته 10.8 g **المطلوب:**

❶ اكتب المعادلتين المعبّرتين عن التّفاعلين الحاصلين.

❷ احسب الكتلة موليّة لكلٍّ من الألدهيد والغول. الأوزان الذريّة: $Ag:108\ ,\ C:12\ ,\ O:16\ ,\ H:1$

❸ استنتج الصّيغة نصف المنشورة لكلٍّ من الألدهيد والغول، واكتب اسم كل منهما.

الحل:

❶

$$R-CH_2-OH \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + H_2$$

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + (2Ag^+ + 3OH^-) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط قلوي}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + 2Ag + 2H_2O$$

❷

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + (2Ag^+ + 3OH^-) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط قلوي}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + 2Ag + 2H_2O$$

M g — 2×108 g

2.2 g — 10.8 g

$$\Rightarrow M_{\text{ألدهيد}} = \frac{2.2\times2\times108}{10.8} = 44\ g.mo\ell^{-1}$$

وهي الكتلة موليّة للألدهيد.

فتكون الكتلة موليّة للغول الأوّلي: $M_{\text{الدهيد}} + 2 = 46\ g.mo\ell^{-1}$

❸

$$R-CHO = 44\ \ g.mol^{-1}$$

$$R+12+1+16=44$$

$$R=15$$

$$C_nH_{2n+1}=15$$

$$12n+2n+1=15$$

$$14n=14 \Rightarrow n=1 \Rightarrow R: CH_3- \quad \text{جذر متيل}$$

فتكون صيغة الألدهيد: $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ إيتانال

وصيغة الغول الأوّلي: CH_3-CH_2-OH إيتانول

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثانية: نعامل 10 mL من محلول الإيتانال تركيزه $0.5\ mol.L^{-1}$ بكميّة كافية من محلول فهلنغ فيتكوّن راسب أحمر آجرّي من أكسيد النّحاس I . **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة التّفاعل الحاصل واحسب كتلة الرّاسب.

❷ للحصول على 5 L من محلول الإيتانال السّابق يؤكسَد الإيتانول. اكتب معادلة التّفاعل الحاصل ثمّ احسب كتلة الإيتانول اللاّزمة لذلك. الأوزان الذريّة: $H:1\ ,\ O:16\ ,\ C:12\ ,\ Cu:64$

الحل:

❶

نحسب أولاً عدد مولات الإيتانال:

$$n = C_{mol.\ell^{-1}}.\ V = 0.5\times10\times10^{-3} = 5\times10^{-3}\ mol$$

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \ + \ (2Cu^{2+} + 5OH^-) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط قلوي}} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- \ + \ Cu_2O \ + \ 3H_2O$$

1 mol — 144 g

5×10^{-3} mol — m g

$$\Rightarrow m = \frac{5\times10^{-3}\times144}{1} = 0.72\ g$$

❷ نحسب عدد مولات الإيتانال:

$$n = C_{mol.\ell^{-1}}.\ V = 0.5\times5 = 2.5\ mol$$

$$CH_3-CH_2-OH \ + \ (O) \longrightarrow CH_3-CHO \ + \ H_2O$$

46 g — 1 mol

x g — 2.5 mol

$$\boxed{\Rightarrow x = \frac{2.5\times46}{1} = 115\ g}$$

==========

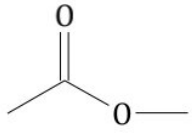
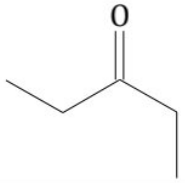
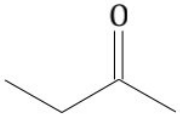
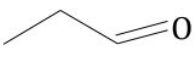
أسئلة ومسائل وظيفة

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ تشترك الألدهيدات والكيتونات بوجود زمرة:

a	الكربونيل.	b	الفورميل.	c	الهدروكسيل.	d	الكربوكسيل.

❷ إحدى الصّيغ الهيكليّة الآتية تمثّل كيتون متناظر هي:

a		b		c		d	

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

❸ يُرجَع البروبانون بالهدروجين، بوجود البلاديوم كوسيط وينتج:

a	بروبانال.	b	حمض البروبانوئيك.	c	بروبان -2- ول.	d	بروبان -1- ول.

❹ المركّب الذي يتفاعل مع كاشف فهلنغ من بين المركّبات الآتية:

a	بروبان -2- ون.	b	ميتانوات الإتيل.	c	حمض الإيتانوئيك.	d	إيتانال.

❺ ينتج حمض البروبانوئيك من تفاعل:

a	أكسدة البروبانون.	b	إرجاع البروبان -2- ون.	c	أكسدة البروبانال.	d	إمرار البروبانول على مسحوق النّحاس المسخّن

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

❶ درجات غليان الألدهيدات أقل من درجات غليان الأغوال الموافقة.

❷ تقل مزوجيّة الكيتونات في الماء بزيادة كتلتها الجزيئيّة.

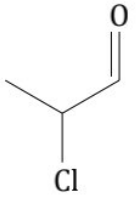
❸ تتأكسد الألدهيدات بسهولة بينما تقاوم الكيتونات الأكسدة في الشّروط ذاتها.

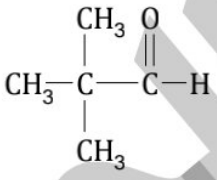
ثالثاً: أجب عن السّؤالين الآتيين:

❶ اكتب الصّيغة نصف المنشورة والصّيغة الهيكليّة لكلّ من المركّبين الآتيين:

2- متيل بوتانال ، 3،3- ثنائي متيل بوتان -2- ون

❷ سمّ كلاً من المركّبين الآتيين وفق قواعد الـ IUPAC:





رابعاً: أكمل المعادلات الآتية:

$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + HCN \longrightarrow$	$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + (2Ag^{+} + 3OH^{-}) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط قلوي}}$
$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + (2Cu^{2+} + 5OH^{-}) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط قلوي}}$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + I_2 \longrightarrow$

خامساً: حل المسألة الآتية:

نعامل 0.5 L من محلول الإيتانال بكميّة كافية من كاشف تولن، فيتشكّل راسب كتلته 5.4 g **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.

❷ احسب التّركيز المولي لمحلول الإيتانال.

❸ احسب كتلة الإيتانول اللاّزمة للحصول على 10 L من محلول الإيتانال السّابق.

الأوزان الذريّة: H:1 , O:16 , C:12 , Ag:108

انتهت الوظيفة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أولاً: الصّيغة العامّة للحموض الكربوكسيليّة:

الصّيغة العامّة: $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ أو: $R-COOH$ الزّمرة الوظيفيّة: $-COOH$

ثانياً: الخاصيّات الفيزيائية للحموض الكربوكسيليّة:

سؤال: أعط تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

① **تفوّق الصّفة القطبيّة للحموض الكربوكسيليّة مقارنة مع باقي المواد العضويّة.**

الجواب: لأن زمرة الكربوكسيل ($-COOH$) تحوي زمرتين قطبيّتين هما: الهدروكسيل ($-OH$) والكربونيل ($-CO$).

② **ارتفاع درجة غليان الحموض الكربوكسيليّة مقارنةً بالمواد العضويّة الموافقة لها بعدد ذرات الكربون.**

الجواب: يعود ذلك لسببين:

a) تفوّق الصّفة القطبيّة للحموض الكربوكسيليّة حيث أنّ زمرة الكربوكسيل $-COOH$ تحتوي على زمرتين قطبيتين هما الهدروكسيل $-OH$ والكربونيل $C=O$

b) تشكيل رابطتين هدروجينيّتين بين كل جزيئين من الحمض الكربوكسيلي.

③ **تتمازج الحموض الكربوكسيليّة التي تحوي (1-4) ذرّات كربون في الماء بالنّسب كافّةً.**

الجواب: بسبب تشكّل الروابط الهدروجينيّة بين جزيئات الحموض الكربوكسيليّة وجزيئات الماء.

④ **يتناقص تمازُج الحموض الكربوكسيليّة في الماء بازدياد كتلتها المولّية (الجزيئيّة).**

الجواب: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبيّ ($-COOH$) وزيادة تأثير الجزء غير القطبيّ (R).

ثالثاً: تحضير الحموض الكربوكسيليّة:

① الأكسدة التامّة للأغوال الأولية:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن الأكسدة التامّة للغول الأولي بوجود مؤكسد قوي في وسط حمضي.

الجواب:

$$R-CH_2-OH+2(O)\xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7}R-COOH+H_2O$$

غول أولي — حمض كربوكسيلي

② أكسدة الألدهيدات:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن أكسدة البروبانال، ثمّ سمّ المركّب النّاتج.

الجواب:

$$CH_3-CH_2-CHO+(O)\xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7}CH_3-CH_2-COOH$$

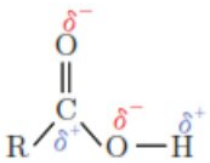
بروبانال — حمض البروبانوئيك

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رابعاً: الخاصيّات الكيميائيّة للحموض الكربوكسيليّة:

① الخاصية الحمضية:

تعود الصّفة الحمضيّة لهذه المركّبات إلى قطبيّة الرّابطة $\rangle C=O$ التي تزيد من قطبيّة الرّابطة $(O-H)$ ممّا يؤدي إلى سهولة مغادرة البروتون H^+ في المحلول المائي.



سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تأيّن الحمض الكربوكسيلي في الماء.

الجواب:

$$R-COOH + H_2O \rightleftharpoons R-COO^- + H_3O^+$$

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تأيّن حمض البروبانوئيك، وحدّد عليها الأزواج المترافقة بحسب نظريّة برونشتد - لوري.

الجواب:

$$\underset{\text{حمض (1)}}{CH_3-CH_2-COOH} + \underset{\text{أساس (2)}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{أساس مرافق (1)}}{CH_3-CH_2-COO^-} + \underset{\text{حمض مرافق (2)}}{H_3O^+}$$

a) التفاعل مع الأسس:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع هدروكسيد الصّوديوم، ثمّ سمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

$$R-COOH + NaOH \longrightarrow \underset{\text{كربوكسيلات الصّوديوم}}{R-COONa} + H_2O$$

b) التفاعل مع المعادن:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع المغنزيوم، ثمّ سمّ المركّب العضوي النّاتج.

الجواب:

$$2R-COOH + Mg \longrightarrow \underset{\text{كربوكسيلات المغنزيوم}}{(R-COO)_2Mg} + H_2$$

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل حمض الميتانوئيك مع الحديد، ثمّ سمّ المركّب العضوي النّاتج.

الجواب:

$$2H-COOH + Fe \longrightarrow \underset{\text{نملات الحديد II}}{(H-COO)_2Fe} + H_2$$

c) التفاعل مع الأملاح:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل حمض الخل مع كربونات الصّوديوم، ثمّ سمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

$$2CH_3-COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow \underset{\text{خلات الصّوديوم}}{2CH_3-COONa} + H_2O + CO_2$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل حمض الميتانويك مع كربونات الكالسيوم، ثمّ سمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

$$2H-COOH + CaCO_3 \longrightarrow (H-COO)_2Ca + H_2O + CO_2$$

نملات الكالسيوم

② التفاعل مع النشادر:

سؤال: تتفاعل الحموض العضويّة (الكربوكسيليّة) مع النّشادر وينتج ملح كربوكسيلات الأمونيوم الذي يتفكّك بالتّسخين إلى الأميد الموافق والماء. **المطلوب:** اكتب المعادلات الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعلات الحاصلة.

الجواب:

$$R-COOH + NH_3 \longrightarrow R-COO^-NH_4^+ \xrightarrow{\Delta} R-CO-NH_2 + H_2O$$

حمض كربوكسيلي — نشادر — كربوكسيلات الأمونيوم — أميد — ماء

③ تفاعل البلمهة ما بين الجزيئية:

يتم فيها حذف جزيئة ماء من جزيئتين من الحمض بوجود خماسي أكسيد الفوسفور ويتشكّل بلا ماء الحمض الكربوكسيلي.

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل البلمهة ما بين الجزيئيّة للحموض الكربوكسيليّة، مع ذكر الحفّاز.

الجواب:

$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \xrightarrow{P_2O_5} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R + H_2O$$

بلا ماء الحمض الكربوكسيلي

اسم الحفّاز: خماسي أكسيد الفوسفور P_2O_5

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل البلمهة ما بين الجزيئيّة لحمض الإيتانويك، ثمّ سمّ المركّب النّاتج.

الجواب:

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \xrightarrow{P_2O_5} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + H_2O$$

بلا ماء حمض الإيتانوئيك

④ التفاعل مع خماسي كلور الفوسفور:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيليّ مع خماسي كلور الفوسفور، ثمّ سمّ النّواتج.

الجواب:

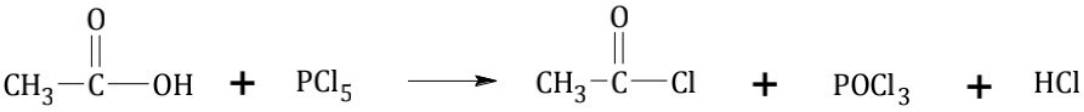
$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + PCl_5 \longrightarrow R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-Cl + POCl_3 + HCl$$

غاز كلور الهدروجين — فوسفوريل كلوريد — كلوريد أسيل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل حمض الإيتانويك مع خماسي كلور الفوسفور.

الجواب:



⑤ تفاعلات الإرجاع:

a) الإرجاع بوجود رباعي هدريد الليثيوم والألمنيوم:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إرجاع الحمض الكربوكسيلي بوجود رباعي هدريد الليثيوم والألمنيوم، ثمّ سمّ النّواتج.

الجواب:

حمض كربوكسيلي — غول أوليّ — ماء

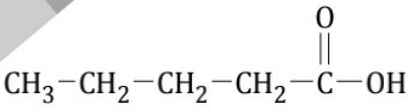
b) الإرجاع بوجود البلاديوم:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إرجاع الحمض الكربوكسيلي بوجود حفّاز (البلاديوم)، ثمّ سمّ النّواتج.

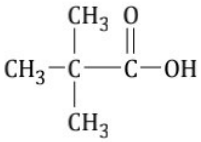
الجواب:

حمض كربوكسيلي — ألدهيد — ماء

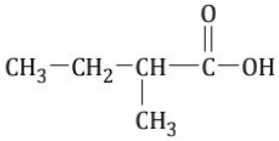
سؤال: حمض كربوكسيلي نظاميّ صيغته المجملة $C_5H_{10}O_2$. **المطلوب:** اكتب متصاوغاته وسمّها، ثمّ اذكر نوع التّصاوغ.



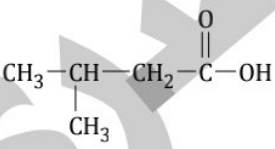
المتصاوغات هي:



حمض 2،2- ثنائي متيل بروبانوئيك



حمض 2- متيل بوتانوئيك



حمض 3- متيل بوتانوئيك

نوع التصاوغ: تصاوغ سلسلي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: غول أوليّ مشبعّ وحيد الوظيفة $R-CH_2-OH$ يُؤكسَد أكسدة تامّة، ثمّ يُعامل ناتج الأكسدة مع هدروكسيد البوتاسيوم فينتج ملحاً كتلته $\frac{56}{37}$ من كتلة ناتج الأكسدة، **المطلوب:**

❶ اكتب معادلات التّفاعلات الحاصلة.

❷ استنتج صيغة ناتج الأكسدة وسمّه.

❸ استنتج صيغة الغول المُستعمَل، وسمّه.

الأوزان الذريّة: $H:1\ ,\ C:12\ ,\ O:16\ ,\ K:39$

الحل:

❶

$$R-CH_2-OH+2(O)\longrightarrow R-COOH+H_2O$$

$$R-COOH+KOH\longrightarrow R-COOK+H_2O$$

❷

$$R-COOH+KOH\longrightarrow R-COOK+H_2O$$

M g	$(M+38)$ g
x g	$(\frac{56}{37}\ x)$ g

$$M.(\frac{56}{37}\ x)=x\ (M+38)$$

$$\frac{56}{37}M-M=38$$

$$\frac{19}{37}M=38$$

$$\boxed{\Rightarrow M=74\ g.mol^{-1}}$$

وهي الكتلة الموليّة للحمض الكربوكسيلي.

❸

$$R-COOH=74\ g.mol^{-1}$$

$$R+12+16+16+1=74$$

$$R=29$$

$$C_nH_{2n+1}=29$$

$$12n+2n+1=29$$

$$\Rightarrow n=2$$

$$\Rightarrow R:C_2H_5-$$ جذر إتيل

فتكون صيغة ناتج الأكسدة (الحمض الكربوكسيلي):

$$CH_3-CH_2-COOH$$

حمض البروبانوئيك

وتكون صيغة الغول المستعمل:

$$CH_3-CH_2-CH_2-OH$$

الإيتانول

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثانية: محلول حمض الخل تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ وثابت تأيّنه 2×10^{-5} . **المطلوب:**

❶ احسب قيمة pH المحلول.

❷ لاستحصال 5 L من المحلول السّابق يُؤكسَد الإيتانول أكسدة تامّة:

a) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

b) احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك.

❸ نفاعل 1 L من الحمض السّابق مع هدروكسيد الصّوديوم. **المطلوب:** احسب كتلة الملح النّاتج.

الأوزان الذريّة: $H:1\ ,\ O:16\ ,\ C:12$

الحل:

❶

بما أنّ حمض الخل ضعيف يكون:

$$[H_3O^+]=\sqrt{K_a.C_a}=\sqrt{2\times10^{-5}\times0.05}=10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$pH=-\log[H_3O^+]=-\log(10^{-3})=3$$

❷

(a

$$CH_3-CH_2-OH+2(O)\longrightarrow CH_3-COOH+H_2O$$

(b

نحسب أولاً عدد مولات حمض الخل:

$$n=C_{mol.\ell^{-1}}.\ V=0.05\times5=0.25\ mol$$

$$CH_3-CH_2-OH+2(O)\longrightarrow CH_3-COOH+H_2O$$

46 g	1 mol
x g	0.25 mol

$$\Rightarrow x=\frac{46\times0.25}{1}=11.5\ g$$

❸

نحسب عدد مولات حمض الخل:

$$n=C_{mol.\ell^{-1}}.\ V=0.05\times1=0.05\ mol$$

$$CH_3COOH+NaOH\longrightarrow CH_3COONa+H_2O$$

1 mol	82 g
0.05 mol	m g

$$\Rightarrow m=\frac{82\times0.05}{1}=4.1\ g$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة: نعامل 6 g من حمض كربوكسيلي وحيد الوظيفة مع ملح كربونات الصّوديوم فينطلق غاز حجمه 1.12 L في الشّرطين النّظاميّين. **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة التّفاعل الحاصل واحسب الكتلة المولّية للحمض.

❷ أوجد الصّيغة نصف المنشورة للحمض وسمّه.

❸ يُحل 3 g من الحمض السّابق في 1 L من الماء المقطّر. فإذا علمت أنّ درجة تأيّن هذا الحمض 2 % . **المطلوب:** احسب pH المحلول.

الأوزان الذريّة: $Na:23\ ,\ C:12\ ,\ O:16\ ,\ H:1$

الحل:

❶

$$2R-COOH+Na_2CO_3 \longrightarrow 2R-COONa+H_2O+CO_2$$

$2\times M$ g — 22.4 L

6 g — 1.12 L

$$\Rightarrow M=\frac{6\times 22.4}{1.12\times 2}=60\ g.mol^{-1}$$

❷

$$R-COOH=60\ g.mol^{-1}$$

$$R+12+16+16+1=60$$

$$R=15 \Leftrightarrow C_nH_{2n+1}=15$$

$$12n+2n+1=15$$

$$14n=14 \Rightarrow n=1$$

$\Rightarrow R: CH_3-$ جذر متيل

فتكون صيغة الحمض الكربوكسيلي:

CH_3-COOH

حمض الإيتانوئيك

❸

$$C_{g.\ell^{-1}}=\frac{m}{V}=\frac{3}{1}=3\ g.L^{-1}$$

$$C_{mol.\ell^{-1}}=\frac{C_{g.\ell^{-1}}}{M}=\frac{3}{60}=0.05\ mol.L^{-1}$$

$$\alpha=\frac{[H_3O^+]}{C_a}\Rightarrow\frac{2}{100}=\frac{[H_3O^+]}{0.05}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+]=\frac{2\times 0.05}{100}=10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$pH=-\ell og[H_3O^+]=-\ell og(10^{-3})=3$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أسئلة ومسائل وظيفة

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

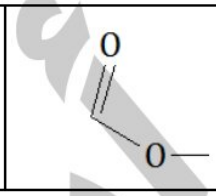
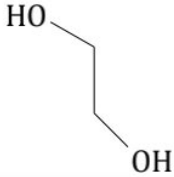
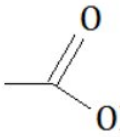
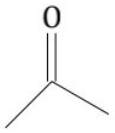
❶ يُرجَع حمض الإيتانوئيك إلى الإيتانال بتفاعله مع الهدروجين وبوجود حفّاز هو:

a	P_2O_5	b	PCl_4	c	$LiAlH_4$	d	Pd

❷ يتفاعل حمض البروبانوئيك مع النّشادر بالتّسخين فيتشكّل:

a	البروبانال.	b	بروبان أميد.	c	بروبان نتريل.	d	بروبان أمين.

❸ المركّب العضويّ الذي يُعدُّ حمضاً كربوكسيليّاً من المركّبات الآتية:

a		b		c		d	

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

❶ تفوّق الصّفة القطبيّة للحموض الكربوكسيليّة مقارنة مع باقي المواد العضويّة الموافقة.

❷ نقصان مزوجيّة الحموض الكربوكسيليّة في الماء بارتفاع كتلها الجزيئيّة.

❸ درجة غليان الحموض الكربوكسيليّة أعلى من درجة غليان الألدهيدات الموافقة.

❹ تتآكل طاولات المطابخ المصنوعة من الرّخام مع مرور الزّمن.

ثالثاً: عبّر عن التّفاعلات الآتية بمعادلات كيميائيّة، وسمّ النواتج:

❶ إرجاع حمض الإيتانوئيك بوجود رباعي هدريد الليثيوم والألمنيوم.

❷ البلمهة ما بين الجزيئيّة لحمض الميتانوئيك بوجود خماسي أكسيد الفوسفور.

❸ تفاعل حمض الميتانوئيك مع كربونات الكالسيوم.

❹ تفاعل حمض الإيتانوئيك مع هدروكسيد الصّوديوم.

رابعاً: حل المسألة الآتية:

حمض كربوكسيلي نظاميّ وحيد الوظيفة $R-COOH$ يتفاعل مع هدروكسيد الصُّوديوم ويعطي ملحاً كتلته $\frac{5}{4}$ من كتلة الحمض. **المطلوب:**

❶ اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

❷ احسب الكتلة المولّية للحمض.

❸ استنتج صيغة الحمض وسمّه.

الأوزان الذريّة: $H:1\ ,\ C:12\ ,\ O:16\ ,\ Na:23$

انتهت الوظيفة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- توجد الأسترات بشكل طبيعي في الفواكه وتكسبها روائح ونكهات مميّزة وتُستخدم في المنكّهات الاصطناعيّة والعطور.

أولاً: الصيغة العامّة والزمرة الوظيفيّة للأسترات:

الصّيغة العامّة: $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R'$ أو $R-COO-R'$

الزمرة الوظيفيّة: الزّمرة الأستريّة $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$

-تختلف الأسترات عن الحموض الكربوكسيليّة بأنّ: $(R' \neq H)$، حيث (R) جذر ألكيليّ ويمكن أن يكون ذرة هدروجين.

ثانياً: تحضير الأسترات:

① تفاعل الحموض الكربوكسيلية مع الأغوال (تفاعل الأسترة):

يسمّى تفاعل الحمض الكربوكسيليّ مع الغول بتفاعل الأسترة، يحدث على الرابطة $C-O$ في الحمض وعلى الرّابطة $O-H$ في الغول.

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الحموض الكربوكسيليّة مع الأغوال، ما اسم هذا التفاعل، وما اسم الوسيط المستعمل.

الجواب:

$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + R'-OH \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R' + H_2O$$

اسم التّفاعل: أسترة ، اسم الوسيط: حمض الكبريت.

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل حمض الميتانويك مع البروبان -1- ول، وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

$$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3-CH_2-CH_2-OH \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2-CH_2-CH_3 + H_2O$$

ميتانوات نظامي البروبيل

② تفاعل كلور الحمض الكربوكسيلي مع الغول (أو الفينول):

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل كلوريد الأستيل مع الفينول، ثمّ سمّ النواتج.

الجواب:

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-Cl + C_6H_5-OH \longrightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_6H_5 + HCl$$

غاز كلور الهدروجين إيتانوات الفنيل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل كلوريد الأستيل مع الإيتانول، ثمّ سمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

إيتانوات الإتيل

③ تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيلي مع الغول:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيلي مع الغول.

الجواب:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل بلا ماء حمض الميتانوئيك مع الإيتانول، ثمّ سمّ النّواتج.

الجواب:

حمض الميتانوئيك — ميتانوات الإتيل

ثالثاً: الخاصيّات الفيزيائية للأسترات:

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

① درجات غليان الأسترات أقل من درجات غليان الحموض الكربوكسيليّة الموافقة لها بعدد ذرات الكربون.

الجواب: لعدم وجود روابط هدروجينية بين جزيئات الأسترات ووجود هذه الروابط بين جزيئات الحموض الكربوكسيليّة.

② عدم قدرة الأسترات على تشكيل روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها.

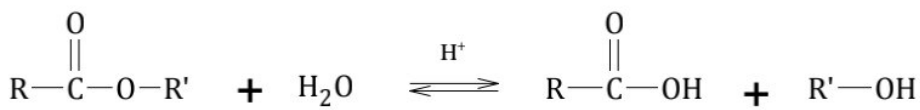
الجواب: لعدم وجود ذرّة هدروجين مرتبطة بذرّة شديدة الكهرسلبيّة.

رابعاً: الخاصيّات الكيميائية للأسترات:

① حلمهة الأسترات:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل حلمهة الأسترات بوجود حمض لا عضوي كحفّاز.

الجواب:



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل حلمهة إيتانوات الميتيل، وسمّ المركّبات العضويّة النّاتجة.

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3 + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3-OH$$

حمض الإيتانوئيك — ميتانول

② تفاعل الأسترات مع القلويات:

يتفاعل الإستر مع هدروكسيد الصّوديوم أو البوتاسيوم تفاعلاً تامّاً معطياً الغول وملح الحمض الكربوكسيليّ الموافق.

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الأستر مع هدروكسيد الصّوديوم.

الجواب:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R' + NaOH \longrightarrow R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + R'-OH$$

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إيتانوات الإتيل مع هدروكسيد البوتاسيوم.

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5 + KOH \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OK + C_2H_5-OH$$

إيتانوات البوتاسيوم — إيتانول

③ إرجاع الإسترات:

تُرجَع الأسترات بوجود رباعي هدريد الليثيوم والألمنيوم إلى الأغوال الموافقة لكلّ منها.

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إرجاع الإستر بوجود رباعي هدريد الليثيوم والألمنيوم.

الجواب:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R' + 4\,[H] \xrightarrow{LiAlH_4} R-CH_2-OH + R'-OH$$

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إرجاع ميتانوات الإتيل بوجود رباعي هدريد الليثيوم والألمنيوم، ثمّ سمّ المركّبات العضويّة الناتجة.

الجواب:

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5 + 4\,(H) \xrightarrow{LiAlH_4} CH_3-OH + C_2H_5-OH$$

ميتانول — إيتانول

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أولاً: الصيغة العامّة والزمرة الوظيفيّة للأميدات:

الصّيغة العامّة: $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$ أو: $R-CO-NH_2$ والزّمرة الوظيفيّة: $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$

ثانياً: تصنيف الأميدات:

التصنيف	أميدات أوليّة	أميدات ثانويّة	أميدات ثالثيّة
الصيغة العامة	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-N(H)(H)$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-N(R')(H)$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-N(R')(R'')$
مثال	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH-CH_3$	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-N(CH_3)(CH_3)$

ثالثاً: تحضير الأميدات:

① تفاعل الإستر مع النشادر:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الأستر مع النشادر بالتّسخين.

الجواب:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R' + NH_3 \xrightarrow{\Delta} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2 + R'-OH$$

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إيتانوات الإتيل مع النّشادر بالتّسخين، ثمّ سمّ النواتج.

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5 + NH_3 \xrightarrow{\Delta} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2 + C_2H_5-OH$$

إيتان أميد — إيتانول

② تفاعل كلور الحمض الكربوكسيلي مع الأمين الأولي:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل كلور الحمض الكربوكسيلي مع الأمين الأوّلي.

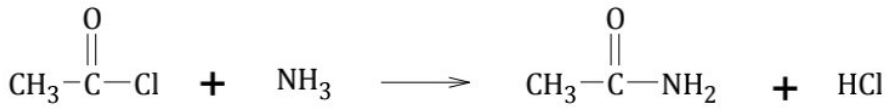
الجواب:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl + R'-NH_2 \longrightarrow R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\overset{\overset{H}{|}}{N}-R' + HCl$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل كلوريد الأستيل مع النّشادر، ثمّ سمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

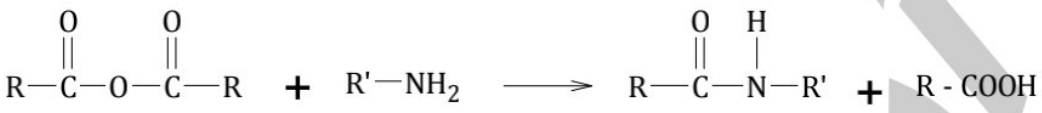


إيتان أميد

③ تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيلي مع الأمين الأولي:

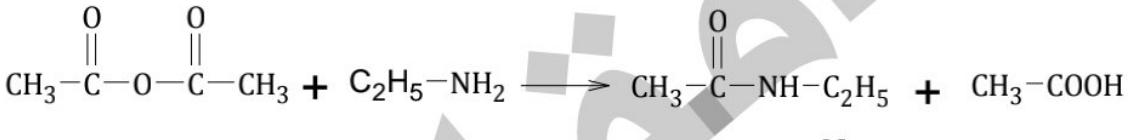
سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيلي مع الأمين الأوّلي.

الجواب:



سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل بلا ماء حمض الإيتانوئيك مع إيتان أمين، ثمّ سمّ المركّبات العضويّة النّاتجة.

الجواب:



حمض الإيتانوئيك — N- إتيل إيتان أميد

رابعاً: الخاصيّات الفيزيائية للأميدات:

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً لكلٍ ممّا يأتي:

① تستطيع الأميدات الأوليّة والثّانويّة تشكيل روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها.

الجواب: بسبب وجود ذرة هدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبيّة (النّتروجين).

② عدم تشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئات الأميدات الثّالثيّة.

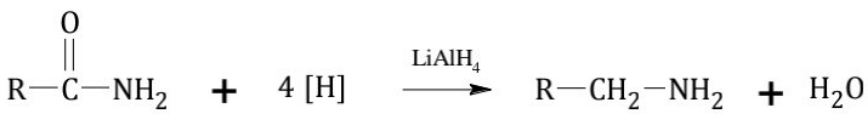
الجواب: بسبب عدم وجود ذرة هدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبيّة (النّتروجين).

خامساً: الخاصيّات الكيميائيّة للأميدات:

① إرجاع الأميدات:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إرجاع الأميدات بوجود رباعي هدريد الليثيوم والألمنيوم.

الجواب:



أميد — أمين

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

② حلمهة الأميدات:

ينتج عن حلمهة الأميد الأوليّ في وسط حمضي، الحمض الكربوكسيلي الموافق والنّشادر.

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل حلمهة الأميد في وسط حمضي.

الجواب:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2 + H_2O \xrightarrow{H_3O^+} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + NH_3$$

حل المسألة الآتية:

يتفاعل الإيتانول مع حمض كربوكسيلي نظاميّ وحيد الوظيفة الكربوكسيليّة فيتشكّل مركّب عضويّ كتلته الموليّة $88\ g.mol^{-1}$. **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.

❷ استنتج صيغة الحمض الكربوكسيليّ، وسمّه. ❸ استنتج صيغة المركّب العضويّ النّاتج، وسمّه.

الأوزان الذريّة: $H:1\ ,\ C:12\ ,\ O:16$

الحل:

❶

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3-CH_2-OH \rightleftharpoons R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_3 + H_2O$$

❷ من الفرض:

$$R-COO-CH_2-CH_3 = 88\ g.mol^{-1}$$

$$R+12+16+16+12+2+12+3=88 \Rightarrow R=15$$

$$C_nH_{2n+1}=15$$

$$12n+2n+1=15 \Rightarrow n=1$$

$$R: CH_3- \quad \text{جذر متيل}$$

وبالتالي تكون صيغة الحمض الكربوكسيليّ:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$$

حمض الإيتانوئيك

❸ وتكون صيغة المركّب العضويّ النّاتج:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_3$$

إيتانوات الإتيل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

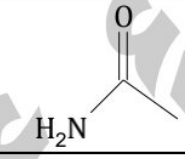
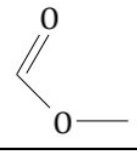
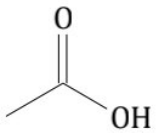
أسئلة ومسائل وظيفة

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ ينتج من تفاعل ميتانوات الإتيل مع النّشادر الإيتانول و:

a	ميتانول.	b	إيتان أمين.	c	إيتان أميد.	d	ميتان أميد.

❷ المركّب العضويّ الذي يُعد أميد من المركّبات الآتية:

a		b		c		d	

❸ تفاعل الأسترة يحدث في الحمض الكربوكسيليّ على الرابطة:

a	$C=O$	b	$O-H$	c	$C-C$	d	$C-O$

❹ أحد هذه المركّبات الآتية يشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئاته:

a	بروبان -2- ون.	b	2- متيل بوتانوات الإتيل	c	N- متيل ميتان أميد.	d	ميتانال.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

❶ درجات غليان الإسترات أقل من درجات غليان الحموض الكربوكسيليّة الموافقة.

❷ المركّب N,N- ثنائي متيل إيتان أميد غير قادر على تشكيل روابط هدروجينيّة بين جزيئاته.

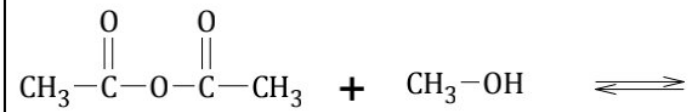
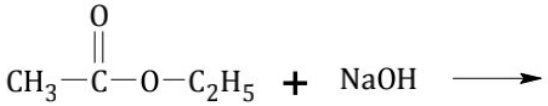
ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

❶ مركّب عضويّ يتفاعل مع بلا ماء حمض الإيتانوئيك فينتج حمض الإيتانوئيك و N- إتيل إيتان أميد. **والمطلوب:**

a) ما صيغة هذا المركّب.

b) اكتب المعادلة المعبّرة عن التفاعل.

❷ أكمل المعادلات الآتية:

انتهت الوظيفة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أولاً: الصيغة العامّة والزمرة الوظيفيّة للأمينات:

الصّيغة العامّة: $R-NH_2$ الزّمرة الوظيفيّة: $-NH_2$

- الأمينات مركّبات عضويّة مشتقّة من النّشادر (الأمونيا)، حيث يحل جذر ألكيليّ R أو أكثر أو جذر أرّيل Ar أو أكثر محل ذرة هدروجين أو أكثر.

ثانياً: تصنيف الأمينات:

التصنيف	أمينات أوليّة	أمينات ثانويّة	أمينات ثالثيّة
الصيغة العامة	$R-N(H)(H)$	$R-N(R')(H)$	$R-N(R')(R'')$
أمثلة	$CH_3-N(H)(H)$	$CH_3-N(CH_3)(H)$	$CH_3-N(CH_3)(CH_3)$

ثالثاً: بعض طرق تحضير الأمينات:

① تفاعل النشادر مع هاليد الألكيل:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل هاليد الألكيل مع النّشادر في شروط مناسبة. الجواب:

$$R-X+NH_3 \longrightarrow R-NH_2+HX$$

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل يودو الإيتان مع النّشادر في شروط مناسبة، ثمّ سمّ المركّب العضوي النّاتج.

الجواب:

$$CH_3-CH_2-I+NH_3 \longrightarrow CH_3-CH_2-NH_2+HI$$

② تفاعل الغول مع النشادر:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الميتانول مع النّشادر في شروط مناسبة، ثمّ سمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

$$CH_3-OH+NH_3 \xrightarrow{Al_2O_3} CH_3-NH_2+H_2O$$

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الميتانول مع ميتان أمين في شروط مناسبة وبوجود أكسيد الألمنيوم كوسيط، ثمّ صنّف الأمين النّاتج (أولي، ثانوي، ثالثي).

الجواب:

$$CH_3-OH+CH_3-NH_2 \xrightarrow{Al_2O_3} CH_3-NH-CH_3+H_2O$$

أمين ثانوي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

③ إرجاع النتريلات:

سؤال: اكتب معادلة تفاعل إرجاع بروبان نتريل بوجود الهدروجين على سطح حفّاز من النّيكل وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.

الجواب:

$$CH_3 - CH_2 - CN + 4(H) \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - NH_2$$

بروبان -1- أمين

رابعاً: الخاصيّات الفيزيائيّة للأمينات:

أعطِ تفسيراً علمياً: درجة غليان الأمينات الأوليّة والثانويّة أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة لها.

الجواب: لأن الأمينات الأوليّة والثّانويّة تستطيع تشكيل روابط هدروجينيّة فيما بينها، بينما لا تستطيع الألكانات تشكيل هذه الروابط بين جزيئاتها.

خامساً: الخاصيّات الكيميائيّة للأمينات:

سؤال: أعطِ تفسيراً علمياً: تعتبر الأمينات أسس ضعيفة.

الجواب: لأنّ الأمينات تحوي زوج الكتروني حر على ذرة النتروجين، فهي قادرة على منحه أو استقبال بروتون.

① تأيّن الأمينات في الماء:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تأيّن الأمين الأولي في الماء.

الجواب:

$$R - NH_2 + H_2O \rightleftharpoons R - NH_3^+ + OH^-$$

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تأيّن إيتان أمين.

الجواب:

$$CH_3 - CH_2 - NH_2 \quad + \quad H_2O \quad \rightleftharpoons \quad CH_3 - CH_2 - NH_3^+ \quad + \quad OH^-$$

② تفاعل الأمينات مع الحموض:

سؤال: اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل إيتان أمين مع حمض كلور الماء.

الجواب:

$$CH_3 - CH_2 - NH_2 + HCl \longrightarrow CH_3 - CH_2 - NH_3^+ + Cl^-$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حل المسألة الآتية:

محلول مائيّ للميتان أمين تركيزه $0.5\ mol.L^{-1}$، وقيمة $pH = 12$. **المطلوب:**

❶ اكتب معادلة تأيّنه، ثم حدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) بحسب نظريّة برونشتد – لوري.

❷ احسب قيمة درجة تأيّنه.

❸ احسب قيمة ثابت تأيّنه.

❹ للحصول على 10 L من محلول ميتان أمين السّابق، نُرجع ميتان أميد بوجود رباعي هدريد الليثيوم والألمنيوم. **المطلوب:**

a) اكتب معادلة التّفاعل الحاصل. b) احسب كتلة الأميد اللاّزمة لذلك.

الأوزان الذريّة: $H:1\ ,\ C:12\ ,\ N:14\ ,\ O:16$

الحل:

❶

$$CH_3-NH_2 \quad + \quad H_2O \quad \rightleftharpoons \quad CH_3-NH_3^+ \quad + \quad OH^-$$

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

❷

$$pH = 12 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-12}\ mol.L^{-1}$$

$$K_w = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-12}} = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} = \frac{10^{-2}}{0.5} = 2\times10^{-2}$$

وكنسبة مئويّة: $\alpha\% = 2\times10^{-2}\times100\% = 2\%$

❸

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

$$[OH^-]^2 = K_b.C_b$$

$$\Rightarrow K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b} = \frac{(10^{-2})^2}{0.5} = 2\times10^{-4}$$

❹

a) $$H-CO-NH_2 + 4(H) \xrightarrow{LiAlH_4} CH_3-NH_2 + H_2O$$

b) نحسب أولاً عدد مولات ميتان أمين:

$$n = C_{mol.\ell^{-1}}.V = 0.5\times10 = 5\ mol$$

$$H-CO-NH_2 + 4(H) \longrightarrow CH_3-NH_2 + H_2O$$

45 g — 1 mol

m g — 5 mol

$$m = \frac{5\times45}{1} = 225\ g$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

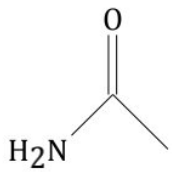
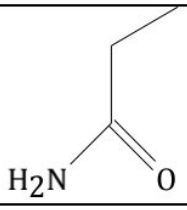
أسئلة ومسائل وظيفة

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

❶ ينتج من إرجاع بروبان نتريل:

a	بروبان أميد.	b	بروبان أمين.	c	إيتان أمين.	d	إيتان أميد.

❷ المركّب العضويّ الذي يُعد من الأمينات من الصّيغ الآتية هو:

a		b		c		d	

❸ الرابطة $C-N$ تميّز المركّب العضوي الآتي:

a	أميد.	b	نتريل.	c	أمين.	d	إستر.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

❶ درجات غليان الأمينات الأوليّة والثّانويّة أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة.

❷ مزوجيّة ميتان أمين شديدة في الماء.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

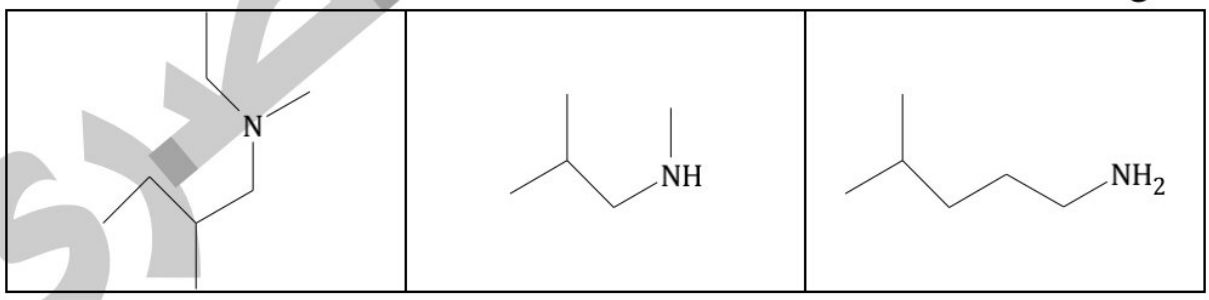
❶ إذا علمت أنّ قيمة ثابت تأيّن النّشادر $K_b = 2\times10^{-5}$ وقيمة ثابت تأيّن ميتان أمين $K_b = 2\times10^{-4}$. **المطلوب:**

a) اكتب معادلة تأيّن كل منهما. b) حدّد أيّهما أساس أقوى مفسّراً إجابتك.

❷ مركّب عضوي يتفاعل مع الإيتانول وينتج N,N- ثنائي إتيل إيتان أمين والماء. **المطلوب:**

a) ما صيغة هذا المركّب. b) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التفاعل الحاصل.

❸ لديك الصّيغ الهيكليّة للأمينات الآتية:



المطلوب: a) اكتب الصّيغة نصف المنشورة للأمينات السّابقة ثمّ سمّها وفق قواعد الـ IUPAC.

b) صنّفها إلى أمينات (أوليّة – ثانويّة – ثالثيّة).

❹ أكمل المعادلات الآتية:

$C_3H_7-CN+4(H)\longrightarrow$	$C_2H_5-Br+NH_3\longrightarrow$	$CH_3-CH_2-OH+CH_3-CH_2-NH_2\longrightarrow$

انتهت الوظيفة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner