الكيمياء النّوويّة

مراجعة

- تحتوي النّواة على بروتونات موجبة الشّحنة ونيوترونات معتدلة الشّحنة.
- العدد الذّرّيّ Z هو عدد البروتونات في النّواة(عدد الشحنة)
- العدد الكتلي A هو مجموع عددي البروتونات والنّيوترونات N.

- يُرمز لنواة العنصر: ${}^{A}_{Z}X$ مثال ${}^{23}_{11}Na$

إضاءة
رموز بعض الجسيمات النووية

الجسيم	رمزه
نيوترون	${}^{1}_{0}n$
بروتون	${}^{1}_{1}H$ أو ${}^{1}_{1}p$
جسيم بيتا (إلكترون سالب)	${}^{0}_{-1}\beta$ أو ${}^{0}_{-1}e$
جسيم ألفا	${}^{4}_{2}\alpha$ أو ${}^{4}_{2}He$
بوزيترون (إلكترون موجب)	${}^{0}_{+1}\beta$ أو ${}^{0}_{+1}e$

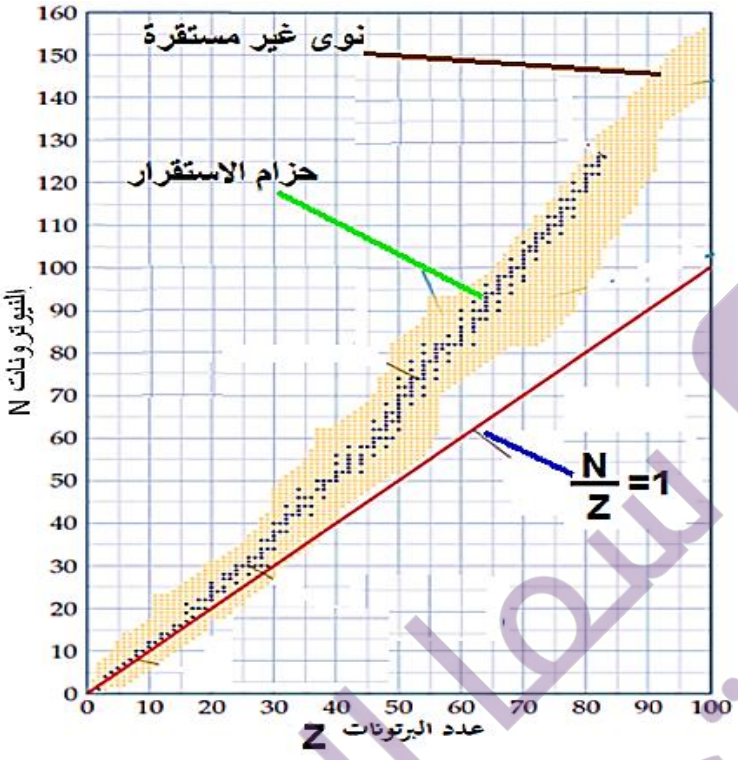
الاستقرار النّوويّ:

تقع النّوى المستقرّة ضمن منطقة تسمّى حزام الاستقرار، وغير المستقرّة تقع خارجه.

تطبيق(1):

قارن بين النوى المستقرة ذات الأعداد الذريّة الصغيرة وذات الأعداد الذريّة الكبيرة من حيث النسبة $\frac{N}{Z}$

- ذات الأعداد الذّرّيّة الصّغيرة النّسبة $\frac{N}{Z} \approx 1$
ذات الأعداد الذّرّيّة الكبيرة $\frac{N}{Z} > 1$.



ملاحظة:النّسبة $\frac{N}{Z}$ لنظير غير مستقرّ لا تساوي

النّسبة $\frac{N}{Z}$ لنظير مستقرّ

أنواع التحوّلات النّوويّة (النّشاط الإشعاعيّ الطّبيعيّ):

تَحدث داخل النّواة غير المستقرّة متحوّلة إلى نواة أخرى أكثر استقراراً، يرافقها انطلاق جسيمات خارج النّواة، وانطلاق طاقة على شكل أمواج كهرطيسيّة وفق الآتي:

1- تحوّل من النّوع بيتا: هو إطلاق النواة لجسيم بيتا يَحدث في النّوى التي تقع فوق حزام الاستقرار

علل إطلاق النواة لجسيم بيتا: نتيجة تحوّل نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فينطلق جسيم بيتا خارج النواة وفق المعادلة الآتية: ${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e$

يُعبَّر عنه بالمعادلة النّوويّة العامّة الآتية: ${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e + Energy$

تطبيق(2): تحوّل نواة الكربون إلى نواة النتروجين ${}^{14}_{7}N$ مطلقة جسيم، اكتب المعادلة النّوويّة محدّداً نوع التحوّل ثمّ حدّد موقع ${}^{14}_{6}C$ بالنسبة إلى حزام الاستقرار

${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + Energy$ ${}^{14}_{6}C$ تحول من النوع بيتا وتقع النواة ${}^{14}_{6}C$ فوق حزام الاستقرار

2- تحوّل من النّوع بوزيترون: هو إطلاق النواة لجسيم بوزيترون يحدث في النّوى التي تقع تحت حزام الاستقرار

علل إطلاق النواة لجسيم بوزيترون: نتيجة تحوّل بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة فينطلق بوزيترون خارج النواة وفق المعادلة الآتية: ${}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$

ويعبّر عنه بالمعادلة النّوويّة العامّة: ${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e + Energy$

تطبيق(3): تتحوّل نواة الكربون المشعّ ${}^{11}_{6}C$ إلى نواة البورB المستقرّ بإطلاقها بوزيترون، اكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة عن هذا التّحوّل ثمّ حدّد موقع ${}^{11}_{6}C$ بالنسبة إلى حزام الاستقرار

${}^{11}_{6}C \longrightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{0}_{+1}e + Energy$ ${}^{11}_{6}C$ وتقع النواة ${}^{11}_{6}C$ تحت حزام الاستقرار

3- الأسر الإلكترونيّ: يَحدث في النّوى الّتي تقع تحت حزام الاستقرار ولا تملك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون، حيث تَلتقط النّواةُ إلكتروناً من السّحابة الإلكترونيّة المحيطة بها ليرتبط ببروتون فيشكّل نيوترون وفق المعادلة الآتية: $_1^1H+_{-1}^0e\rightarrow{}_0^1n$

يعبّر عن هذا النّوع من التّحوّل بالمعادلة النّوويّة العامّة الآتية: $_Z^AX+{}_{-1}^0e\longrightarrow{}_{Z-1}^AY+Energy$

تطبيق(4): **1-**تتحوّل نواة الروبيديوم Rb إلى نواة الكربتون $_{36}^{81}Kr$ عندما تأسر أحد إلكترونات السّحابة الإلكترونيّة المحيطة بها اكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة عن التحوّل ثمّ حدّد موقع نواة الروبيديوم بالنسبة إلى حزام الاستقرار

$_{37}^{81}Rb+{}_{-1}^0e\longrightarrow{}_{36}^{81}Kr+Energy$ وتقع نواة الروبيديوم تحت حزام الاستقرار

2-تلتقط نواة عنصر الأرغون $_{18}^{37}Ar$ إلكتروناً من مدار داخليّ لها متحوّلة إلى نواة عنصر الكلور Cl اكتب المعادلة المعبّرة عن هذا التحوّل النّوويّ ثمّ حدّد موقع نواة $_{18}^{37}Ar$ بالنسبة إلى حزام الاستقرار

$_{18}^{37}Ar+{}_{-1}^0e\longrightarrow{}_{17}^{37}Cl+Energy$ وتقع نواة $_{18}^{37}Ar$ تحت حزام الاستقرار

4- التّحوّل من النّوع ألفا: هو إطلاق النواة لجسيم ألفا يمكن أن يحدث في النّوى الّتي يزيد عددها الذّريّ عن 83 حيث تُطلِق النّواة جسيم ألفا $_2^4He$، ويُعبَّر عن هذا النّوع من التّحوّل بالمعادلة النّوويّة العامّة الآتية: $_Z^AX\longrightarrow{}_{Z-2}^{A-4}Y+{}_2^4He+Energy$

تطبيق(5): تتحوّل نواة الرّاديوم $_{88}^{226}Ra$ إلى نواة الرّادون Rn بإطلاقها جسيم ألفا، اكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة عن التّحوّل

$_{88}^{226}Ra\longrightarrow{}_{86}^{222}Rn+{}_2^4He+Energy$

تطبيق(6):

1- أكمل، ثمّ وازن التحولات النّوويّة الآتية، وحدّد نوع كلّ منها:

$_{92}^{235}U\longrightarrow{}_{90}^{231}Th+{}_{2}^{4}He+Energy$ تحول الفا	$_{90}^{90}Sr\longrightarrow{}_{39}^{90}Y+{}_{-1}^0e+Energy$ تحول بيتا
$_{44}^{92}Ru+{}_{-1}^0e\longrightarrow{}_{43}^{92}Tc+Energy$ أسر إلكتروني	$_{84}^{212}Po\rightarrow{}_{82}^{208}Pb+{}_{2}^{4}He+Energy$ تحول الفا
$_{83}^{212}Bi\longrightarrow{}_{84}^{212}Po+{}_{-1}^0e+Energy$ تحول بيتا	$_{19}^{40}K+{}_{-1}^0e\longrightarrow{}_{18}^{40}Ar+Energy$ أسر إلكتروني
$_{86}^{220}Rn\longrightarrow{}_{84}^{216}Po+{}_2^4He+Energy$ تحول الفا	

2- نواة عنصر غير مستقرّ تقع فوق حزام الاستقرار، للعودة إلى حزام الاستقرار ، فإنّها تُطلق جسيم:

a) ${}_{-1}^0e$ b) ${}_{+1}^0e$ c) ${}_0^1n$ c) ${}_1^1H$

3- تتحوّل نواة الكربون $_6^{14}C$ إلى نواة النّتروجين $_7^{14}N$ ، فإنّها تطلق:

a- نيوترون b- بوزيترون c- جسيم بيتا d- جسيم ألفا $_6^{14}C\longrightarrow{}_7^{14}N+{}_{-1}^0e+Energy$

خاصّيّات جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعّة غاما: قارن - اختر الاجابة -عدد خاصيات

	جسيمات ألفا (α)	جسيمات بيتا (β)	أشعة غاما (γ)
الطّبيعة (أي التركيب)	تطابق نواة الهليوم $_2^4He$	إلكترونات عالية السّرعة.	أمواج كهرطيسيّة طاقتها عالية جداً
الشحنة	تحمل شحنتين موجبتين.	تحمل شحنة سالبة.	لا تحمل شحنة كهربائيّة.
تأيين الغازات (يرتبط بالشحنة)	تأيّن الغازات التي تمر من خلالها أكثر قدرة من بيتا.	أقلّ قدرة على تأيين الغازات من جسيمات ألفا.	أقلّ قدرة على تأيين الغازات من جسيمات بيتا.
التأثّر بالحقل الكهربائيّ (يرتبط بالشحنة)	تنحرف نحو اللبوس السالب لمكثفة مشحونة.	تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة.	لا تتأثر.
التأثّر بالحقل المغناطيسيّ (يحرف الشحنة المتحركة)	تنحرف بتأثير القوة المغناطيسية.	تنحرف بتأثير القوة المغناطيسية بجهة معاكسة لجهة انحراف جسيمات ألفا.	لا تتأثّر.
الكتلة	كتلتها تساوي أربعة أضعاف كتلة الهيدروجين العادي $_1^1H$.	كتلتها تساوي كتلة الإلكترون.	ليس لها كتلة سكونيّة.
السرعة بالنسبة لسرعة الضوء c	0.05 c	0.9 c	تساوي سرعة الضّوء c
النّفوذيّة (الأسرع نفوذيته أكبر)	نفوذيتها ضعيفة.	نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات ألفا.	نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات بيتا

تطبيق(7):

1- من خاصّيّات أشعّة غاما:

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

2- من خاصّيّات جسيمات ألفا:

a-تنحرف نحو اللبوس الموجب. b- لاتتأثّر بالحقل المغناطيسيّ. c-سرعتها أكبر من غاما. d-نفوذيّتها أقلّ من جُسيمات بيتا.

3- من خاصّيّات جسيمات بيتا:

a-لا تتأثّر بالحقل الكهربائيّ. b- لاتتأثّر بالحقل المغناطيسيّ. c-سرعتها أقل من ألفا. d-تؤين الغازات أكثر من غاما

سلاسل النَّشاط الإشعاعيّ: إطلاق لجسيمات ألفا $x\,{}^{4}_{2}He$ وجسيمات بيتا $y\,{}^{0}_{-1}e$ وتنتهي بعنصر مستقر

تطبيق(8): تتحوّل نواة اليورانيوم المشعّ $^{238}_{92}U$ إلى نواة الرّصاص المستقرّ $^{206}_{82}Pb$ وفق سلسلة نشاط إشعاعيّ الممثّل بالمعادلة الآتية: $^{238}_{92}U \rightarrow x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e + {}^{206}_{82}Pb + Energy$ والمطلوب: 1- حساب عدد التّحوّلات من النّوع ألفا x.

2- حساب عدد التّحوّلات من النّوع بيتا y. 3-اكتب المعادلة النّوويّة الكلّيّة.

الحلّ:1- $238 = 4x + y(0) + 206 \Rightarrow x = 8$

2 - $92 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 2(8) + 82 - 92 = 6$

3- $^{238}_{92}U \rightarrow 8\,{}^{4}_{2}He + 6\,{}^{0}_{-1}e + {}^{206}_{82}Pb + Energy$

تطبيق(9): يتحوّل اليورانيوم المشعّ $^{235}_{92}U$ إلى الرّصاص المستقرّ $^{207}_{82}Pb$، المطلوب:

1-احسب عدد التّحوّلات من النّمط ألفا ، والتّحولات من النّمط بيتا التي يقوم بها اليورانيوم حتّى يستقرّ .

2-اكتب المعادلة النّوويّة الكلّيّة.

1- $^{235}_{92}U \rightarrow x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e + {}^{207}_{82}Pb + Energy$

$235 = 4x + y(0) + 207 \Rightarrow x = 7$

$92 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 2(7) + 82 - 92 = 4$

2- $^{235}_{92}U \rightarrow 7\,{}^{4}_{2}He + 4\,{}^{0}_{-1}e + {}^{207}_{82}Pb + Energy$

تطبيق(10): عند تحوّل نظير الثّوريوم $^{232}_{90}Th$ المشعّ إلى نظير الرّصاص غير المشعّ $^{208}_{82}Pb$ المطلوب:

1-احسب عدد التّحوّلات من النّمط ألفا ، والتّحولات من النّمط بيتا التي تقوم بها نواة الثوريوم حتّى يستقرّ .

2-اكتب المعادلة النّوويّة الكلّيّة.

1- $^{232}_{90}Th \rightarrow x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e + {}^{208}_{82}Pb + Energy$

$232 = 4x + y(0) + 208 \Rightarrow 4x = 24 \Rightarrow x = 6$

$90 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 2(6) + 82 - 90 \Rightarrow y = 4$

2- $^{232}_{90}Th \rightarrow 6\,{}^{4}_{2}He + 4\,{}^{0}_{-1}e + {}^{208}_{82}Pb + Energy$

تطبيق(11):

1-تتفكّك نواة الثّوريوم $^{228}_{90}Th$ بإطلاقها لجسيمات ألفا متحوّلةً إلى نواة البولونيوم $^{216}_{84}Po$ ، فإنّ عدد جسيمات ألفا المنطلقة خلال هذا التحوّل يساوي: 2-a 3-b 4-c 5-d

$^{228}_{90}Th \longrightarrow {}^{216}_{84}Po + x\,{}^{4}_{2}He + Energy \Rightarrow 228 = 4x + 216 \Rightarrow 4x = 12 \Rightarrow x = 3$

2- تطلق نواة عنصر مشعّ $^{A}_{Z}X$ جسيم ألفا ثمّ تطلق النّواة النّاتجة جسيم بيتا، فتتحوّل إلى نواة:

a) $^{A-4}_{Z-3}y$ b) $^{A-4}_{Z-2}y$ c) $^{A-4}_{Z+3}y$ d) $^{A-4}_{Z-1}y$

$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{\square}_{\square}y + {}^{4}_{2}He + {}^{0}_{-1}e + Energy \Rightarrow A = \square + 4 + 0 \Rightarrow \square = A - 4$

$z = \square + 2 - 1 \Rightarrow \square = Z + 1$

طاقة الارتباط

تطبيق(12): قارن بين كتلة نواة الهيليوم ومجموع كتلة مكوّناتها وهي حرّة مفسراً اجابتك

- كتلة النّواة أصغر من مجموع كتل مكوّناتها وهي حرّة بسبب تحوّل النّقص في الكتلة إلى طاقة منتشرة تُعطى بعلاقة إينشتاين: $\Delta E = \Delta m.c^2$.

تطبيق(13): إذا علمت أنّ كتلة نواة الهيليوم $6.4024\times10^{-27}kg$ وكتلة البروتون تساوي $1.6726\times10^{-27}kg$ وكتلة النّيوترون تساوي $1.6749\times10^{-27}kg$، المطلوب:

1-أحسب الطّاقة المنتشرة في أثناء تشكّل نواة الهيليوم ^4_2He . 2-ما قيمة طاقة الارتباط لنواة الهيليوم؟

الحلّ: 1- مجموع كتل مكوّنات النّواة $m_1=(2\times1.6726\times10^{-27})+(2\times1.6749\times10^{-27})=6.695\times10^{-27}kg$

$\Delta m=m_2-m_1=6.4024\times10^{-27}-6.695\times10^{-27}=-0.2926\times10^{-27}kg$

$\Delta E=\Delta m.c^2=-0.2926\times10^{-27}\times(3\times10^8)^2=-2.6334\times10^{-11}J$

2- طاقة ارتباط النّواة تساوي بالقيمة وتعاكس بإشارة الطّاقة المنتشرة: $\Delta E=+2.6334\times10^{-11}J$

نتيجة:

- عند فصل النّواة إلى مكوّناتها الأساسيّة من بروتونات ونيوترونات يجب تقديم طاقة مساوية للطّاقة المنتشرة في أثناء تشكّلها، تسمّى طاقة ارتباط النّواة وهي مقدار موجب=الطاقة المنتشرة وهي مقدار سالب
- يتحوّل النّقص في الكتلة إلى طاقة منتشرة تُعطى بعلاقة إينشتاين: $\Delta E=\Delta m.c^2$.

حيث : ΔE الطّاقة المنتشرة (سالبة) وواحدتها J , Δm النّقص في الكتلة (سالب) واحدتها kg

c سرعة الضّوء في الخلاء وتُقدّر $m.s^{-1}$

تطبيق(14): $c=3\times10^8 m.s^{-1}$

1-تشعّ الشّمس طاقة مقدارها 38×10^{27} J في كلّ ثانية، احسب مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال ثلاث دقائق

أعطيت الطاقة في الثانية وطُلب نقص الكتلة خلال ثلاث دقائق فنحسب الطاقة خلال ثلاث دقائق نضربها بـ 3×60

$$\Delta E=\Delta m.c^2\Rightarrow-38\times10^{27}\times3\times60=\Delta m(3\times10^8)^2\Rightarrow\Delta m=\frac{-38\times10^{27}\times3\times60}{9\times10^{16}}=-76\times10^{12}kg$$

2-تنقص كتلة نواة الأكسجين $^{16}_8O$ عن مكوّناتها وهي حرّة بمقدار $\Delta m=-0.23\times10^{-27}Kg$ تكون طاقة الارتباط لهذه النّواة.

$2.07\times10^{-11}J$(a $2.07\times10^{+11}J$(b $-2.07\times10^{-11}J$(c $-2.07\times10^{+11}J$(a

$\Delta E=\Delta m.c^2\Rightarrow\Delta E=-0.23\times10^{-27}(3\times10^8)^2\Rightarrow\Delta E=-0.23\times10^{-27}\times9\times10^{16}=-2.07\times10^{-11}J$ **الطاقة المنتشرة**

طاقة الارتباط مقدار موجب $\Delta E=+2.07\times10^{-11}J$

3- تُشعّ الشمس طاقة مقدارها $38\times10^{+27}J$ في كلّ ثانية فيكون مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال 1.5 min

$-38\times10^{-11}kg$(a $-38\times10^{-12}kg$(c $-38\times10^{11}kg$(b $-38\times10^{12}kg$(a

$$\Delta E=\Delta m.c^2\Rightarrow-38\times10^{27}\times1.5\times60=\Delta m(3\times10^8)^2\Rightarrow\Delta m=\frac{-38\times10^{27}\times90}{9\times10^{16}}=-38\times10^{12}kg$$

عمر النّصف المادّة المشعّة:

تتحوّل نصف عدد نوى النّظير المشعّ وفق نشاط إشعاعيّ محدّد إلى نوى عنصر آخر خلال أزمنة متساوية تُدعى عمر النّصف للمادّة المشعّة. $t=t_{½}\times n$ حيث t الزّمن الكلّي ، n عدد مرّات تكرار عمر النصف $t_{½}$

- يتعلّق عمر النّصف بنوع المادّة المشعّة.
- لا يتعلّق عمر النّصف بالحالة الفيزيائيّة أو الكيميائيّة أو الضّغط أو الحرارة.

تجزئة العينة n مرة

$N\xrightarrow{t_{½}}\frac{N}{2}\xrightarrow{t_{½}}\frac{N}{4}\xrightarrow{t_{½}}\frac{N}{8}\xrightarrow{t_{½}}\frac{N}{16}\xrightarrow{t_{½}}.....$

عدد النوى — النسبة المتبقية

$16\times10^5\xrightarrow{t_{½}}8\times10^5\xrightarrow{t_{½}}4\times10^5\xrightarrow{t_{½}}2\times10^5\xrightarrow{t_{½}}.....$

عدد النوى — عدد النوى المتبقي

$200g\xrightarrow{t_{½}}100g\xrightarrow{t_{½}}50g\xrightarrow{t_{½}}25g\xrightarrow{t_{½}}12.5g.....$

كتلة — كتلة متبقية

-مسائل عمر النصف:1- كتابة القانون $t=t_{½}\times n$ 2- تجزئة العينة n مرة وترتبط بالمتبقي

تطبيق(15): إذا علمت أنّ عمر النّصف لعنصر مشعّ 3 years احسب الزّمن اللّازم كي يصبح النّشاط الإشعاعيّ $\frac{1}{8}$ ما كان عليه.

$t=t_{\frac{1}{2}}\times n$ في القانون مجهولين فنجزء العينة ونحسب n

$N\xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}}\frac{N}{2}\xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}}\frac{N}{4}\xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}}\frac{N}{8}\Rightarrow n=3$

$\Rightarrow t=3\times3=9$ years

تطبيق(16): يبلغ عدد النّوى في عنصر مشعّ 16×10^5 وبعد زمن 150s يصبح العدد 200000نواة ، والمطلوب احسب $t_{\frac{1}{2}}$

$t = t_{\frac{1}{2}} \times n$ في القانون مجهولين فنجزء العينة ونحسب n

$$16\times10^5 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 8\times10^5 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 4\times10^5 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 2\times10^5$$

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

تطبيق(17):

1-يتوقّف عمر النّصف للعنصر المشعّ على:

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

2- يبلغ عمر النّصف لمادّة مشعّة $t_{\frac{1}{2}} = 24\,days$ ، تكون نسبة ما تبقّى منها بعد $72\,days$:

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

$t = t_{\frac{1}{2}} \times n \Rightarrow 72 = 24\times n \Rightarrow n = 3$ في القانون مجهول واحد نحسب n ثمّ نجزء العينة

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

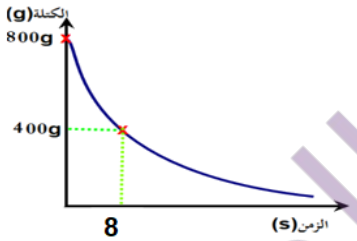
3- يبلغ عدد النّوى في عيّنة مشعّة 8×10^{20} ، وبعد زمن قدره 120S يصبح عدد النّوى 10^{20}فيكون عمر النّصف لهذه المادّة:

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

$t = t_{\frac{1}{2}} \times n$ في القانون مجهول واحد نحسب n ثمّ نجزء العينة

$$8\times10^{20} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 4\times10^{20} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 2\times10^{20} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 1\times10^{20}$$

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



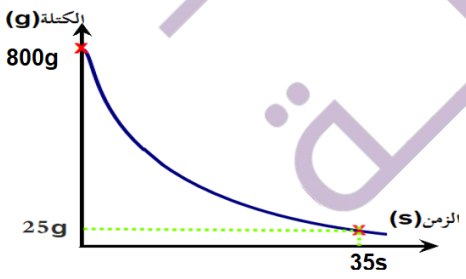
4-يمثل الشكل المجاور تحول 800 g من مادة مشعّة فتكون الكتلة المتبقية بعد زمن 32s مساويةً:

25 g	D	5g	C	50g	b	2.5	A

من الخط البياني يبقى من العينة نصفها 400g بعد زمن هو عمر النصف $t_{\frac{1}{2}} = 8$

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

$$800g \xrightarrow{t_{1/2}} 400g \xrightarrow{t_{1/2}} 200g \xrightarrow{t_{1/2}} 100g \xrightarrow{t_{1/2}} 50g$$



5 -يمثل الشكل المجاور تحول 800 g من مادة مشعّة فيكون عمر النصف لهذه المادة مساوياً:

5s	D	35s	C	15s	b	7s	A

من الخط البياني يبقى من العينة نصفها 25 g بعد زمن هو الكلي $t = 35s$

$$800g \xrightarrow{t_{1/2}} 400g \xrightarrow{t_{1/2}} 200g \xrightarrow{t_{1/2}} 100g \xrightarrow{t_{1/2}} 50g \xrightarrow{t_{1/2}} 25g$$

$$\Rightarrow \boxed{n=5} \Rightarrow t = t_{\frac{1}{2}} \times n \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{35}{5} = 7s$$

سما المجد التعليمية

تطبيق(18): تتحوّل نواة اليود المشعّ $^{131}_{53}I$ إلى نواة الكزينون Xe مطلقةً جسيم بيتا عند معالجة مرضى سرطان الغدّة الدّرقيّة بجرعة منه، فإذا كان عمر النّصف لليود المشعّ المُستخدَم 8 days ، المطلوب:

1-اكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة عن التّحول. 2-احسب النسبة المتبقّية من اليود المشعّ بعد 24 days.

$$^{131}_{53}I \longrightarrow ^{131}_{54}Xe + ^{0}_{-1}e + Energy \quad -1$$

$t = t_{\frac{1}{2}} \times n \Rightarrow 24 = 8 \times n \Rightarrow n = 3$ في القانون مجهول واحد نحسب n ثمّ نجزأ العينة

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

تطبيق(19): احسب عمر النّصف لعنصر مشعّ في عيّنة منه، إذا علمت أنّ الزّمن اللّازم ليصبح عدد النّوى المشعّة في تلك العيّنة $\frac{1}{16}$ ممّا كان عليه يساوي 480 سنة

$t = t_{\frac{1}{2}} \times n$ في القانون مجهولين نجزأ العينة ثمّ نحسب n

$$N \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{2} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{4} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{8} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \boxed{\frac{N}{16}}$$

$$\Rightarrow n = 4 \Rightarrow 480 = t_{\frac{1}{2}} \times 4 \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{480}{4} = 120\,years$$

التّفاعلات النّوويّة:

1-تفاعلات الالتقاط: تحدث عندما تلتقط النّواة القذيفة التي قذفت بها دون أن تنقسم.

فسّر يُعدّ النيوترون أفضل قذيفة نوويّة. لأنه معتدل الشحنة فلا يحدث تدافع كهربائي بينه وبين النواة المقذوفة.

تطبيق(20): عند قذف نواة الذّهب النّظير غير المشعّ $^{197}_{79}Au$ بنيوترون تتحوّل إلى نواة الذّهب النّظير المشعّ اكتب المعادلة النّوويّة ثم حدّد نوع التفاعل :

$^{197}_{79}Au + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{198}_{79}Au + Energy$ تفاعل التقاط

2-تفاعلات التّطافر: تحدث عندما تتحوّل النّواة المقذوفة بجسيم إلى عنصر جديد مطلقة جسيم آخر.

تطبيق(21):

1- عند قذف نواة النّتروجين $^{14}_{7}N$ بجسيم ألفا تتحوّل إلى نواة الأكسجين النّظير مطلقة بروتون ، اكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة محدداً نوع التفاعل

$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H + Eneergy$ تفاعل تطافر

2- عند قذف نواة الزّئبق $^{200}_{80}Hg$ ببروتون تتحوّل إلى نواة الذّهب Au مطلقة جسيم ألفا ، اكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة عن التّفاعل محدداً نوع التفاعل

$^{200}_{80}Hg + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{197}_{79}Au + ^{4}_{2}He + Eneergy$ تفاعل تطافر

3- نقذف نواة النتروجين ^{14}N بجسيم ألفا، فتتحوّل إلى نواة الأكسجين النّظير $^{17}_{8}O$ ، وينطلق بروتون، اكتب المعادلة المعبّرة عن هذا التّفاعل النّوويّ محدداً نوع التفاعل

$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H + Eneergy$ تفاعل تطافر

4- عند تفاعل نواة النّتروجين $^{14}_{7}N$ ينتج نواة الكربون المشعّ $^{14}_{6}C$ ، فإنّها:

a- تلتقط نيوترون وتطلق ألفا b- تلتقط بروتون وتطلق نيوترون

c- تلتقط بوزيترون وتطلق نيوترون d- تلتقط نيوترون وتطلق بروتون.

طريقة الحل تجريب الخيارات واختيار المعادلة الصحيحة الموزونة

$^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{14}_{6}C + ^{1}_{1}H + Eneergy$

3-تفاعلات الانشطار النّوويّ:

تطبيق(22): عند قذف نواة اليورانيوم النّظير $^{235}_{92}U$ بنيوترون بطيء تلتقط النّواة النّيوترون وفق المعادلة:

$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \longrightarrow ^{236}_{92}U + Energy$ تفاعل التقاط

تنشطر نواة اليورانيوم $^{236}_{92}U$ إلى نواتين متوسّطتي الكتلة ، وينطلق نترونات سريعة أكمل المعادلة وحدد نوع التفاعل.

$$^{236}_{92}U \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n + Energy$$

إضاءة:يرافق تفاعل الانشطار انطلاق نيوترونات سريعة، إذا أمكن إبطاؤها يمكن لكلّ نترون أن يشطر نواة جديدة من $^{235}_{92}U$ بعد التقاطه ممّا يؤدّي إلى حدوث تفاعل متسلسل.

تطبيق(23): أكمل، ثمّ وازن التّفاعل النّوويّ الآتي محدّداً نوعه:

$$^{236}_{92}U \longrightarrow \boxed{^{137}_{52}}Te + \boxed{^{97}_{40}}Zr + 2\boxed{^{1}_{0}}n + Energy.$$ تفاعل انشطار

4-تفاعلات الاندماج النّوويّة:

تندمج نواتان خفيفتان أو أكثر لتتشكّل نواة أثقلَ.

تطبيق(24): تندمج نواتا نظيري الهدروجين الدّتيريوم $^{2}_{1}H$ والتّريتيوم $^{3}_{1}H$ لينتج نواة الهليوم ونيوترون، اكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة عن هذا التّفاعل: $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n + Energy$

أستنتج

- تعتمد هذه التّفاعلات على اندماج النّوى الخفيفة لتكوين نواة أثقل
- تكون كتلتها أصغر من مجموع كتل النّوى المندمجة، علل لأن نّقص الكتلة يتحوّل إلى طاقة.
- فسّر يرافق تفاعل الاندماج النّووي انطلاق طاقة هائلة. بسبب النقص في الكتلة الذي يتحول إلى طاقة.
- تحدث تفاعلات اندماج نوويّ في النّجوم

تطبيق(25): 1-أكمل التّفاعل النّوويّ الآتي، ثمّ اكتب نوع هذا التّفاعل:

$$4\boxed{^{1}_{1}}H \longrightarrow \boxed{^{4}_{2}}He + 2\boxed{^{0}_{+1}}e + Energy.$$

2- تحدث في الشّمس تفاعلات نوويّة من نوع:a-انشطار. b-اندماج. c-التقاط. d-تطافر.

تطبيق(26): أكمل، ثمّ وازن التّفاعلات النّوويّة الآتية، وحدّد نوعها:

$$\boxed{^{63}_{29}}Cu + \boxed{^{1}_{0}}n \longrightarrow ^{64}_{\boxed{29}}Cu + Energy$$ التقاط

$$\boxed{^{10}_{5}}B + \boxed{^{1}_{0}}n \longrightarrow ^{7}_{\boxed{3}}Li + ^{4}_{\boxed{2}}He + Energy$$ تطافر

$$^{236}_{92}U \longrightarrow \boxed{^{132}_{51}}Sb + \boxed{^{101}_{41}}Nb + 3\boxed{^{1}_{0}}n + Energy$$ انشطار

المعادلات النووية

تحولات	تفاعلات
1-تحول بيتا يحدث للنوى التي تقع فوق حزام الاستقرار ويحدث نتيجة تحول نيوترون إلى بروتون في النواة $^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A}_{Z+1}Y + ^{0}_{-1}e + Energy$	1-تفاعل التقاط طاقة + نواة ⟵ جسيم + نواة $^{1}_{0}n + ^{197}_{79}Au \longrightarrow ^{198}_{79}Au + Energy$
2-تحول بوزيترون يحدث للنّوى التي تقع تحت حزام الاستقرار نتيجة تحوّل بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة $^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A}_{Z-1}Y + ^{0}_{+1}e + Energy$	2-تفاعل تطاير طاقة + جسيم + نواة ⟵ جسيم + نواة $^{4}_{2}He + ^{14}_{7}N \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H + Energy$
3-أسر إلكتروني يَحدث للنّوى الّتي تقع تحت حزام الاستقرار $^{A}_{Z}X + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{A}_{Z-1}Y + Energy$	3-تفاعل انشطار: طاقة + نترونات + نواتين ⟵ نواة $^{236}_{92}U \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n + Energy$
4-التحول من النوع ألفا $^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He + Energy$	4-تفاعلات الاندماج: النوى المتفاعلة H أو He $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n + Energy$

مسائل النووية

تحول النقص في الكتلة إلى طاقة	عمر النصف
$\Delta E = \Delta m.c^2$. ΔE الطّاقة المنتشرة (سالبة) Δm النّقص في الكتلة (سالب) ΔE طّاقة الارتباط (موجبة)= الطّاقة المنتشرة (سالبة)	1-كتابة القانون $t = t_{½} \times n$ 2- تجزئة العينة n مرة وترتبط بالمتبقي $N \xrightarrow{t_{½}} \frac{N}{2} \xrightarrow{t_{½}} \frac{N}{4} \xrightarrow{t_{½}} \frac{N}{8} \xrightarrow{t_{½}} \frac{N}{16} \xrightarrow{t_{½}} .....$ النسبة المتبقية عدد النوى $16\times10^{5} \xrightarrow{t_{½}} 8\times10^{5} \xrightarrow{t_{½}} 4\times10^{5} \xrightarrow{t_{½}} 2\times10^{5} \xrightarrow{t_{½}} .....$ عدد النوى المتبقي عدد النوى $100g \xrightarrow{t_{½}} 50g \xrightarrow{t_{½}} 25g \xrightarrow{t_{½}} 12.5g.....$ كتلة متبقية كتلة

اختبار كيمياء نووية

أولاً -اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1-تقع النّواة $^{81}_{37}Rb$ تحت حزام الاستقرار وللعودة إلى حزام الاستقرار تتحوّل إلى النّواة:

A	$^{81}_{37}y$	b	$^{77}_{35}y$	C	$^{82}_{37}y$	d	$^{81}_{36}y$

2- تطلق نواة العنصر $^{228}_{88}Ra$ جسيم ألفا فتتحول إلى نواة:

A	$^{228}_{88}y$	b	$^{226}_{88}y$	C	$^{222}_{86}y$	d	$^{224}_{86}y$

3-تُمثل سلسلة نشاط إشعاعي وفق المعادلة $X \rightarrow 8^4_2He + 6^0_{-1}e + ^{206}_{82}Pb + Energy$ فإن الرمز الصحيح للنواة X هو:

A	$^{226}_{92}X$	b	$^{238}_{92}X$	C	$^{236}_{92}X$	d	$^{238}_{90}X$

4- تلتقط نواة عنصر النحاس $^{63}_{29}Cu$ نيوترون فتتحول إلى نواة:

A	$^{63}_{30}X$	b	$^{63}_{28}X$	C	$^{64}_{28}X$	d	$^{64}_{29}X$

ثانياً- أجب عن الأسئلة الآتية:

1-رتّب كل من جسيمات بيتا وجسيمات ألفا وأشعة غاما تصاعدياً بحسب نفوذيتها.

2-أكمل ، ثمّ وازن التّفاعلات النّوويّة الآتية محدّداً نوع كلّ منها:

$^{3}_{\square}He + ^{3}_{\square}He \longrightarrow {}^{4}_{\square}He + 2{}^{\square}_{\square}H + ...$	$^{236}_{92}U \longrightarrow {}^{\square}_{51}Sb + {}^{101}_{\square}Nb + 3\ n + ...$
$^{\square}_{29}Cu + ... \longrightarrow {}^{64}_{\square}Cu + ...$	$^{\square}_{5}B + {}^{\square}_{\square}n \longrightarrow {}^{7}_{\square}Li + {}^{4}_{\square}He + ...$
$^{\square}_{7}N + {}^{\square}_{\square}n \longrightarrow {}^{14}_{\square}C + {}^{1}_{\square}H + ...$	$4\,{}^{1}_{\square}H \longrightarrow {}^{\square}_{2}He + 2{}^{\square}_{\square}e + ...$

3- أكمل ، ثمّ وازن التحولات النّوويّة الآتية محدّداً نوع كلّ منها:

$^{212}_{83}Bi \longrightarrow {}^{212}_{84}Po + ... + ...$	$^{40}_{19}K + ... \longrightarrow {}^{40}_{18}Ar + ...$
$^{220}_{86}Rn \longrightarrow {}^{216}_{84}Po + ... + ...$	$^{\square}_{\square}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{\square}_{-1}\beta + ...$

4-قارن بين جسيمات ألفا وجسيمات بيتا من حيث السرعة والتأثر بالحقل المغناطيسي.

5- اعطِ تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

a) إطلاق النواة المشعّة لجسيمات بيتا. b) إطلاق النواة للبوزيترون.

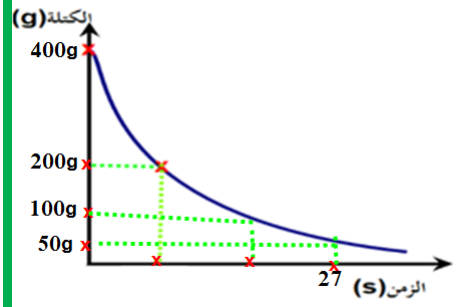
ثالثاً- حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى: تتحوّل نواة اليود المشعّ I إلى نواة الكزينون $^{131}_{54}Xe$ مطلقةً جسيم بيتا ، فإذا كان عمر النّصف لليود المشعّ المُستخدَم 8 days ، المطلوب: 1-اكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة عن التّحول. 2-احسب النسبة المتبقّية من اليود المشعّ بعد 40 days. 3-إذا علمت أن طاقة ارتباط نواة اليود $1.08\times10^{-11}J$ احسب النقص في كتلة النواة عندما تتشكل من مكوناتها وهي حرة $c = 3\times10^{8}m.s^{-1}$

المسألة الثانية: تشعّ الشمس طاقة مقدارها $38\times10^{27}J$ في كل ثانية المطلوب: 1-احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال ثلاث دقائق. 2-سم نوع التفاعلات النووية التي تحدث في الشمس علماً أنّ $c = 3\times10^{8}m.s^{-1}$

المسألة الثالثة: تتكون نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$ من بروتونين ونترونين فإذا علمت أن كتلة نواة الهيليوم $6.4\times10^{-27}kg$ ومجموع كتل مكوناتها وهي حرّة $6.7\times10^{-27}kg$ المطلوب: 1-احسب النقص في كتلة هذه النواة. 2-احسب الطاقة المنتشرة عند تكون هذه النواة.3-ماقيمة طاقة الارتباط لهذه النواة. $c = 3\times10^{8}m.s^{-1}$

المسألة الرابعة:يمثل الشكل المجاور تحول 400 g من مادة مشعّة احسب عمر النصف لهذه المادة



((انتهت الأسئلة))

الغازات

مراجعة: المتحولات التي تصف غاز

1- الحجم V الواحدات والتحويل بينها $(mL \xrightarrow{\times 10^{-3}} L \xrightarrow{\times 10^{-3}} m^3)$

2-الضغط p الواحدات والتحويل بينها $(atm \xrightarrow{\times 1.013\times 10^5} Pa)$ $(kPa \xrightarrow{\times 10^3} Pa)$

3-درجة الحرارة المطلقة T تقاس بواحدة كلفن K حيث $T_K = t_c + 273$ ملاحظة لا تُستخدم السلسيوس في قوانين الغازات

4-عدد المولات n واحدته mol $n = \frac{m}{M}$ $n = \frac{N}{N_A}$

❖ النظرية الحركية للغازات:

١. الغاز يشغل حجم الوعاء الذي يوضع فيه(علل): لأن جزيئات الغاز تتحرّك حركة عشوائيّة بكافة الاتجاهات ضمن الحجم الذي يشغله الغاز

٢. يُهمل حجم الجزيئة مقابل حجم الغاز(علل) نتيجة تباعد الجزيئات.

٣. تُهمل قُوى التّأثير المتبادل بين جزيئات الغاز.

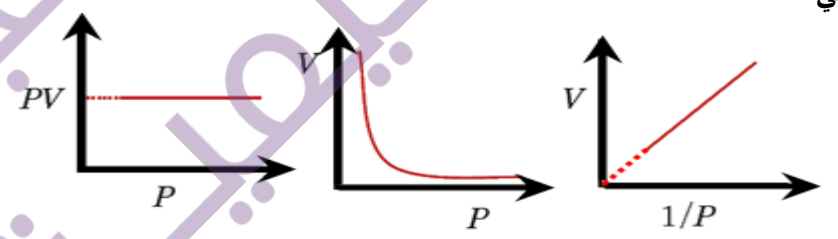
٤. يَنتج ضغط الغاز نتيجة تصادم جزيئاته مع جدران الإناء الّذي يحويه ولا يتغيّر متوسّط الطّاقة الحركيّة للجزيئات بمرور الزّمن، وتنتقل الطّاقة بين الجزيئات من خلال التّصادمات، بشرط بقاء درجة الحرارة ثابتةً، تُزداد الطّاقة الحركيّة لجزيئات الغاز بازدياد درجة الحرارة وتزداد التصادمات وبالتالي يزداد ضغط الغاز.

❖ قوانين الغاز:

1-العلاقة بين حجم الغاز وضغطه (قانون بويل)

الحجم V (mL)	الضغط P (Pa)	P x V
5	39.00	195
10	19.50	195
15	13.00	195
20	9.75	195
25	7.80	195

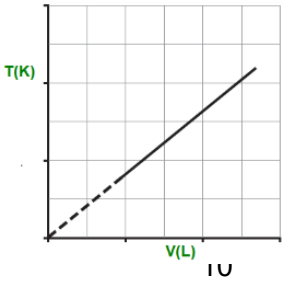
- **اكتب نص قانون بويل :** يتناسب حجم عيّنة من غاز عكساً مع ضغط ذلك الغاز عند درجة حرارة ثابتة
- **اكتب العلاقة الرياضية:** $P_1 V_1 = P_2 V_2$ أو $P\,V = const.$
- **ارسم الخط البياني**



2-العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة (قانون شارل)

V/T	T (K)	V (L)
0.081	270	22
0.081	259	21
0.081	220	18
0.081	111	9

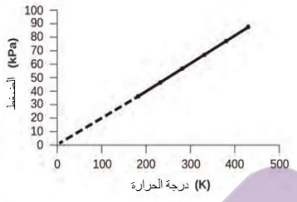
- **اكتب نص قانون شارل:** يتناسب حجم عيّنة من غاز طرداً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغط الغاز.
- **اكتب العلاقة الرياضية:** $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ أو $\frac{V}{T} = Const.$
- **ارسم الخط البياني**



P/T	T (K)	P (kPa)
0.208	173	36.0
0.208	223	46.4
0.208	273	56.8
0.208	323	67.2

3-العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة الحرارة (قانون غاي- لوساك)

- **اكتب نص قانون غاي لوساك:** يتناسب ضغط عيّنةٍ من غاز طرداً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات حجم الغاز.
- **اكتب العلاقة الرياضية** $\frac{P}{T}=Const.$ أو $\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}$
- **ارسم الخط البياني**



4-العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه (قانون أفوغادرو)

- حجمُ مولٍ واحد من أيّ غاز في الشّرطين النّظاميّين (الضّغط 1 atm، ودرجة الحرارة 0°C) هو 22.4 L .
- يشغل مولٌ واحد من أيّ غاز الحجمَ نفسه في الشّروط نفسِها من الضّغط والحرارة، ويُدعى الحجم المولّي V_{mol}.

قانون أفوغادرو: $V=V_{mol}\times n \Rightarrow \frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}=.....=Const.$

❖ قانون الغازات العام:

ترتبط متحوّلات الغاز جميعُها بقانون يُدعى "قانون الغازات العامّ" أو "معادلة الغاز المثاليّ":

$PV=nRT$ شرط استخدامه توافق واحدات P و V مع R

$\Rightarrow \frac{P_1.V_1}{T_1}=\frac{P_2.V_2}{T_2}=.....=\frac{P.V}{T}=nR$ وفي عيّنة غازيّة يكون: R : ثابت الغازات العامّ

يُستخدم لعينة غاز عند تغيير P أو V أو T

تطبيق(1): احسب قيمة R واستنتج واحدتها لمول واحد من غاز في الشّرطين النّظاميّين.

$$R=\frac{1\times 22.4}{1\times 273}=0.082\ L.atm.mol^{-1}.K^{-1}$$

وفي جملة الواحدات الدوليّة $R=\frac{1.013\times10^{5}\times22.4\times10^{-3}}{1\times273}\approx 8.314\ Pa.m^3.mol^{-1}.K^{-1}=8.314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

تطبيق(2): احسب ضغط عينة من غاز النتروجين (N_2) عدد من جزيئاتها 3.011×10^{23} في حوجلة حجمها 3 L عند الدّرجة 27° C. مع العلم: $R=8.314\ Pa.m^3.mol^{-1}.K^{-1}$ و $N_A=6.022\times10^{23}$ عدد أفوغادرو

من عدد أفوغادرو نحسب عدد المولات $n=\frac{3.011\times10^{23}}{6.022\times10^{23}}=0.5mol$

نحول الحجم من L إلى m^3 لكي تتوافق واحدتها مع واحدة R $V=3L=3\times10^{-3}m^3$

$$P=\frac{nRT}{V}=\frac{0.5\times8.314\times300}{3\times10^{-3}}=415.7\times10^{+3}Pa$$

تطبيق(3): يبلغ حجم عيّنة غاز 500 mL عند درجة الحرارة 550K والضّغط 1 atm. احسب الحجم الذي يشغله هذا الغاز عند الدّرجة 330 K والضّغط 1 atm.

الضغط ثابت نختصره في الطرفين $\frac{\cancel{P_1}.V_1}{T_1}=\frac{\cancel{P_2}.V_2}{T_2}$

$$\frac{500}{550}=\frac{V_2}{330}\Rightarrow V_2=\frac{500\times330}{550}=\frac{500\times3}{5}=300mL$$

تطبيق(4):علبة معدنيّة تحوي غاز البوتان ، ضغطُه 36 kPa عند درجة حرارة 87 °C، احسب قيمة الضّغط الجديد للغاز في العلبّة إذا تُركت في سيارة درجة حرارتها 50 °C (بإهمال تمدّد العلبة).

نحول الحرارة إلى واحدة كلفن وإهمال تمدد العلبة أي حجمها ثابت نختصره في طرفي القانون $\frac{P_1.V_1}{T_1}=\frac{P_2.V_2}{T_2}$

$$\frac{36}{360}=\frac{P_2}{323}\Rightarrow P_2=\frac{323\times 36}{360}=32.3kPa$$

تطبيق(5): مكبس حجمه 0.8 L وضغطه هو الضّغط الجوي النظامي عند سطح البحر احسب قيمة الضّغط مقدرة بواحدة (atm) عندما يصبح حجمه 400 mL مع ثبات درجة الحرارة.

نحول الحجم إلى L لكي تتوافق الواحدات في الطرفين $400\ mL=400\times10^{-3}=0.4L$

الضغط الجوي النظامي يساوي 1atm

ثبات درجة الحرارة نختصرها في طرفي القانون $\frac{P_1.V_2}{T_1}=\frac{P_2.V_2}{T_2}$

$$0.8\times1=0.4\times P_2\Rightarrow P_2=\frac{0.8}{0.4}=2atm$$

تطبيق(6): $R=0.082atm.L.mol^{-1}K^{-1}$

1-يحوي وعاء مغلق 18 L من غاز الأرغون عند الدّرجة 360 K والضغط 2 atm فيكون عدد المولات الغاز:

a) 0.012 mol b) 1.21mol c) 0.82 mol d) 83.14 mol

$$PV=nRT\Rightarrow 2\times18=n\times0.082\times360$$

$$n=\frac{2\times18}{0.082\times360}=\frac{36}{82\times10^{-2}\times36}=\frac{100}{82}=1.21mol$$

2- يزداد ضغط غاز موجود في وعاء عند:

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

زيادة عدد الجزيئات تؤدي إلى زيادة عدد المولات $\uparrow P=\frac{\uparrow nRT\uparrow}{V\downarrow}$

تغيير نوع الغاز لا يغير ضغط الغاز أو حجمه

3-يكون ضغط الغاز أكبر بثبات درجة الحرارة في وعاء:

a)حجمه 22.4 L يحوي مول واحد من الغاز b) حجمه 22.4 L يحوي مولين من الغاز

c) حجمه 11.2 L يحوي مولين من الغاز d) حجمه 11.2 L يحوي مول واحد من الغاز

فكرة الحل نعزل الضغط P ونختصر T وR $P=\frac{nRT}{V}$

a) $\frac{1}{22.4}$	b) $\frac{2}{22.4}=\frac{1}{11.2}$	c) $\frac{2}{11.2}$	c) $\frac{1}{11.2}$

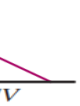
4-تشغل عيّنة غازيّة حجماً قدره 30 mL عند الدّرجة 27°C وضغط ثابت، إذا سخنت العيّنة إلى الدّرجة 50°C يصبح حجمها:

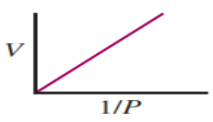
a) 60.0 mL b) 27.5 mL c) 15.0 mL d) 32.3 mL

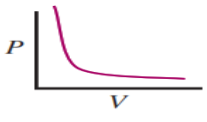
الضغط ثابت نختصره في الطرفين $\frac{P_1.V_1}{T_1}=\frac{P_2.V_2}{T_2}$

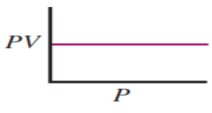
$$\frac{30}{300}=\frac{V_2}{323}\Rightarrow V_2=\frac{30\times323}{300}=\frac{323}{10}=32.3mL$$

5-أيٌّ من الخطوط البيانيّة الآتية لا يمثّل قانون بويل ، بفرض ثبات درجة الحرارة وعدد المولات؟

(a 

(b 

(c 

(d 

تطبيق(7): يتمّ تخزين الغازات في حاويات معدنيّة تتحمّل الضّغط العالي، فإذا علمت أنّ ضغط غاز الأكسجين O_2 يساوي 16.4atm داخل حاوية حجمها 9 L عند الدرجة 27^0C، المطلوب حساب: 1-كتلة غاز الأكسجين داخل الحاوية.
2-الحجم الذي سيشغله الأكسجين في الشروط النّظاميّة. 3-درجة الحرارة التي تجعل الضّغط في الحاوية مساوياً 4.1*atm*
4-ضغط الغاز إذا نُقل إلى حاوية حجمها 8.2L عند درجة الحرارة 27^0C $(O:16 \quad R=0.082atm.L.mol^{-1}K^{-1})$

$$PV=nRT \Rightarrow 16.4\times 9=n\times 0.082\times 300 \Rightarrow n=\frac{164\times 10^{-1}\times 9}{82\times 10^{-3}\times 300}=6mol \quad -1$$

$$n=\frac{m}{M} \Rightarrow 6=\frac{m}{32} \Rightarrow m=192g$$

$$V=V_{mol}\times n \Rightarrow V=22.4\times 6=134.4L \quad -2$$

في هذه الطلب حجم الحاوية هو نفسه $\frac{P_1.V_1}{T_1}=\frac{P_2.V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{16.4}{300}=\frac{4.1}{T_2} \Rightarrow T_2=\frac{300\times 4.1}{16.4}=\frac{300}{4}=75K \quad -3$

$$\frac{P_1.V_1}{T_1}=\frac{P_2.V_2}{T_2} \Rightarrow 16.4\times 9=P_2\times 8.2 \Rightarrow P_2=\frac{16.4\times 9}{8.2}=2\times 9=18\ atm \quad -4$$

تطبيق(8):يتأكسد سكّر العنب $C_6H_{12}O_6$ وفق المعادلة الآتية: $C_6H_{12}O_6+6O_2 \longrightarrow 6CO_2+6H_2O$ ، والمطلوب حساب:
1-حجم غاز CO_2 المنطلق نتيجة أكسدة 9 g من سكر العنب ، عند درجة الحرارة 27°C والضّغط 0.9 atm.
2-احسب ضغط غاز الأكسجين عند أكسدة 3 g من سكّر العنب عند الحجم 2L ودرجة الحرارة $27\ c^0$.
$(C:12, O:16 \quad H:1 \quad R=0.082atm.L.mol^{-1}K^{-1})$

نحسب عدد المولات من المعادلة ثم نستخدم قانون الغازات العام لحساب الحجم لأنه ليس في الشرطين لنظاميين

$$C_6H_{12}O_6+6O_2 \longrightarrow 6CO_2+6H_2O \quad -1$$
$$180\ g \qquad 6\ mol$$
$$9\ g \qquad n\ mol$$

$$n_{CO_2}=\frac{6\times 9}{180}=0.3\ mol$$

$$V_{CO_2}=\frac{n_{CO_2}RT}{P}=\frac{0.3\times 0.082\times 300}{0.9}=8.2\ L$$

$$C_6H_{12}O_6+6O_2 \longrightarrow 6CO_2+6H_2O \quad -2$$
$$180\ g \quad 6\ mol$$
$$3\ g \quad n\ mol$$

$$n_{O_2}=\frac{6\times 3}{180}=0.1\ mol$$

$$P_{O_2}=\frac{n_{O_2}RT}{V}=\frac{0.1\times 0.082\times 300}{2}=1.23atm$$

❖ **كثافة الغاز:**

تطبيق(9): يرتفع المنطاد في الجوّ عند تسخين الهواء داخلَه، استنتج القانون الّذي يعمل بموجبه المنطاد، ثم فسّر ارتفاع المنطاد عند تسخين الهواء داخله

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

$$PV=nRT\Rightarrow PV=\frac{m}{M}RT\Rightarrow PM=\frac{m}{V}RT\Rightarrow PM=dRT\Rightarrow d=\frac{PM}{RT}$$

يؤدّي تسخين الهواء داخلَ المنطاد إلى نقصان كثافته لتصبح أقلّ من كثافة الهواء المحيط به، ممّا يؤدّي إلى ارتفاعه.

نتيجة: تتناسب كثافة الغاز **طرداً** مع ضغطه وكتلته المولية ، وعكساً مع درجة حرارته وتقاس بواحدة $g.L^{-1}$.

تطبيق (10): احسب كثافة عيّنة من غاز الهدروجين عند درجة الحرارة 127 °C والضّغط 4atm.

$(R=0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}, H:1)$

$$d=\frac{PM}{RT}=\frac{4\times 2}{0.082\times 400}=\frac{10}{41}g.L^{-1}$$

تطبيق (11): وعاء مغلق حجمه $10L$ يحوي غاز CO_2 عند الضغط $1.64atm$ ودرجة الحرارة 127^0C والمطلوب:

1- احسب كثافة الغاز 2-احسب كتلة الغاز 3- احسب عدد مولات الغاز 4- احسب عدد جزيئات الغاز الحقيقي في الوعاء 5-ماقيمة ضغط غاز CO_2 إذا نقل إلى وعاء حجمه 5L مع ثبات درجة الحرارة

6-احسب حجم الغاز في الشرطين النظاميين $(N_A=6.02\times10^{23}\quad O:16,\ C:12\quad R=0.082atm.L.mol^{-1}K^{-1})$

$$d=\frac{PM}{RT}=\frac{1.64\times44}{0.082\times400}=\frac{164\times10^{-2}\times44}{82\times10^{-3}\times400}=22\times10^{-1}\,g.L^{-1}\quad -1$$

$$d=\frac{m}{V}\Rightarrow 22\times10^{-1}=\frac{m}{10}\Rightarrow m=22g\quad -2$$

$$n=\frac{m}{M}=\frac{22}{44}=0.5\,mol\quad -3$$

$$n=\frac{N}{N_A}\Rightarrow 0.5=\frac{N}{6.02\times10^{23}}\Rightarrow N=0.5\times6.02\times10^{23}=3.01\times10^{23}\ \text{جزيء}\quad -4$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2.V_2}{T_2}\Rightarrow 1.64\times10=P_2\times5\Rightarrow P_2=\frac{1.64\times10}{5}=3.28\,atm\quad -5$$

$$V=V_{mol}\times n\Rightarrow V=22.4\times0.5=11.2L\quad -6$$

تطبيق (12): عيّنة من غاز الأكسجين (O_2) حجمها 24.6 L تحتوي 0.50 mol عند درجة الحرارة 27°C.المطلوب: 1-احسب ضغط غاز الأكسجين.2- إذا تحوّل غاز الأكسجين O_2 إلى غاز الأوزون O_3 عند الضّغط ودرجة الحرارة ذاتها، المطلوب: a) احسب عدد مولات الأوزون الناتج b) احسب حجم غاز الأوزون الناتج.

$$P=\frac{nRT}{V}=\frac{0.5\times0.082\times300}{24.6}=0.5\ atm\quad -1$$

$$3O_{2(g)}\longrightarrow 2O_{3(g)}\quad (a-2$$

$$3mol\qquad 2mol$$

$$0.5mol\qquad n\,mol$$

$$n_{O_3}=0.5\times\frac{2}{3}=\frac{1}{3}mol$$

$$\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}\Rightarrow V_2=\frac{\frac{1}{3}}{0.5}\times24.6=16.4\,L\quad (b$$

طريقة أولى

$$V_{O_3}=\frac{n_{O_3}RT}{P}=\frac{\frac{1}{3}\times0.082\times300}{0.5}=16.4atm$$

طريقة ثانية

الغاز المثاليّ: هو غاز تتوافر فيه الشّروط الآتية:
- انعدام قوى التّجاذب بين جزيئاته. - حجم جزيئات الغاز مهملة بالنسبة لحجم الوعاء الّذي يحتويه.
- التّصادمات بين جزيئات الغاز تصادمات مرنة. - تتحرّك جزيئات الغاز حركة عشوائيّة.

❖ **قانون دالتون والضغوط الجزئية:**

الضّغط الكليّ لمزيج غازي يساوي مجموع الضّغوط الجزئيّة للغازات المكوّنة له.- يعبر عنه بالعلاقة: $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + ...$

تطبيق (13): استنتج عبارة الضّغط الكلّيّ لمزيج مكوّنٍ من ثلاثة غازات مختلفة بثبات درجة الحرارة والحجم.

الحلّ: قانون دالتون $P_t = P_1 + P_2 + P_3$

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

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

❖ **علاقة الضّغوط الجزئيّة بالكسور الموليّة**

تطبيق (14): استنتج عبارة الضّغط الجزئي بدلالة الكسر الموليّ لغاز ضمن مزيج غازي.

الكسر الموليّ لغاز. طريقة(1) $X_i = \frac{n_i}{n_t} = \frac{\frac{P_i V}{RT}}{\frac{P_t V}{RT}} = \frac{P_i}{P_t}$

$P_i = X_i P_t$

طريقة(2) . $\frac{P_i}{P_t} = \frac{\frac{n_i RT}{V}}{\frac{n_t RT}{V}} \Rightarrow \frac{P_i}{P_t} = \frac{n_i}{n_t}$

تُدعى النّسبة $X_i = \frac{n_i}{n_t}$ الكسر الموليّ لغاز $\Rightarrow P_i = X_i P_t$.

تطبيق(15): احسب الضّغط الجزئيّ لغاز النتروجين مقدّراً بـ atm عند مستوى سطح البحر حيث الضغط الجوي $P = 1atm$ إذا علمت أنّ نسبته 78 % من مجمل الغازات المكوّنة للهواء.

$$X_{N_2} = \frac{P_{N2}}{P_t} \Rightarrow \frac{78}{100} = \frac{P_{N2}}{1} \Rightarrow P_{N_2} = \times 1 = 0.78 \text{ atm}$$

تطبيق(16): -يحتوي مزيج غازي 2 mol من النتروجين و4 mol من الأكسجين عند ضغط 0.98 atm إذا استُبدل المزيج بـ6 mol من الأكسجين تكون قيمة الضّغط النّاتج

a) 0.32 atm b) 0.49 atm c) 0.65 atm d) 0.98 atm

أستبدل المزيج وبقي عدد المولات نفسه وبالتالي يبقى الضغط نفسه

تطبيق(17): مزيج غازي في وعاء حجمه 3 L، يحوي على 8.8 g من غاز CO_2 ، و 3.2 g من غاز الأكسجين O_2 عند درجة الحرارة 27 c^0 المطلوب:1 -احسب الضغط الكلي في الوعاء 2-احسب الكسر المولي لغاز الأكسجين 3- أحسب الضغط الجزئي لغاز CO_2 $(R = 0.082 atm.L.mol^{-1}K^{-1} O:16 \quad C:12)$

-1 نحسب مولات كل غاز ثم نحسب عدد المولات الكلي ثم نحسب الضغط الكلي $n = \frac{m}{M} \Rightarrow n_{(CO_2)} = \frac{8.8}{44} = 0.2 \text{ mol}$

$$n_{(O_2)} = \frac{3.2}{32} = 0.1 \text{ mol} \quad \Rightarrow n_t = 0.2 + 0.1 = 0.3 \text{ mol}$$

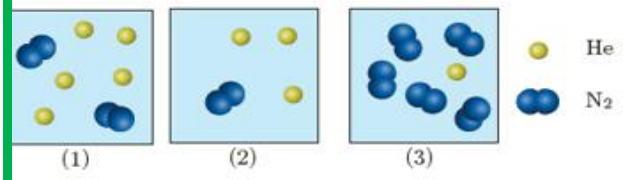
$$P_t = n_t \frac{RT}{V} = \frac{0.3 \times 0.082 \times 300}{3} = \frac{0.3 \times 0.082 \times \cancel{300}}{\cancel{3}} = 2.46 atm$$

$$X_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_t} = \frac{0.1}{0.3} = \frac{1}{3} \quad -2$$

طريقة أولى $X_{CO_2} = \boxed{\frac{n_{CO_2}}{n_t} = \frac{P_{CO_2}}{P_t}} \Rightarrow = \frac{0.2}{0.3} = \frac{P_{CO_2}}{2.46} \Rightarrow P_{CO_2} = \frac{2.46 \times 0.2}{0.3} = 1.64 atm \quad -3$

طريقة ثانية $P_{CO_2} = \frac{n_{CO_2} RT}{V} = \frac{0.2 \times 0.082 \times \cancel{300}}{\cancel{3}} = 1.64 atm$

تطبيق(18): يحتوي الشّكل الآتي عيّنات غازيّة:إذا علمت أنّ هذه العيّنات موجودة عند نفس درجة الحرارة والحجم، رتّب هذه العيّنات حسب:1-تزايد الضّغط الكلّيّ. 2-تزايد الضّغط الجزئيّ لهليوم.



١- الضغط الكلي يتعلق بعدد المولات الغازية لذلك يزداد الضغط بدأ من الشكل 2 ثم الشكل 3 فالشكل 1.

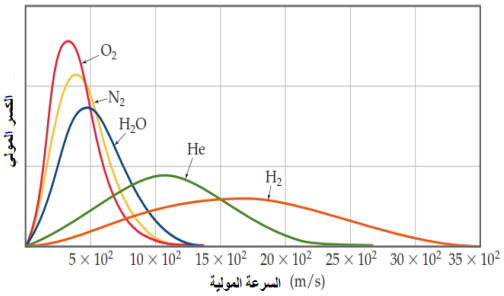
٢- الضغط الجزئي للهليوم يتعلق بعدد ذرات الهليوم وبالتالي يزداد الضغط من الشكل 3ثم الشكل 2 فالشكل 1.

❖ **قانون غراهام في الانتشار والتّسرب:**

-علل: عند رش كمية من العطر في غرفة فإنها تنتشر بكافة أرجاء الغرفة بسبب الحركة العشوائية لجزيئات العطر.

- عبوتين تحوي أحدهما على محلول حمض كلور الماء والأخرى محلول النشادر عند فتح غطاء العبوتين تتشكل أبخرة بيضاء من كلوريد الأمونيوم بالقرب من عبوة حمض كلور الماء فسّر ذلك: لأن سرعة انتشار غاز الأمونيا(النشادر) أكبر من سرعة انتشار غاز كلور الهدروجين حسب قانون غراهام لأن الكتلة المولية للأمونيا أصغر من الكتلة المولية لغاز لكلور الهدروجين.

تتناسب نسبة سرعتي انتشار غازين في وسط، ضمن الشّروط نفسها من الضغط ودرجة الحرارة، عكساً مع الجذر التربيعي لنسبة كتلتيهما المولية ، ويُعبّر عنه بالمعادلة: $\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$



تطبيق (19): رتّب الغازات الموجودة في الشّكل وفق تزايد سرعة انتشارها، معلّلاً إجابتك: $(H:1\ ,\ O:16\ ,\ He:4\ ,\ N:14)$

$$O_2 \Rightarrow N_2 \Rightarrow H_2O \Rightarrow He \Rightarrow H_2$$

وفق قانون غراهام تتزايد سرعة انتشار الغاز كلّما نقصت كتلته الموليّة.

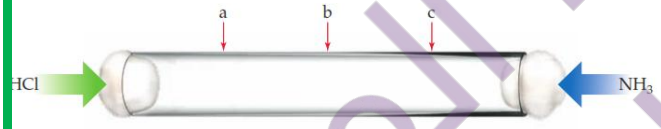
تطبيق (20): يستخدم غاز سداسي فلوريد اليورانيوم (UF_6) في عمليّات تخصيب الوقود النّوويّ في المُفاعلات النّوويّة.

أحسب نسبة سرعة انتشار غاز الهدروجين (H_2) إلى سرعة انتشار غاز سداسي فلوريد اليورانيوم (UF_6)، حيث:

$$M_{H_2}=2\,g.mol^{-1} \quad , \quad M_{UF_6}=352\,g.mol^{-1}$$

$$\frac{v_{H_2}}{v_{UF_6}}=\sqrt{\frac{M_{UF_6}}{M_{H_2}}}=\sqrt{\frac{352}{2}}=\sqrt{176}$$

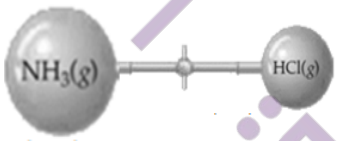
تطبيق (21): أنبوب زجاجيّ طوله 1 m يضخ غاز HCl من أحد طرفيه، وغاز NH_3 من الطّرف الآخر في الوقت ذاته .يتفاعل الغازان ضمن الأنبوب الزّجاجيّ ليتكوّن ملح NH_4Cl الصّلب، في أيّ نقطة a أو b أوcتتوقّع أن يتكوّن هذا الملح، ولماذا؟ $(N:14\ ,Cl:35.5\quad H:1)$



❖ يتكون ملح كلوريد الأمونيوم في النقطة a أي من الجهة الأقرب لـ HCl ، لأن سرعة انتشار غاز الأمونيا أكبر من سرعة انتشار غاز كلور الهدروجين حسب قانون غراهام لأن الكتلة المولية للأمونيا أصغر من الكتلة المولية لغاز لكلور الهدروجين.

تطبيق(22): يمثل الشّكل المجاور حوجلتين متصلتان ببعضهما بصِمَام،الحوجلة الأولى حجمها 7L تحتوي غاز النشادر(الأمونيا) NH_3،كتلته 8.5g بينما الحوجلة الثّانية حجمها 2L تحتوي غاز كلور الهدروجين HCl، كتلته 7.3g ، ودرجة حرارة كل منهما $27\ c^0$ ، عند فتح الصِمَام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلور الهدروجين ، وينتج ملح كلوريد الامونيوم الصّلب . المطلوب:1) اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل . 2) بيّن حسابيّاً ما هو الغاز المتبقّي بعد نهاية التّفاعل؟ 3) احسب الضّغط بعد نهاية التّفاعل (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصّلب المتشكّل).

4) احسب كتلة ملح كلوريد الامونيوم النّاتج؟ $(N:14\ ,Cl:35.5\quad H:1)$



$$NH_{3(g)}+HCl_{(g)}\longrightarrow NH_4Cl_{(s)} \qquad -1$$

لمعرفة المادة المتبقية نحسب عدد المولات ويتبقى الأكثر حيث المادة المتبقية هي المسؤولة عن الضغط عند نهاية التفاعل

$$n_{NH_3}=\frac{8.5}{17}=0.5\ mol \qquad -2$$

$$n_{HCl}=\frac{7.3}{36.5}=0.2\,mol$$

بما أن التفاعل بنسبة (1:1) و $n_{NH_3}>n_{HCl}$ فالنشادر هو الغاز المتبقي بعد انتهاء التفاعل.

3- عدد المولات المتبقية يساوي $n_{NH_3} = 0.5 - 0.2 = 0.3\ mol$

$$P_{NH_3} = \frac{n_{NH_3}}{V} RT = \frac{0.3}{9} \times 0.082 \times 300 = 0.82\,atm$$

4-

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

$$1\ mol \quad 53.5\ g$$

$$0.2\,mol \quad y\,g$$

$$y = \frac{0.2 \times 53.5}{1} = 10.7\ g$$

تطبيق(23): منطاد مليء بغاز الهدروجين يستخدمه مستكشف ليصل به إلى القطب الشمالي، وقد حصل على غاز الهدروجين من خلال تفاعل حمض الكبريت الممدّد مع برادة الحديد، فإذا كان حجم المنطاد في الشرطين النظاميين 4800 m^3، ونسبة غاز الهدروجين المتسرّب خلال عمليّة الملء 20% المطلوب: (Fe : 56)

١- اكتب معادلة التّفاعل الحاصل. 2- احسب كتلة الحديد المستخدم. 3-احسب عدد مولات حمض الكبريت

خطة الحل:من النسبة المئوية المتسربة يمكن معرفة النسبة المئوية التي وصلت إلى المنطاد ومنها يُحسب حجم الغاز المنطلق عن التفاعل ثم من مسألة السطرين من معادلة التفاعل(حساب كيميائي) يُمكن معرفة كتلة الحديد المتفاعل.

1- يتسرب 20% ويصل إلى المنطاد 80% وبالتالي :

ينطلق 100 m^3 من التفاعل فيصل إلى المنطاد 80 m^3

ينطلق V m^3 من التفاعل فيصل إلى المنطاد 4800 m^3

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

$$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow FeSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$$

$$56g \quad 1mol \quad 22.4L$$

$$m_1 g \quad n\ mol \quad 6 \times 10^6 L$$

$$m_1 = \frac{56 \times 6 \times 10^6}{22.4} = 15 \times 10^6 g \qquad -2$$

$$n = \frac{1 \times 6 \times 10^6}{22.4} = \frac{3}{112} \times 10^7\ mol \qquad -3$$

تطبيق(24): يُحضّر مزيجٌ غازيٌّ مؤلّف من 5% بوتان و 95% أرغون، بملء وعاء مخلّى من الهواء حجمه 16.4 L بغاز البوتان حتّى يصبح الضّغط 1atm ثم يضاف غاز الأرغون حتى يحقق النسبة السابقة مع ثبات درجة الحرارة 127 °C المطلوب:

1-احسب كتلة غاز الأرغون في المزيج السّابق. 2-احسب الضّغط الكلّي للمزيج النّهائيّ.

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

خطة الحل:نحسب عدد مولات البوتان من قانون الغازات العام ثم نحسب من الكسر المولي للبوتان عدد المولات الكلي ثم نحسب عدد مولات الأرغون من الكسر المولي للأرغون

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

$$n_{\text{بوتان}} = \frac{1 \times 16.4}{0.082 \times 400} = 0.5mol$$

$$X = \frac{n}{n_t} \Rightarrow \quad \frac{5}{100} = \frac{0.5}{n_t} \Rightarrow n_t = 10mol$$

$$X_{Ar} = \frac{95}{100} = \frac{n_{Ar}}{10} \Rightarrow n_{Ar} = 9.5mol$$

$$m_{Ar} = n \times M = 9.5 \times 40 = 380g$$

$$P_t = n_t \frac{RT}{V} \Rightarrow \qquad P_t = 10 \times \frac{0.082 \times 400}{16.4} = 20atm \qquad -2$$

قوانين الدرس

حساب عدد المولات من الكتلة أو من عدد الجزيئات $n=\frac{m}{M}$ $n=\frac{N}{N_A}$	للمزيج الغازي $P_t=P_1+P_2+....$ $P_t=(n_1+n_2+..)\frac{RT}{V}\Rightarrow P_t=n_t\frac{RT}{V}$ $X_i=\frac{n_i}{n_t}=\frac{P_i}{P_t}$
شرط استخدامه توافق واحدات Pو V مع R $PV=nRT$ يُستخدم لعينة غازعند تغييرP أو V أو T $\frac{P_1.V_1}{T_1}=\frac{P_2.V_2}{T_2}$	
يُستخدم عند معرفة الحجم المولي $V=V_{mol}\times n$ يُستخدم عند ثبات P و T $\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}=V_{mol}$	كثافة غاز $d=\frac{m}{V}=\frac{PM}{RT}$
	سرعة انتشار غاز $\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$

مسائل الغازات

تطبيق قانون من قوانين الغازات	مسألة سطرين(حساب كيميائي) إذا حدث تفاعل أو أُعطيت معادلة مع تطبيق قانون

((اختبار غازات))

يُعطى ثابت الغازات لجميع الأسئلة والمسائل $R = 8.314\ Pa.m^3.K^{-1}.mol^{-1}$ ، $R = 0.082\ atm.L.K^{-1}.mol^{-1}$

أولاً- اختر الاجابة الصحيحة:

1-عيّنة من غاز النتروجين N_2 حجمها $24.6L$ عند الضّغط $2atm$ ودرجة الحرارة $27^\circ C$ والكتلة الذرية N:14 تكون كتلة غاز النتروجين في العينة مساويةً: a) 28g b) 14g c) 56g d) 2g

2-تشغل عيّنة غازيّة حجماً قدره 0.04L عند الدّرجة 127°C وضغط ثابت، إذا سخنت العيّنة إلى الدّرجة 50°C يصبح حجمها: a) 60.0 mL b) 27.5 mL c) 15.0 mL d) 32.3 mL

3-عينة غاز حجمها 400mL عند ضغط 2 atm فإذا أصبح الحجم 0.5L مع ثبات درجة الحرارة فتكون قيمة الضّغط: a) 0.32 atm b) 1.6 atm c) 0.16 atm d) 0.8 atm

4-إذا علمت أن الضغط الجزئي لغاز الأكسجين ضمن مزيج غازي يساوي 0.8 atm والضغط الكلي للمزيج 3.2 atm فيكون الكسر المولي لغاز الأكسجين مساوياً: a) 0.4 b) 4 c) 0.25 d) 0.2

5- مزيج غازي يحوي غاز النيون ضغطه 2atm وغاز الميتان حيث يبلغ الضغط الكلي 8atm فيكون ضغط غاز الميتان مساوياً: a) 4atm b) 0.25 atm c) 6atm d) 10atm

ثانياً- اجب عن الأسئلة الآتية:

1- استنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج غازي مكون من غازين مختلفين عند ثبات (أو بدلالة)درجة الحرارة والحجم.

2-استنتج العلاقة الرياضية التي تعبّر عن كثافة غاز بدلالة كتلته المولية وضغطه ودرجة حرارته ثم اقترح طريقة لرفع منطاد مملوء بالهواء إلى الأعلى.

3-رتب الغازات N_2 ، H_2 ، Cl_2 بحسب تزايد سرعة انتشارها علماً أن الكتل الذريّة (H:1 , N:14 ،Cl:35.5)

4- استنتج عبارة الضّغط الجزئي لغاز ضمن مزيج غازيّ بدلالة الكسر الموليّ لهذا الغاز.

ثالثاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

مزيج غازي في وعاء حجمه 32.8L يحوي 3.2g من غاز الميتان CH_4 و 12g من غاز الإيتان C_2H_6 وكمية من ألكان مجهول فإذا علمت أن الضغط الكلي في الوعاء 0.7atm عند درجة الحرارة $127^\circ C$ المطلوب :

١- احسب عدد مولات الغاز المجهول.

٢- احسب الكسر المولي للغاز المجهول. (C:12 H:1)

المسألة الثانية:

عيّنة من غاز الأكسجين (O_2) حجمها 24.6 L تحتوي 0.50 mol عند درجة الحرارة 27°C.المطلوب:

1-احسب ضغط غاز الأكسجين.2- إذا تحوّل غاز الأكسجين O_2 إلى غاز الأوزون O_3 عند الضّغط ودرجة الحرارة ذاتها، المطلوب: a) اكتب معادلة التفاعل b) احسب عدد مولات الأوزون الناتج c) احسب حجم غاز الأوزون الناتج.

المسألة الثالثة:

يتأكسد سكّر العنب $C_6H_{12}O_6$ وفق المعادلة الآتية: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ والمطلوب حساب:

1-حجم غاز CO2 المنطلق نتيجة أكسدة 36g من سكر العنب ، عند درجة الحرارة $37^\circ C$ والضّغط 0.62atm

2- ضغط غاز الأكسجين عند أكسدة 3 g من سكّر العنب عند الحجم 2L ودرجة الحرارة 27°C (C:12, H:1 ,O:16)

المسألة الرابعة:

حوجلتين متصلتان ببعضهما بصِمَام،الحوجلة الأولى حجمها 4L تحتوي غازالنشادر(الأمونيا) NH_3،كتلته 5.1g بينما الحوجلة الثّانية حجمها 2L تحتوي غاز كلور الهدروجين HCl، كتلته 14.6g ، ودرجة حرارة كل منهما $27\ c^0$ ، عند فتح الصِمَام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلور الهدروجين ، وينتج ملح كلوريد الامونيوم الصّلب . المطلوب:

1) اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل .

2) بيّن حسابياً أي غاز يتبقى بعد نهاية التّفاعل

3) احسب الضّغط بعد نهاية التّفاعل (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصّلب المتشكّل)

4) احسب كتلة ملح كلوريد الامونيوم النّاتج. (H:1 ,Cl:35.5 ,N:14) $R = 0.082\ L.atm.mol^{-1}.K^{-1}$

انتهت الأسئلة

سرعة التّفاعل الكيميائيّ

❖ **تصنيف التّفاعلات الكيميائيّة** تصنّفِ التّفاعلات الآتية من حيثُ السّرعةُ إلى:سريعة مثل احتراق غاز البوتان - بطيئة مثل صدأ الحديد - بطيئة جدّاً مثل تشكل النفط والغاز

❖ **مفهوم السرعة الوسطية للتّفاعلات الكيميائيّة:**

- السرعة الوسطية لمادة متفاعلة $V_{avg} = -\frac{\Delta C}{\Delta t} = -\frac{C2-C1}{t2-t1}$ أي: $V_{avg} = -\frac{\text{تغيرتركيزها}}{\Delta t}$

ملاحظة: بما أن المواد المتفاعلة ينقص تركيزها أثناء التفاعل وبالتالي تغير تركيزها سالب و بالتالي يُضرب بإشارة سالب لكي تبقى السرعة الوسطية مقدار موجب.

السرعة الوسطية لمادة ناتجة أي: $V_{avg} = \frac{\text{تغيرتركيزها}}{\Delta t}$ $V_{avg} = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{C2-C1}{t2-t1}$

❖ تقاس سرعة التفاعل بواحدة $mol.L^{-1}.s^{-1}$

في وسط متجانس لدينا التّفاعل الكيميائيّ العامّ الآتي:

$mA + nB \longrightarrow pC + qD$ حيث m,n,p,q عدد المولات في المعادلة الموزونة

السرعة الوسطية لكل مادة $\nu_{avg(A)} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$, $\nu_{avg(B)} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$, $\nu_{avg(C)} = \frac{\Delta[C]}{\Delta t}$, $\nu_{avg(D)} = \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$

علاقة السّرعة الوسطيّة للتفاعل(العلاقة بين السرعات الوسطية)حيث نقسم السرعة الوسطية للمادة على أمثال المادة التفاعلية

$$\nu_{avg} = \frac{\nu_{avg}(A)}{m} = \frac{\nu_{avg}(B)}{n} = \frac{\nu_{avg}(C)}{p} = \frac{\nu_{avg}(D)}{q}$$

$$\nu_{avg} = -\frac{1}{m}\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{n}\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{p}\frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{q}\frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

تطبيق(1):

1- اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك كل من المواد المتفاعلة و تشكل كل من المواد الناتجة ثم اكتب العلاقة بين السرعات الوسطية للتفاعل الآتي: $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

$$\nu_{avg(NO)} = -\frac{\Delta[NO]}{\Delta t} \quad , \quad \nu_{avg(O_2)} = -\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} \quad , \quad \nu_{avg(NO_2)} = \frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t}$$

$$\frac{\nu_{avg(NO)}}{2} = \frac{\nu_{avg(O_2)}}{1} = \frac{\nu_{avg(NO_2)}}{2}$$

2- يتفاعل غاز الهدروجين وغاز الكلور وفق المعادلة $H_{2(g)} + C\ell_{2(g)} \longrightarrow 2HC\ell_{(g)}$ المطلوب:

a) اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك غاز الكلور b) اكتب العلاقة بين السّرعة الوسطيّة لاستهلاك غاز الهدروجين والسّرعة الوسطيّة لتشكّل غاز كلور الهدروجين.

$$\nu_{avg}(Cl_2) = -\frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t} \quad -1$$

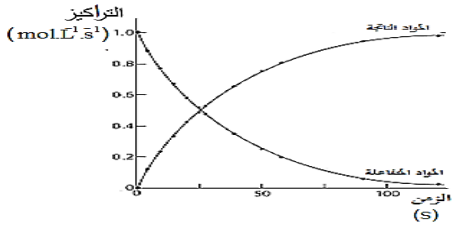
$$\nu_{avg}(H_2) = \frac{1}{2}\nu_{avg}(HCl) \quad -2$$

تطبيق (2): يحدث التّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} \longrightarrow B_{(g)}$ اعتماداً على النّتائج المدوّنة في الجدول الآتي:

الزمن	0	20	40	60
(mol.L^{-1}) A	1	0.6	0.3	0
(mol.L^{-1}) B	0	0.4	0.7	1

1- احسب السرعة الوسطية لكلٍّ من المادّتين A وB خلال تغيّر الزّمن من ($20 \leftarrow 40$).

2- مثّل بيانيّاً تغيّر تراكيز كلّ من المادّتين A ، B خلال سير التّفاعل.



$$V'_{avg(A)} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{(0.3-0.6)}{40-20} = 0.015 \ mol.L^{-1}.s^{-1} \quad -1$$

$$V_{avg(B)} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{(0.7-0.4)}{40-20} = 0.015 \ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

تطبيق (3):

1- في التّفاعل الآتي: $2A+B\longrightarrow 3C$ إذا علمت أن قيمة السّرعة الوسطيّة لتكون المادّة C تساوي $0.15mol.l^{-1}.s^{-1}$ فتكون السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادّة A بواحدة $mol.l^{-1}.s^{-1}$.

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

$$\frac{v_{avg}(A)}{2}=\frac{v_{avg}(C)}{3}\Rightarrow\frac{v_{avg}(A)}{2}=\frac{0.15}{3}\Rightarrow v_{avg}(A)=\frac{2\times0.15}{3}=\frac{0.3}{3}=0.1mol.L^{-1}.s^{-1}$$

2- يتفكّك المركّب NO_2 في الدّرجة C 300 وفق التّفاعل: $2NO_2\longrightarrow 2NO+O_2$، فإذا علمت أنّ تركيز $[NO_2]$ يتغيّر من $0.01\ mol.L^{-1}$ إلى $0.0064\ mol.L^{-1}$ خلال 100 s، فتكون سرعة تشكّل الأكسجين مقدّرة بـ $mol.L^{-1}.s^{-1}$ تساوي:

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

$$v_{avg(NO_2)}=\frac{-\Delta[NO_2]}{\Delta t}=\frac{-(0.0064-0.01)}{100}=\frac{-(-0.0036)}{100}=36\times10^{-6}mol.L^{-1}.s^{-1}$$

$$\frac{v_{avg(O_2)}}{1}=\frac{v_{avg(NO_2)}}{2}\Rightarrow v_{avg(O_2)}=\frac{36\times10^{-6}}{2}=18\times10^{-6}=1.8\times10^{-5}mol.L^{-1}.s^{-1}$$

تطبيق (4): يحدث التّفاعل الآتي في شروط مناسبة: $C_4H_{8(g)}\rightarrow 2C_2H_{4(g)}$ ، وقد تمّ تعيين تغير تركيز المركّب C_4H_8 خلال الزّمن وفق الجدول الآتي:و المطلوب:

$[C_4H_8]$	0.83	0.76	0.69	0.63
t(s)	20	30	40	50

1- احسب السّرعة الوسطيّة لاستهلاك $C_4H_{8(g)}$ بين الزّمنين $(40\leftarrow 50)$.

2- احسب السّرعة الوسطيّة لتشكّل C_2H_4 بين الزّمن $(30\leftarrow 20)$

$$v_{avg}(C_4H_8)=-\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t}=-\frac{(0.63-0.69)}{50-40}=0.006\,mol.L^{-1}.s^{-1}\quad -1$$

2-لحساب السّرعة الوسطيّة لتشكّل C_2H_4 بين الزّمن $(30\leftarrow 20)$.

نحسب سرعة استهلاك $C_4H_{8(g)}$ بين الزّمن $(30\leftarrow 20)$

$$v_{avg}(C_4H_8)=-\frac{0.76-0.83}{30-20}=0.007\,mol.L^{-1}.s^{-1}$$

ثم نستخدم العلاقة بين السرعات الوسطية :

$$\frac{1}{2}v_{avg}(C_2H_4)=v_{avg}(C_4H_8)\Rightarrow v_{avg}(C_2H_4)=2\times0.007=0.014\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

تطبيق (5): يحدث التفاعل وفق المعادلة $A_{(g)}+3B_{(g)}\longrightarrow 2C_{(g)}$ فإذا علمت أنّ تركيز [B] يتغيّر من $0.008\ mol.L^{-1}$ إلى $0.0068\ mol.L^{-1}$ خلال الزمن من 70 s إلى 80 s، المطلوب: 1-احسب السرعة الوسطية لاستهلاك المادة B

2- احسب السرعة الوسطية لتشكّل المادة C خلال الزمن السابق. 3-احسب السرعة الوسطية للتفاعل خلال الزمن السابق.

$$v_{avg}(B)=-\frac{\Delta[B]}{\Delta t}=-\frac{(0.0068-0.008)}{80-70}=12\times10^{-5}mol.L^{-1}.s^{-1}\quad -1$$

$$\frac{v_{avg}(B)}{3}=\frac{v_{avg}(C)}{2}\Rightarrow\frac{12\times10^{-5}}{3}=\frac{v_{avg}(C)}{2}\Rightarrow v_{avg}(C)=8\times10^{-5}mol.L^{-1}.s^{-1}\quad -2$$

$$v_{avg}\text{ للتفاعل}=\frac{v_{avg}(B)}{3}=\frac{12\times10^{-5}}{3}=4\times10^{-5}mol.L^{-1}.s^{-1}\quad -3$$

مراحل حدوث التّفاعل الكيميائيّ

نظرية التّصادمات: تقوم نظريّة التّصادم على فرضيتين اذكرهما:

1-لحدوث تفاعل كيميائيّ يجب أن تتصادم دقائقُ الموادّ المتفاعلة (جزيئات أو ذرات أو أيونات) مع بعضها.

2-التّصادم شرطٌ لازمٌ وغيرُ كافٍ لحدوث التّفاعل، حيثُ يُوجد تصادماتٌ فعّالة وأخرى غير فعّالة.

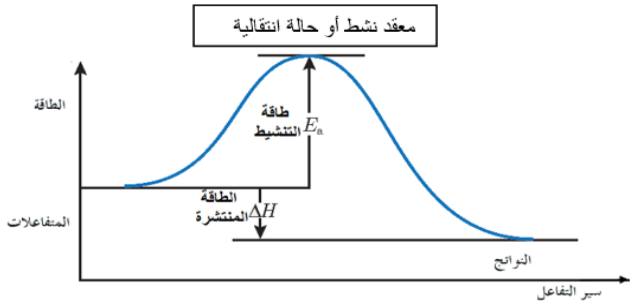
فسّر بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها.

لأنه يوجد تصادمات فعالة وتصادمات غير فعالة ولحدوث التفاعل يجب أن يكون التصادم فعّال.

حتّى يكون التّصادم فعّالاً لابدّ من توافر شرطين اذكرهما:

-أن تأخذ دقائق الموادّ المتفاعلة وضعاً فراغيّاً مناسباً.

-أن تملك دقائق المواد المتفاعلة الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل (طاقة التنشيط).

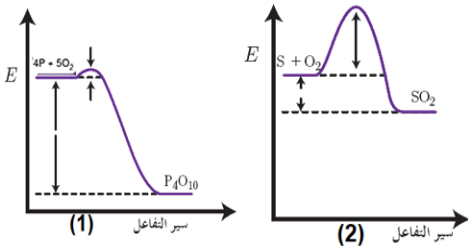


تمرّ التّفاعلات الّتي تحتاج إلى طاقة تنشيط بالمراحل الآتية:

1- إضعافِ روابط جزيئات الموادّ المتفاعلة.
2- تشكّل الحالة الانتقاليّة أو ما يسمّى المعقّد النّشط.
3- تفكّك المعقّد النّشط، وتشكّل النّواتج.

إضاءة:

- **المعقّد النّشط:** مركّب مرحليّ غيرُ ثابت يتشكّل آنيّاً، ولا يمكن فصله من المزيج التّفاعليّ.
- طاقة التّنشيط: هي الحدّ الأدنى من الطّاقة الواجب توافره لوصول طاقة الموادّ المتفاعلة إلى الحالة الانتقاليّة.
- تتعلّق طاقة التّنشيط بطبيعة الموادّ المتفاعلة.



تطبيق(6): ألاحظ المخطّطين البيانيّين الآتيين ثم قارن بين التفاعلين من حيث (طاقة التنشيط – السرعة)

التفاعل (1) أسرع وطاقة تنشيطه أقل والتفاعل (2) أبطأ وطاقة تنشيطه أكبر

نتيجة:

- التّفاعلات الّتي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تكون سريعةً(علل)، لأنّ عدد الجزيئات الّتي تمتلك طاقة التّنشيط يكون كبيراً.
- التّفاعلات الّتي تحتاج إلى طاقة تنشيط كبيرة تكون بطيئة(علل)، لأنّ عدد الجزيئات الّتي تمتلك طاقة التّنشيط يكون صغيراً.

❖ **العوامل المؤثرة في سرعة التّفاعل الكيميائيّ:**

1- طبيعة الموادّ المتفاعلة (الروابط حيث تختلف المواد إما بنوع الرابطة أو بعدد الروابط)

- علل سرعة احتراق البوتان أكبرُ من سرعة احتراق الأوكتان. لأن عدد الروابط C-C و C-H في البوتان أقل من الأوكتان.
- يتفاعل الهدروجين مع الفلور بسرعة أكبر من سرعة الكلور مع الهدروجين لأن طاقة الرابطة F-F أقل من طاقة الرابطة Cl-Cl

تطبيق(7):

1-الألكان الذي يحترق بسرعة أكبر في الشروط ذاتها هو:

C_3H_8	D	C_4H_{10}	c	C_5H_{12}	b	C_2H_6	A

2-اعتماداً على طاقات الروابط الآتية بواحدة $\Delta H_b^\circ(Br-Br)=312\ \Delta H_b^\circ(Cl-Cl)=243\ \Delta H_b^\circ(F-F)=156.9 : kJ.mol^{-1}$

$\Delta H_b^\circ(I-I)=376$ إن المادة التي تتفاعل بسرعة أكبر مع الهدروجين في الشروط ذاتها هي:

I_2	D	Br_2	c	Cl_2	b	F_2	A

3- اعتماداً على طاقات الروابط الآتية بواحدة $\Delta H_b^\circ(Br-Br)=312\ \Delta H_b^\circ(Cl-Cl)=243\ \Delta H_b^\circ(F-F)=156.9 : kJ.mol^{-1}$

$\Delta H_b^\circ(I-I)=376$ إن المادة التي طاقة تنشيط أكبر هي:

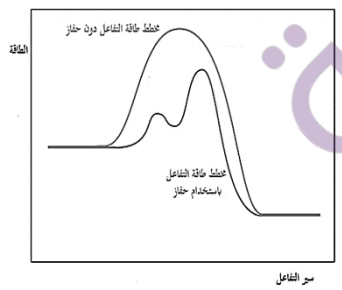
I_2	D	Br_2	c	Cl_2	b	F_2	A

2-درجة الحرارة:

علل تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة؟بسبب زيادة عدد الجزيئات الّتي تملك طاقة حركيّة أكبرَ أو تساوي طاقة التّنشيط، فيزداد عددُ التّصادمات الفعّالة وبالتّالي تزداد سرعة التّفاعل.

- تصنّف الزواحف بأنّها من الحيوانات ذاتِ الدّم البارد، لأنّها تحتاج للحرارة حتّى تستطيع الحركة بسرعة.

-وضع الطعام في الثلاجة يبطأ تفاعل التلف.



3-تأثير الوسيط:

الوسيط: مادّة تُغيّر من سرعة التّفاعل الكيميائيّ القابل للحدوث دون أن يتغيّر تركيبُها الكيميائيّ في نهاية التّفاعل، ويُقسَم الوسيط إلى مسرّع للتّفاعل يُدعى حفّاز، ومُبطّئ للتّفاعل يُدعى مثبّط.

- يعمل الحفّاز على تغيير آلية حدوث التّفاعل وفق تفاعلات طاقة تنشيطها أقلّ من طاقة تنشيط التّفاعل الأصليّ.

4- تأثير التّركيز:

بالنسبة للمواد (aq)المحاليل المائية أو (g)الغاز (تفاعلات متجانسة)تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز أحد المواد المتفاعلة بسبب زيادة عدد التصادمات الفعالة

بالنسبة للمواد الصلبة (s)أو المحل السائل(ℓ) تزداد سرعة التفاعل بزيادة السطح المعرض للتفاعل

تطبيق (8): فسّر احتراق مسحوق الفحم أسرعُ من احتراق قطعة فحمٍ مماثلة له بالكتلة. لأن مساحة سطح التماس في مسحوق الفحم أكبر من مساحة سطح التماس لقطعة الفحم المماثلة بالكتلة

تطبيق (9): كيف يمكن زيادة سرعة هذا التّفاعل؟ $CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

1-بزيادة تركيز حمض كلور الماء.2-تحويل قطعة كربونات الكالسيوم إلى مسحوق، فيزداد سطح كربونات الكالسيوم المعرّض للتّفاعل.

إضاءة الموادّ الصّلبة والسّائلة الصّرفة ذاتُ تركيز ثابت ، لأنّ تغيّر عدد المولات يؤدّي لتغيّر الحجم ، والعكس صحيح ، فتبقى نسبة عدد المولات إلى الحجم (التّركيز) ثابتة. وهي لا تدخل في قانون سرعة التفاعل

تطبيق (10): يتفاعل حمض الكبريت الممدّد مع قطعة من الحديد، اقترح طريقتين لزيادة سرعة هذا التّفاعل.

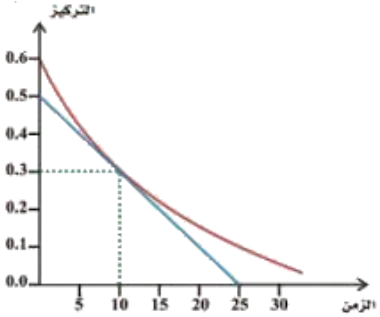
1-زيادة تركيز حمض الكبريت 2-تحويل الحديد إلى برادة

تطبيق (11): اذكر الطرائق التي تزيد من سرعة التفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2AlCl_3$

1-زيادة تركيز الكلور 2-زيادة سطح الألمنيوم المعرّض للتفاعل

تطبيق (12): علل يحترق الصوف المعدني عندما تكون نسبة الأكسجين 100% بسرعة أكبر من احتراقه بأكسجين الهواء نسبته21% لأن سرعة الاحتراق تزداد بزيادة تركيز الأكسجين

قانون سرعة التّفاعل اللّحظيّة:



1- حساب السّرعة اللّحظيّة بيانيّاً: $v = \frac{dC}{dt}$ **تغير التركيز خلال فاصل زمني صغير**

تطبيق (13): يمثّل المنحني البيانيّ لتغيّر التركيز لمادة متفاعلة بدلالة تغيّر الزّمن ، احسب السرعة عند الزمن t = 10 s

$$v = \tan\theta = \frac{0.5}{25} = 0.02 mol.L^{-1}.s^{-1}$$

أستنتج: تمثّل قيمة ميل المماس عند لحظة محدّدة قيمة السّرعة اللّحظية للتّفاعل.

❖ **حساب السّرعة اللّحظية رياضيّاً:**

يَحدث عند درجة حرارة ثابتة التّفاعل الكيميائيّ الممثَّل بالمعادلة الكيميائيّة الآتية: **نواتج** $\longrightarrow mA_{(g)} + nB_{(g)}$

في التّفاعل الأوّليّ (يحدث في مرحلة واحدة) تتناسب سرعة التّفاعل اللّحظية طرداً مع جداء تراكيز الموادّ المتفاعلة ، مرفوع كلّ منها لأسّ يساوي عدد الأمثال التّفاعليّة (عدد المولات) $v = k.[A]^m.[B]^n$

حيث k ثابت سرعة التّفاعل ، وتتعلّق قيمته بطبيعة الموادّ المتفاعلة، ودرجة الحرارة.

تطبيق (14): اكتب عبارة سرعة التّفاعل اللّحظية لكلّ من التّفاعلات الأوليّة الآتية وحدد رتبة التفاعل:

$C_4H_9Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow C_4H_9OH_{(aq)} + HCl_{(aq)}$	$v=k[C_4H_9Cl]$ رتبة أولى
$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$	$v=k[HCl]^2$ رتبة ثانية
$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$	$v=k[SO_2]^2[O_2]$ رتبة ثالثة
$C_{(s)} + 2S_{(s)} \longrightarrow CS_{2(l)}$	$v=k$ رتبة صفر

تطبيق (15): ملاحظة عندما يزداد الضغط يقلّ الحجم ويزداد التركيز والعكس صحيح

1-في التفاعل الاولي $A_{(g)} + 3B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$ إذا تضاعف تركيز A ثمان مرات وانخفض تركيز B مرتين فإن سرعة التفاعل اللحظية:

A		b		c		D	
تزداد أربع مرات		تزداد ستة عشر مرة		تقل ستة عشر مرة		D	لا تتغير

$$v=k[A].[B]^3 \Rightarrow v' = k8[A].\left(\frac{[B]}{2}\right)^3 \Rightarrow v' = k8[A].\frac{[B]^3}{8} \Rightarrow v' = k[A].[B]^3 = v$$

2-اذا ازداد حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل الاولي $A_{(s)} + 3B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$ مرتين فإن سرعة التفاعل اللحظية:

A		b		c		D	
تقل ثمان مرات		تزداد ستة عشر مرة		تقل ستة عشر مرة		D	تقل مرتين

$$v=k[B]^3 \Rightarrow v' = k\left(\frac{[B]}{2}\right)^3 \Rightarrow v' = k\frac{[B]^3}{8} \Rightarrow v' = \frac{v}{8}$$ عندما يزداد الحجم يقل التركيز

3-اذا ازداد الضغط الكلي على الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل الاولي $A_{(s)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$ ثلاث مرات فإن سرعة التفاعل اللحظية:

A		b		c		D	
تقل سبع وعشرين مرة		تزداد تسع مرات		تزداد سبع وعشرين مرة		D	تزداد ثلاث مرات

$$v=k[B]^2 \Rightarrow v' = k(3[B])^2 \Rightarrow v' = 9k[B]^2 = 9v$$ عندما يزداد الضغط يقلّ الحجم ويزداد التركيز

ملاحظة :

في مسألة سطرين التراكيز نكتب المعادلة ونضع في السطر الأول التركيز الابتدائي وفي السطر الثاني التركيز بعد زمن بدلالة x حيث تنقص المواد المتفاعلة وتزداد المواد الناتجة كل منها بحسب مولاتها

بعد زمن نحسب x من مقارنة الطلب بالسطر الثاني حيث بعد زمن ينقص نأخذ بعد الناقص وبعد زمن يصبح نأخذ المقدار في السطر الثاني كلّه

عند توقف التفاعل تنعدم سرعة التفاعل حيث ثابت سرعة التفاعل ليس معدوم وبالتالي نفرض أحد المواد المتفاعلة صفر ونحسب x وأذا نتج تركيز سالب تكون الفرضية مرفوضة حيث تُحسب تراكيز المواد الناتجة من الفرضية المقبولة

تطبيق (16): يجري عند درجة حرارة ثابتة التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية : $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$ حيث كانت التراكيز الابتدائية $[C]=0$, $[B]=0.6mol.l^{-1}$, $[A]=0.2mol.l^{-1}$ و قيمة ثابت سرعة التفاعل 0.1 و المطلوب:

1-أكتب قانون سرعة التفاعل اللحظية وحدّد رتبه 2-أحسب قيمة السرعة الابتدائية للتفاعل

3-أحسب قيمة سرعة التفاعل بعد زمن ينقص [B] بمقدار $0.3mol.l^{-1}$

4- أحسب قيمة سرعة التفاعل بعد زمن يصبح $[B]=0.4mol.l^{-1}$

5-أحسب تركيز كل من A،B،C عند توقف التفاعل.

1- $v = k[A][B]^2$ رتبة ثالثة

2- $v = 0.1(0.2)(0.6)^2 = 10^{-1}\times 2\times 10^{-1}\times 36\times 10^{-2} = 72\times 10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$

3-

	$A_{(g)}$	+	$2B_{(g)}$	→	$3C_{(g)}$
تركيز ابتدائي	0.2		0.6		0
تركيز بعد زمن بدلالة x	$0.2-x$		$0.6-2x$		$+3x$

بعد زمن ينقص نأخذ بعد الناقص ونحسب x ونعوضها في تركيز المادة A والمادة B ونحسب سرعة التفاعل

$$2x = 0.3 \Rightarrow x = \frac{0.3}{2} \Rightarrow \boxed{x = 0.15\,mol.L^{-1}}$$

$$[A] = 0.2 - x = 0.2 - 0.15 = 0.05 mol.L^{-1}$$

$$[B] = 0.6 - 2x = 0.6 - 2(0.15) = 0.3 mol.L^{-1}$$

$$v = 0.1(0.05)(0.3)^2 = 10^{-1}\times 5\times 10^{-2}\times 9\times 10^{-2} = 45\times 10^{-5}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

4- $[B] = 0.6 - 2x = 0.4 \Rightarrow 2x = 0.6 - 0.4 \Rightarrow 2x = 0.2 \Rightarrow \boxed{x = 0.1 mol.L^{-1}}$

$$[A] = 0.2 - x = 0.2 - 0.1 = 0.1 mol.L^{-1}$$

$[B] = 0.4 mol.L^{-1}$ من الطلب

$$v = 0.1(0.1)(0.4)^2 = 10^{-1}\times 10^{-1}\times 16\times 10^{-2} = 16\times 10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

5- $v = 0$, $k \neq 0$ عند توقف التفاعل الطريقة ثابتة

إما $[A] = 0 \Rightarrow 0.2 - x = 0 \Rightarrow x = 0.2\ mol.L^{-1}$

مقبول $[B] = 0.6 - 2(0.2) = 0.2 mol.L^{-1}$

نحسب تركيز المادة الناتجة من الفرضية المقبولة $[C] = 3x = 3(0.2) = 0.6\ mol.L^{-1}$

أو $[B] = 0 \Rightarrow 0.6 - 2x = 0 \Rightarrow x = 0.3 mol.L^{-1}$

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

ملاحظة حساب التراكيز الابتدائية بعد المزج:

عند مزج محلولين لمادتين يبدأ التفاعل بعد المزج وبالتالي التراكيز الابتدائية تُحسب بعد المزج

المزج	
عندما تُعطى التراكيز	**عندما تُعطى المولات**
$n_1 = n_2 \Rightarrow$ $C_1.V_1 = C_2.V_2 \Rightarrow \boxed{C_2 = \frac{C_1.V_1}{V_2}}$	$\boxed{C = \frac{n}{V_t}}$

1-مزج (يُضاف) $150\,mL$ من المادّة A تركيزها $1.2\,mol.L^{-1}$ مع $50mL$ من المادّة B تركيزها $0.8\,mol.L^{-1}$ احسب التراكيز بعد المزج

أُعطيت التراكيز قبل المزج $n = n \Rightarrow C_1.V_1 = C_2.V_2 \Rightarrow \boxed{C_2 = \frac{C_1.V_1}{V_2}}$

$$[A]_0 = \frac{1.2\times150}{200} = 0.9\ mol.L^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{0.8\times50}{200} = 0.2\ mol.L^{-1}$$

2-يضاف(يُمزج) $300mL$ من محلول مادة A يحوي $0.8mol$ إلى $100mL$ من محلول مادة B يحوي $1.2mol$ احسب التراكيز بعد المزج

$$\boxed{C = \frac{n}{V_t}} \Rightarrow [A]_0 = \frac{0.8}{400\times10^{-3}} = 2\,mol.L^{-1}$$

أُعطيت المولات قبل المزج

$$[A]_0 = \frac{1.2}{400\times10^{-3}} = 3\,mol.L^{-1}$$

تطبيق (17): يُمزج (يُضاف) $100mL$ من مادّة A تركيزها $1.2mol.L^{-1}$ مع $300mL$ من مادّة (B) تركيزها $1.2mol.L^{-1}$ فيحصل التّفاعل الأولي وفق المعادلة الآتية: $A_{(aq)} + 2B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)}$ إذا علمت أنّ ثابت سرعة التّفاعل $K = 10^{-2}$

1-احسب سرعة التّفاعل الابتدائيّة . 2-احسب سرعة التّفاعل بعد زمن يتشكّل فيه (0.04mol) من المادّة (C).

$$-1 \quad n = n \Rightarrow C_1.V_1 = C_2.V_2 \Rightarrow \boxed{C_2 = \frac{C_1.V_1}{V_2}}$$

$$[A]_0 = \frac{1.2\times100}{400} = 0.3\ mol.L^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{1.2\times300}{400} = 0.9\ mol.L^{-1}$$

$$\nu = k[A][B]^2 \Rightarrow \quad \nu = 10^{-2}\times(0.3)\times(0.9)^2 = 243\times10^{-5}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

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

تركيز ابتدائي	0.3	0.9	0
تركيز بعد زمن بدلالة x	0.3 – x	0.9 – 2x	2x

أعطي عدد المولات وبالتالي نحسب التركيز ثم نحسب x $[C] = \frac{n}{V} = \frac{0.04}{0.4} = 0.1 mol.L^{-1}$

$$2x = 0.1 \Rightarrow x = 0.05\ mol.L^{-1}$$

$$[A] = 0.3 - 0.05 = 0.25\,mol.L^{-1}$$

$$[B] = 0.9 - 0.1 = 0.8\,mol.L^{-1}$$

$$\nu = 10^{-2}\times(0.25)\times(0.8)^2 = 16\times10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

تطبيق (18): يضاف (يُمزج) ($200\ ml$) تحوي على ($1.2mol$) من مادّة (A) إلى ($200ml$) تحوي على ($0.8\ mol$) من مادّة (B) فيتمّ التّفاعل الأولي الآتي $2A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)} + D_{(aq)}$

إذا علمت أنّ ثابت سرعة التّفاعل 2×10^{-2} المطلوب حساب: 1- سرعة التّفاعل الابتدائيّ. 2- سرعة التّفاعل بعد زمن يتشكّل فيها ($0.4mol$) من المادّة (D) 3- تركيز كل المادتين C,B عند توقف التفاعل.

$\nu = k[A]^2[B]$ -1

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow [A]_0 = \frac{1.2}{400\times10^{-3}} = 3\,mol.L^{-1}$$

$$[A]_0 = \frac{0.8}{400\times10^{-3}} = 2\,mol.L^{-1}$$

$$\nu_0 = 2\times10^{-2}(3)^2(2) = 36\times10^{-2}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

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

تركيز ابتدائي	3	2	0	0
تركيز بعد زمن بدلالة x	$3-2x$	$2-x$	$+2x$	$+x$

أعطي عدد المولات وبالتالي نحسب التركيز ثم نحسب x $[D] = \frac{n}{V} = \frac{0.4}{400\times10^{-3}} = 1mol.L^{-1} \Rightarrow \boxed{x = 1mol.L^{-1}}$

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

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

$$\nu = 2\times10^{-2}\times(1)^2\times(1) = 2\times10^{-2}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

-3 عند توقف التفاعل الطريقة ثابتة $\nu = 0\ ,\ k \neq 0$

إما $[A] = 0 \Rightarrow 3-2x = 0 \Rightarrow \boxed{x = 1.5\,mol.L^{-1}}$

مقبول $[B] = 2-x = 2-1.5 = 0.5\,mol.L^{-1}$

نحسب تركيز المادة الناتجة من الفرضية المقبولة $[C] = 2x = 2(1.5) = 3\ mol.L^{-1}$

أو $[B] = 0 \Rightarrow 2-x = 0 \Rightarrow \boxed{x = 2\,mol.L^{-1}}$

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

تطبيق (19): مزج $600\,mL$ من المادّة A ذات التّركيز $0.8\ mol.L^{-1}$ مع $200\,mL$ من المادّة B ذات التّركيز $0.8\ mol.L^{-1}$ لتتشكّل المادّة C في شروط مناسبة، وفق التّفاعل الأوّليّ الآتي: $3A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)}$ والمطلوب: 1- اكتب عبارة سرعة التفاعل. 2- احسب سرعة التّفاعل الابتدائيّ بفرض أن $k = 0.1$. 3-احسب تركيز المادّة C عندما يتفكّك 20 % من المادّة A.
4-أحسب سرعة التّفاعل عندما يتشكّل $0.2\ mol.L^{-1}$ من المادّة C. 5- ما هو تركيز المادّة A, B, C عند توقف التّفاعل.

1- $v = k[A]^3[B]$

2- أُعطيت التراكيز قبل المزج $n = n \Rightarrow C_1.V_1 = C_2.V_2 \Rightarrow \boxed{C_2 = \frac{C_1.V_1}{V_2}}$

$$[A]_0 = \frac{0.8\times 600}{800} = 0.6\ mol.L^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{0.8\times 200}{800} = 0.2\ mol.L^{-1}$$

$$v = 0.1\times (0.6)^3\times(0.2) = 4.32\times10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

3-

$3A_{(aq)}$	+	$B_{(aq)}$	→	$2C_{(aq)}$
0.6		0.2		0
$0.6-3x$		$0.2-x$		$+2x$

كل 100 يتفكك 20
كل 0.6 يتفكك 3x

$$\boxed{x = \frac{0.6\times 20}{3\times 100} = 0.04\ mol.L^{-1}} \Rightarrow \quad [C] = 2x = 0.08\ mol.L^{-1}$$

4- $2x = 0.2 \Rightarrow \boxed{x = 0.1\ mol.L^{-1}}$

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

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

$$v = 0.1\times(0.3)^3\times(0.1) = 27\times10^{-5}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

5-عند توقف التفاعل $v = 0 \ , \ k \neq 0$

$$[A] = 0 \Rightarrow 0.6-3x = 0 \Rightarrow 3x = 0.6 \Rightarrow \boxed{x = 0.2\ mol.L^{-1}}$$

$$[B] = 0.2-0.2 = 0\,mol.L^{-1}$$

$$[C] = 0.4\ mol.L^{-1}$$

❖ رتبة التّفاعل للتفاعل الغير أولي(تحديد رتبة التفاعل تجريبياً)

تطبيق (20): يحدث التّفاعل الآتي في شروط مناسبة: $A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow C_{(aq)}$ قيست السّرعة الابتدائيّة لهذا التّفاعل بدلالة تراكيز الموادّ المتفاعلة ، وكانتِ النّتائج كما في الجدول الآتي:

رقم التجربة	[A]	[B]	سرعة التفاعل
1	0.1	0.1	4.0×10^{-5}
2	0.1	0.2	4.0×10^{-5}
3	0.2	0.1	16.0×10^{-5}

1- اكتب عبارة سرعة التّفاعل اللحظيّة، واستنتج رتبته. 2- احسب ثابت سرعة التّفاعل.

الحلّ : 1- $v = k.[A]^x.[B]^y$

أعوّض قيم التّجربة الأولى: (1) $v_1 = 4\times10^{-5} = k.[0.1]^x.[0.1]^y$

أعوّض قيم التّجربة الثّانية: (2) $v_2 = 4\times10^{-5} = k.[0.1]^x.[0.2]^y$

أعوّض قيم التّجربة الثّالثة: (3) $v_3 = 16\times10^{-5} = k.[0.2]^x.[0.1]^y$

أقسّم (2) على (1) ، وأختصر $\frac{4\times10^{-5}}{4\times10^{-5}} = \frac{k.[0.1]^x.[0.2]^y}{k.[0.1]^x.[0.1]^y} \Rightarrow \left(\frac{2}{1}\right)^y = 1 \Rightarrow 2^y = 1 \Rightarrow \boxed{y = 0}$

أقسّم (3) على (1) ، وأختصر $\frac{16\times10^{-5}}{4\times10^{-5}} = \frac{k.[0.2]^x.[0.1]^y}{k.[0.1]^x.[0.1]^y} \Rightarrow 4 = \frac{[0.2]^x}{[0.1]^x} \Rightarrow 4 = \left(\frac{2}{1}\right)^x \Rightarrow 2^x = 4 \Rightarrow \boxed{x = 2}$

2- عبارة السّرعة اللّحظيّة: $v = k.[A]^2.[B]^0 \Rightarrow v = k.[A]^2$

أستنتج أنّ التّفاعل من الرّتبة الثّانية. $x + y = 2 + 0 = 2$

- حساب k من خلال قيم إحدى التّجارب: $4\times10^{-5} = k.[0.1]^2 \Rightarrow k = \frac{4\times10^{-5}}{10^{-2}} = 4\times10^{-3}$

نتيجة:

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

- التّفاعلات غير الأوليّة: تفاعلات تتمّ على عدّة مراحل لا تتوافق فيها عبارة السّرعة اللّحظيّة مع معادلة التّفاعل ، وتُعطى عبارة السّرعة للمرحلة الأبطأ.

- رتبة التّفاعل: مجموع أسس تراكيز الموادّ المتفاعلة في عبارة سرعة التّفاعل.

تطبيق (21)

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

المرحلة الأولى: ذات تفاعل بطيء: $O_{3(g)} \longrightarrow O_{2(g)} + O^{\bullet}_{(g)}$

المرحلة الثانية: ذات تفاعل سريع: $NO_{(g)} + O^{\bullet}_{(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$ فتُكتب عبارة السّرعة على الشّكل:

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

2- تمّ زيادة تراكيز الموادّ المتفاعلة إلى مثلي ما كان عليه في التّفاعل (نواتج $A + B \rightarrow$) ولم تتغيّر سرعة التّفاعل، فتكون عبارة سرعة التّفاعل. a) $v = k[A]$ (b $v = k[A].[B]$ (c $v = k$ (d $v = k[B]$

تطبيق (22)

يحدث التّفاعُل الآتي في شروط مناسبة: $NO_{2(g)} + CO_{(g)} \longrightarrow NO_{(g)} + CO_{2(g)}$. وكانت النّتائج لقياس سرعة التّفاعل الابتدائيّة في عدّة تجاربَ بتراكيزَ مختلفة على الشّكل:

رقم التجربة	$[NO_2]$	$[CO]$	$v\ (mol.L^{-1}.s^{-1})$
1	0.1	0.1	0.0021
2	0.2	0.1	0.0084
3	0.2	0.2	0.0084

والمطلوب: 1- اكتب عبارة سرعة التّفاعل اللّحظيّة، واستنتج رتبته. 2- احسب ثابت سرعة التّفاعل.

الحلّ : 1- $v = k.[NO_2]^x.[CO]^y$

أعوّض قيم التّجربة الأولى: $(1)\quad \nu_1 = 21\times10^{-4} = k.[0.1]^x.[0.1]^y$

أعوّض قيم التّجربة الثّانية: $(2)\quad \nu_2 = 84\times10^{-4} = k.[0.2]^x.[0.1]^y$

أعوّض قيم التّجربة الثّالثة: $(3)\quad \nu_3 = 84\times10^{-4} = k.[0.2]^x.[0.2]^y$

أقسّم (2) على (1) ، وأختصر $\dfrac{84\times10^{-4}}{21\times10^{-4}} = \dfrac{k\,[0.2]^x.[0.1]^y}{k.[0.2]^x.[0.1]^y} \Rightarrow \left(\dfrac{2}{1}\right)^x = 4 \Rightarrow 2^x = 4 \Rightarrow \boxed{x=2}$

أقسّم (3) على (2) ، وأختصر $\dfrac{84\times10^{-4}}{84\times10^{-4}} = \dfrac{k\,[0.2]^x.[0.2]^y}{k.[0.2]^x.[0.1]^y} \Rightarrow \left(\dfrac{2}{1}\right)^y = 1 \Rightarrow 2^y = 1 \Rightarrow \boxed{y=0}$

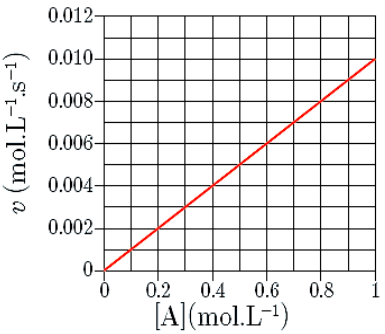
عبارة السّرعة اللّحظيّة: $\nu = k.[NO_2]^2.[CO]^0 \Rightarrow \nu = k.[NO_2]^2$

$x+y = 2+0 = 2$ أستنتج أنّ التّفاعل من الرّتبة الثّانية.

2- حساب k من خلال قيم إحدى التّجارب: $\nu_1 = 21\times10^{-4} = k.[0.1]^2 \Rightarrow k = 21\times10^{-2}$

إضاءة: سرعة التّفاعل في التّفاعلات ذات الرّتبة صفر تتحدّد بمجموعة من العوامل ، منها مساحة سطح التّماس، أو الحفّاز

تطبيق (23) يبيّن الشّكل الآتي تغيّر سرعة التّفاعل بتغيّر تركيز المادّة A للتّفاعل (نواتج $\longrightarrow A$) ، المطلوب: a- حدّد رتبة التّفاعل، ثمّ اكتب قانون سرعة التّفاعل. b- احسب قيمة ثابت سرعة التّفاعل.



نلاحظ من الخط البياني أننا يمكن كتابة الجدول:

السرعة	0.002	0.004
تركيز A	0.2	0.4

$\nu_1 = k[A]^x$

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

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

نقسم عبارة السرعة 2 على عبارة السرعة 1

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

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

قانون السرعة يكون: $\nu = k[A]$

- ثابت السرعة: $k = \dfrac{\nu}{[A]} \Rightarrow k = \dfrac{0.01}{1} = 0.01$

تطبيق (24) يحدث التفاعل وفق المعادلة: نواتج $NO_{(g)} + H_{2(g)} \rightarrow$ وقد حصلنا على البيانات الآتية عند إجراء التّجربة عدّة مرّات.

رقم التجربة	[H₂]	[NO]	سرعة التفاعل
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: 1- أوجد علاقة سرعة التّفاعل اللّحظيّة، وحدّد رتبة التّفاعل. 2- احسب قيمة ثابت السرعة.

3-احسب سرعة التّفاعل عندما يكون $[NO] = 0.05\ mol.L^{-1}$ ، $[H_2] = 0.04\ mol.L^{-1}$

الحلّ : 1- $\nu = k.[NO]^x.[H_2]^y$

أعوّض قيم التّجربة الأولى: $(1)\quad \nu_1 = 123\times10^{-5} = k.[0.1]^x.[0.1]^y$

أعوّض قيم التّجربة الثّانية: $(2)\quad \nu_2 = 246\times10^{-5} = k.[0.1]^x.[0.2]^y$

أعوّض قيم التّجربة الثّالثة: $(3)\quad \nu_3 = 492\times10^{-5} = k.[0.2]^x.[0.1]^y$

أقسّم (2) على (1) ، وأختصر $\dfrac{246\times10^{-5}}{123\times10^{-5}} = \dfrac{k.[0.1]^x.[0.2]^y}{k.[0.1]^x.[0.1]^y} \Rightarrow \left(\dfrac{2}{1}\right)^y = 2 \Rightarrow 2^y = 2 \Rightarrow \boxed{y=1}$

أقسّم (3) على (1) ، وأختصر $\frac{\cancel{492\times10^{-5}}}{\cancel{123\times10^{-5}}}=\frac{k.[0.2]^x.\cancel{[0.1]^y}}{k.[0.1]^x.\cancel{[0.1]^y}}\Rightarrow\left(\frac{2}{1}\right)^x=4\Rightarrow 2^x=4\Rightarrow \boxed{x=2}$

عبارة السّرعة اللّحظيّة: $v=k.[NO]^2.[H_2]^1$

$x+y=2+1=3$ أستنتج أنّ التّفاعل من الرّتبة الثالثة.

2- حساب k من خلال قيم إحدى التّجارب:

$$v_1=123\times10^{-5}=k.[0.1]^2.[0.1]\Rightarrow k=\frac{123\times10^{-5}}{[0.1]^2.[0.1]}=\frac{123\times10^{-5}}{10^{-3}}=123\times10^{-2}$$

$$v=k.[NO]^2.[H_2]=123\times10^{-2}(0.05)^2(0.04)\quad -3$$

$$v=123\times\cancel{10}^{-2}\times\cancel{25}\times10^{-4}\times\cancel{4}\times10^{-2}=123\times10^{-6}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

تطبيق (25) يحدث التفاعل الآتي: $H_2O_{2(aq)}\longrightarrow H_2O_{(l)}+\frac{1}{2}O_{2(g)}$ في شروط مناسبة، وقد قيست سرعة التفاعل الابتدائية عند التراكيز الأتية فحصلنا على ما يلي:

التجربة	$[H_2O_2]mol.L^{-1}$	$v_0\ (mol.L^{-1}.s^{-1})$
1	0.1	2×10^{-2}
2	0.2	4×10^{-2}

1- أثبت أن التفاعل من الرتبة الأولى 2- أحسب ثابت سرعة التفاعل

الحل: 1- عبارة سرعة التّفاعل اللّحظيّة: $v=k[H_2O_2]^x$

نعوض في نتائج التجربة الأولى: $2\times10^{-2}=k(0.1)^x$

نعوض في نتائج التجربة الثانية: $4\times10^{-2}=k(0.2)^x$

نقسم عبارة السرعة 2 على عبارة السرعة 1

$$\frac{4\times10^{-2}}{2\times10^{-2}}=\frac{k(0.2)^x}{k(0.1)^x}\Rightarrow 2=(\frac{0.2}{0.1})^x\Rightarrow 2=(2)^x\Rightarrow x=1\Rightarrow v=k[H_2O_2]$$

$$k=\frac{2\times10^{-2}}{0.1}=0.2\quad -2$$

سرعة التفاعل

سرعة وسطية

السرعة الوسطية لمادة متفاعلة $V_{avg}=-\frac{\Delta C}{\Delta t}$

السرعة الوسطية لمادة ناتجة $V_{avg}=\frac{\Delta C}{\Delta t}$

$V_{avg}=\frac{\text{السرعة الوسطية لمادة امثالهاالتفاعلية}}{\text{السرعة الوسطية لمادة امثالهاالتفاعلية}}$

السرعة الوسطية للتفاعل (العلاقة بين السرعات الوسطية)

سرعة لحظية

تفاعل غير أولي

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

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

رتبة التفاعل x+y تحدد تجريبيا من معادلات تستنتج من جدول او من خط بياني

تفاعل اولي

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

تركيز بدء C_1 C_2 0

تركيز بعد زمن C_1-3x C_2-x $2x$

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

بعد زمن تحسب x وتحسب التراكيز الجديدة

أولاً: اختر الاجابة الصحيحة **((اختبار سرعة تفاعل))**

1- تتفكك المادة A وفق التّفاعل $2A \longrightarrow 2B + D$ **فإذا علمت أنّ تركيز** $[A]$ **يتغيّر من** $0.04\ mol.L^{-1}$ **إلى** $0.01\ mol.L^{-1}$ **خلال** $100\ s$**، فتكون سرعة تشكّل المادة D مقدّرة بـ** $mol.L^{-1}.s^{-1}$ **: a)** **b)** 15×10^{-5} **c)** 3×10^{-4} **d)** -3×10^{-4} **e)** -15×10^{-5}

2- من أجل التّفاعل الأوّليّ الآتي: نواتج $3A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow$ **إذا تضاعف الضغط الكلي مثلي ماكان عليه فإنّ سرعة التّفاعل اللحظية:**

a) تزداد أربع مرات b) تقل ثماني مرّات c) تزداد ستة عشر مرة d) لا تتأثّر سرعة التّفاعل

3- من أجل التّفاعل الأوّليّ الآتي: نواتج $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow$ **سرعته اللحظية** v **إذا ازداد حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل ثلاثة أمثال ماكان عليه فإنّ سرعة التّفاعل اللحظية سرعته اللحظية** v' **تساوي:** a) $16v$ b) $27v$ c) $\frac{v}{16}$ d) $\frac{v}{27}$

4- من أجل التّفاعل الأوّليّ الآتي: نواتج $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow$ **إذا تضاعف تركيز B أربعة مرات ونقص تركيز A مرتين فإنّ سرعة التّفاعل اللحظية: a) تقل ستة عشر مرة b) تقل ثماني مرّات c) تزداد ستة عشر مرة d) لا تتأثّر سرعة التّفاعل**

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1-اكتب عبارة سرعة التّفاعل اللّحظية لكلّ من التّفاعلات الأوليّة الآتية وحدد رتبة التفاعل:

$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$ $\qquad$ $C_{(s)} + 2S_{(s)} \longrightarrow CS_{2(l)}$

2- اكتب عبارة سرعة التفاعل في التفاعل الأولي الآتي $2Fe_{(s)} + 3C\ell_{2(g)} \rightarrow 2FeC\ell_{3(s)}$ **ثم حدد العوامل التي يتوقف عليها k ثم اقترح طريقة تزيد سرعته.**

3-لديك التفاعل الأولي الآتي من الرتبة الرابعة $A_{(g)} + nB_{2(g)} \longrightarrow 2AB_{3(s)}$ **حدد قيمة n ثم اكتب عبارة سرعة التفاعل وبماذا تتعلق طاقة التنشيط**

4-اعتمادات على طاقات الروابط الأتية $\Delta H_b^o(F-F) = 156.9\ kJ.mol^{-1}$ ، $\Delta H_b^o(Cl-Cl) = 243\ kJ.mol^{-1}$ ، **قارن بين سرعة تفاعل كل من غازي الكلور والفلور مع غاز الهدروجين مفسراً إجابتك.**

ثالثاً حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: مزج $150\,mL$ **من المادّة A عدد مولاتها** $0.12\,mol$ **مع** $50mL$ **من المادّة B عدد مولاتها** $0.04\,mol$ **لتتشكّل المادّة C في شروط مناسبة، وفق التّفاعل الأوّليّ الآتي:** $3A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)}$ **والمطلوب: 1- اكتب عبارة سرعة التفاعل وحدد رتبته.**

2-احسب سرعة التّفاعل الابتدائيّ بفرض أن $k = 0.1$ **. 3- احسب تركيز المادّة C عندما يتفاعل 10% من المادّة A. 4-أحسب سرعة التّفاعل عندما يتشكّل** $0.2\ mol.L^{-1}$ **منC. 5-احسب تركيز c عند توقف التفاعل.**

المسألة الثانية: يجري عند درجة حرارة ثابتة التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية : $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$ **حيث كانت التراكيز الابتدائية [C] =0 ,** $[B]=0.8mol.l^{-1}$ **,** $[A]=0.6mol.l^{-1}$ **و قيمة سرعة التفاعل الابتدائي** $v_0 = 384\times10^{-4}\,mol.L^{-1}.s^{-1}$ **و المطلوب:**

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية وحدد رتبته. 2-احسب قيمة ثابت سرعة التّفاعل. 3- احسب تركيز المادّة C عندما يتفاعل 25% من المادّة B. 4-أحسب سرعة التّفاعل عندما يصبح تركيز المادة B مساوياً $0.2\ mol.L^{-1}$ **.**

5-احسب تركيز c عند توقف التفاعل.

المسألة الثالثة: مزج $150\,mL$ **من المادّة A تركيزها** $0.12\,mol.L^{-1}$ **مع** $50mL$ **من المادّة B تركيزها** $0.8\,mol.L^{-1}$ **لتتشكّل المادّة C في شروط مناسبة، وفق التّفاعل الأوّليّ الآتي:** $3A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)}$ **والمطلوب:**

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية وحدد رتبته. 2-احسب سرعة التّفاعل الابتدائيّ بفرض أن $k = 0.5$ **.**

3- احسب النسبة المئوية المتفاعل من المادة A عندما يُصبح تركيز المادّة $[C]=0.018\,mol.L^{-1}$ **. 4-احسب تركيز c عند توقف التفاعل.**

المسألة الرابعة: يحدث التّفاعل الآتي في شروط مناسبة: $C_4H_{8(g)} \rightarrow 2C_2H_{4(g)}$ **، وقد تمّ تعيين تغير تركيز المركّب** C_4H_8 **خلال الزّمن وفق الجدول الآتي:والمطلوب:**

$[C_4H_8]$	0.8	0.7	0.6	0.6
t(s)	20	30	40	50

1- احسب السّرعة الوسطيّة لاستهلاك $C_4H_{8(g)}$ **بين الزّمنين** $(30 \leftarrow 40)$**.**

2- احسب السّرعة الوسطيّة لتشكّل C_2H_4 **بين الزّمن** $(20 \leftarrow 30)$

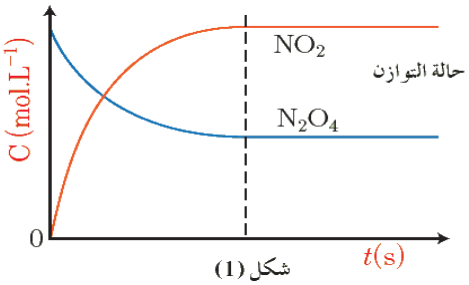
انتهت الأسئلة

التّوازنُ الكيميائيُّ

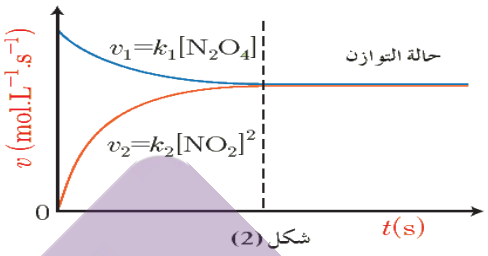
❖ حالة التّوازن:

-يحدث التّفاعل وفق المعادلة الآتية: $N_2O_{4(g)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} 2NO_{2(g)}$.

يمثّل الشّكل 1 تغيّر تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة بدلالة الزّمن والشّكل 2 يمثّل تغيّر سرعتي التّفاعل المباشر والعكسيّ بدلالة الزّمن.



شكل (1)



شكل (2)

-ينقص تركيز المادّة المتفاعلة ويزداد تركيز المادّة النّاتجة بمرور الزّمن، وتثبت عند بلوغ حالة التّوازن.

-ثبات التّركيزين يدلّ على تساوي سرعتي التّفاعلين: المباشر v_1 والعكسيّ v_2 وتسمَّى حالة التّوازن.

نتيجة:

يحدث التّوازن الكيميائيّ عندما تثبت تراكيز المواد المتفاعلة وتراكيز المواد النّاتجة وتتساوى سرعة التّفاعل المباشر مع سرعة التّفاعل العكسيّ.(خيار متعدد)

تطبيق (1):

1- لا تستهلك المواد المتفاعلة كلّيّاً في التّفاعلات المتوازنة.

لأن المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتعطي المواد المتفاعلة في الشروط ذاتها.

2- أحد العبارات الآتية صحيحة عند حدوث التوازن في التّفاعل الكيميائيّ المتوازن.

a) يتوقّف التّفاعل المباشر فقط. b) يتوقف التفاعل العكسي فقط.

c) يتساوى قيمة ثابت سرعة التّفاعل المباشر وقيمة ثابت سرعة التّفاعل العكسيّ.

d) تتساوى سرعة التّفاعل المباشر والعكسيّ.

3- يسمّى التّوازن في حالة التّفاعلات الكيميائيّة بالتّوازن الحركيّ، فسّر ذلك.

-التوازن الكيميائي توازن حركي لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معدومة

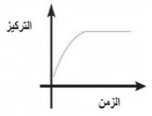
4- عند بلوغ حالة التّوازن في التّفاعلات المتوازنة:

a) ينخفض تركيز المواد النّاتجة b) تنخفض سرعة التّفاعل المباشر

c) تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والمواد النّاتجة d) تنعدم سرعة التّفاعل المباشر

5- أحد الخطوط البيانيّة يمثّل تغير تركيز مادة ناتجة في تفاعل متوازن:

(a

(b 

(c

(d

❖ ثابت التّوازن الكيميائيّ:

تطبيق (2): استنتج عبارة ثابت التّوازن للتّفاعل الآتي باعتبار التّفاعل المباشر والعكسيّ أوّليّان: $mA+nB \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} pC+qD$

-نكتب عبارة سرعة التّفاعل المباشر، والتّفاعل العكسيّ: $v=kAB$ ، $v_1=k_1[\ ]^m[\ ]^n$ ، $v_2=k_2[C]^p[D]^q$

-عند التّوازن: $v_1=v_2 \Rightarrow k_1[A]^m[B]^n=k_2[C]^p[D]^q$

من خواصّ التّناسب: $\frac{k_1}{k_2}=\frac{[C]^p[D]^q}{[A]^m[B]^n}$

حيث أنّ النّسبة $K_c=\frac{k_1}{k_2}$ مقدار ثابت. وبالتالي ثابت التّوازن الكيميائيّ بدلالة التّراكيز: $K_c=\frac{[C]^p[D]^q}{[A]^m[B]^n}$

- بالتّالي تعطى عبارة ثابت التّوازن بدلالة الضّغوط الجزئيّة بالعلاقة : $K_P = \frac{P_{(C)}^{p} \cdot P_{(D)}^{q}}{P_{(A)}^{m} \cdot P_{(B)}^{n}}$

ملاحظات:

- إنّ K_C و K_P مقداران ثابتان ليس لهما واحدة.
- المواد الصّلبة (s) والسّائلة(/) كمذيب فقط لا تظهر في عبارة ثابت التّوازن(علل) لأنَّ تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كمّيّتها.
- قيمة K_C ، K_P لتفاعلٍ محدّد لا تتغيّر إلا بتغيّر درجة الحرارة.

تطبيق (3):

1-عند مزج حجمين متساويين من غازي الهدروجين وبخار اليود ذي اللّون البنفسجيّ في شروط مناسبة، يُلاحظ تضاؤل اللّون البنفسجي ثمّ ثباته، اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل مفسّراً بقاء اللّون البنفسجي ،ثمّ اكتب عبارة كلّ من K_c و K_p.

$$H_2 + I_2 \rightleftarrows 2HI$$

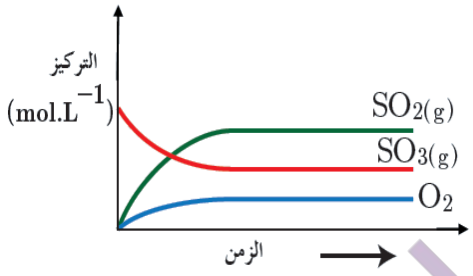
سبب ثبات اللون البنفسجي أنّ التفاعل متوازن

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \qquad K_P = \frac{P_{(HI)}^2}{P_{(H_2)} \times P_{(I_2)}}$$

2-تتغير قيمة ثابت التّوازن K_c في التّفاعلات المتوازنة:

a) بتغير الضغط b)بإضافة حفاز c)بخفض درجة الحرارة d) بزيادة تركيز المواد النّاتجة

3- لديك الشّكل المجاور الذي يمثّل تفاعل متوازن:



المطلوب: a-اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل.(لا تنسى موازنة المعادلة)

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

b-اكتب عبارة ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز.

$$K_C = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]}$$

❖ العلاقة بين K_c و K_p.

تعطى العلاقة بين قيمة ثابتي التّوازن بدلالة التّراكيز والضّغوط الجزئيّة: $K_P = K_c(RT)^{\Delta n}$

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

تطبيق(4) أكتبُ علاقة ثابت التّوازن K_c ، K_p ، ثمّ اكتب العلاقة بينهما للتفاعلات المتوازنة الآتية:

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

$K_C = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}$	$K_P = \frac{P_{(CH_4)}}{P_{(H_2)}^2}$	$\Delta n = 1-2 = -1 \Rightarrow K_P = K_C(RT)^{-1} \Rightarrow K_P = \frac{K_C}{(RT)}$

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

$K_C = \frac{[H_2S]}{[H_2]}$	$K_P = \frac{P_{(H_2S)}}{P_{(H_2)}}$	$\Delta n = 1-1 = 0 \Rightarrow K_P = K_C(RT)^0 \Rightarrow K_P = K_C$

3-أي من التّفاعلات الآتية تكون النِّسبة $\frac{K_p}{K_c}$ أكبر عند درجة الحرارة ذاتها:

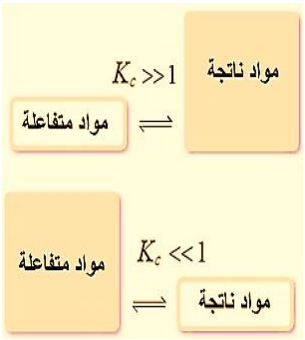
a) $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)}$	$\Delta n = 2-2 = 0$	$K_P = K_c(RT)^{\Delta n} \Rightarrow \frac{K_p}{K_c} = (RT)^{\Delta n}$
b) $CaCO_{3(s)} \rightleftarrows CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$	$\Delta n = 1-0 = 1$	وبالتالي $\frac{K_p}{K_c}$ أكبر تقابلها Δn أكبر
c) $H_{2(g)} + S_{(s)} \rightleftarrows H_2S_{(g)}$	$\Delta n = 1-0 = 1$	
d) $Ni(CO)_{2(s)} \rightleftarrows Ni_{(s)} + 2CO_{(g)}$	$\Delta n = 2-0 = 2$	

❖ أهمية ثابت التّوازن:

-تُبيّن قيمة ثابت التّوازن لتفاعلٍ ما، مدى تحول المواد المتفاعلة إلى نواتج عند حدوث التّوازن .

-إذا كانت قيمته كبيرة $K_C >> 1$ فالتّفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتّجاه المباشر.

-إذا كانت قيمته صغيرة $K_C << 1$ فالتّفاعل لا يحدث إلى مدى كبير في الاتّجاه المباشر.



تطبيق(5)

1-قارن بين كميَّة المواد المتفاعلة والمواد النَّاتجة عند بلوغ التَّوازن في كلّ من التَّفاعلين الآتيين:

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

$K_C < 1$ وبالتالي كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد

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

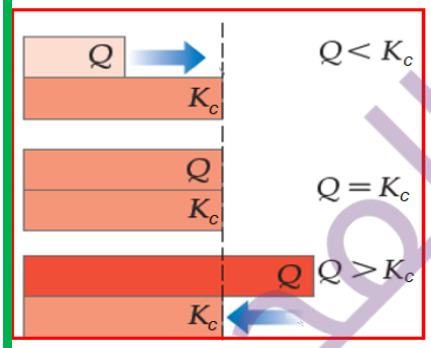
في حين التفاعل الثاني $K_C > 1$ وبالتالي كمية المواد الناتجة أكبر من كمية المواد المتفاعلة .

2- قيمة K_c تساوي 10^{-3} للتّفاعل المتوازن الآتي: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ فيكون عند بلوغ التَّوازن:

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

❖ حاصل التّفاعل Q

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



- $Q < K_c$ تراكيز المواد النّاتجة أقل من تراكيزها في حالة التّوازن، يرجح التّفاعل المباشر على التّفاعل العكسيّ للوصول إلى حالة التّوازن.
- $Q = K_c$ التّفاعل في حالة توازن.
- $Q > K_c$ تراكيز المواد النّاتجة أكبر من تراكيزها في حالة التّوازن، يرجح التّفاعل العكسيّ على التّفاعل المباشر للوصول إلى حالة التّوازن.

تطبيق (6): تبلغ قيمة ثابت التّوازن $K_c = 50.5$ عند الدّرجة $440\,^{\circ}C$ للتّفاعل الآتي:

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

فإذا وضع $4\times10^{-2}\,mol$ من $HI_{(g)}$ مع $10^{-2}\,mol$ من $H_{2(g)}$ و $2\times10^{-2}\,mol$ من $I_{2(g)}$ في وعاء سِعَتُهُ 2L المطلوب:1- احسب حاصل التّفاعل Q. 2- حدّد التّفاعل الرّاجح (المباشر/ العكسيّ)، مع التّعليل.

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

$$[HI] = \frac{4\times10^{-2}}{2} = 2\times10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

$$[I_2] = \frac{2\times10^{-2}}{2} = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{10^{-2}}{2} = 5\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

$$Q = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(2\times10^{-2})^2}{(5\times10^{-3})(10^{-2})} = 8$$

2-التفاعل ليس في حالة التّوازن لأنّ $Q \neq K_c$، والتّفاعل المباشر هو الرّاجح لأن $Q < K_c$.

تطبيق (7): وعاء حجمة 2L يحتوي على 0.08 mol من $CH_3OH_{(g)}$ و 0.4 mol من $H_{2(g)}$ و 0.2 mol من $CO_{(g)}$

يحدث التّفاعل وفق المعادلة $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} CH_3OH_{(g)}$ فإذا علمت أنّ قيمة $K_c = 7.3$ بيّن بالحساب إذا كان التّفاعل بحالة توازن أم لا وإذا لم يكن بحالة توازن حدّد التّفاعل الرّاجح (المباشر/ العكسي)، مع التّفسير.

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

$$[CH_3OH] = \frac{0.08}{2} = 0.04 mol \cdot L^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{0.4}{2} = 0.2 mol \cdot L^{-1}$$

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

$$Q = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2} = \frac{0.04}{0.1(0.2)^2} = 10$$

التفاعل ليس في حالة توازن لأن $Q \neq K_C$. التفاعل الراجح هو التفاعل العكسي لأن $Q > K_C$.

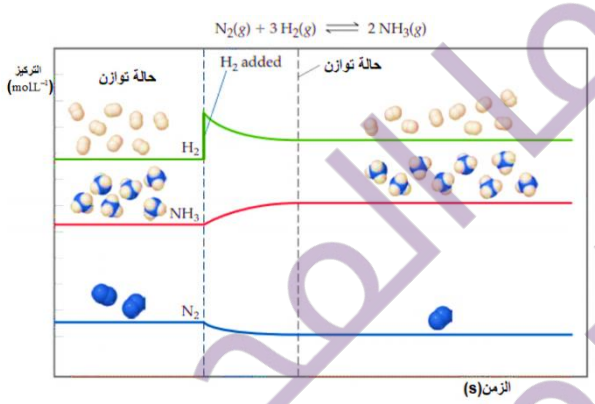
العوامل المؤثّرة في حالة التّوازن:

درس العالم لوشاتوليه التّغيرات التي تؤثّر حالة التّوازن الكيميائيّ، ووضع قاعدة تنصُّ على ما يلي:

إذا حدث تغيّر في أحد العوامل المؤثرة في جملة كيميائيَّة متوازنة مثل: درجة الحرارة أو التّركيز أو الضَّغط ... يختلّ التّوازن، فيرجح التّفاعل في الاتّجاه الذي يعاكس فيه هذا التغيّر.

a) تأثير تغيّر التّراكيز:

تطبيق (8):



ألاحظ الشّكل:-ما تأثير زيادة كميّة الهدروجين على:

1- حالة التّوازن 2-كميّة النّشادر. 3-كميّة النّتروجين.

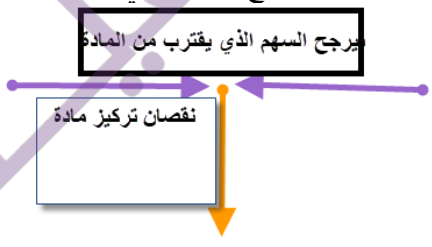
-عند إضافة كمّيّة من الهدروجين، يختلّ التّوازن فيرجح التّفاعل المباشر حتّى بلوغ حالة توازن جديدة.

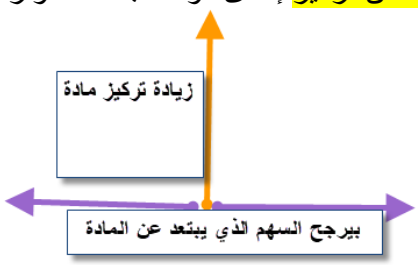
- تزداد كميّة النّشادر. - تقلّ كميّة النّتروجين.

نتيجة:

-عند زيادة تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة يختلّ التّوازن، فيرجّح التّفاعل في الاتّجاه الذي يُنقِص فيه تركيز هذه المادّة.

-عند نقصان تركيز إحدى مواد الجملة المتوازنة يختلّ التّوازن، فيرجّح التّفاعل في الاتّجاه الذي يزداد فيه تركيز هذه المادّة.





تطبيق(9): يحدث التّفاعل المتوازن في شروط مناسبة والممثَّل بالمعادلة : $PCl_{5\ (g)} \rightleftharpoons PCl_{3\,(g)} + Cl_{2(g)}$. المطلوب:

1- ما تأثير زيادة تركيز PCl_5 على حالة التّوازن علل. 2-ما تأثير زيادة تركيز Cl_2 على حالة التّوازن علل.

3-ما تأثير انخفاض تركيز PCl_3 على حالة التّوازن علل.

-عند زيادة تركيز PCl_5 يختلّ التّوازن، فيرجّح التّفاعل المباشر لإنقاص تركيز PCl_5 .

-عند زيادة تركيز Cl_2 يختلّ التّوازن، فيرجّح التّفاعل العكسيّ لإنقاص تركيز Cl_2 .

-عند إنقاص تركيز PCl_3 يختلّ التّوازن، فيرجّح التّفاعل المباشر لزيادة تركيز PCl_3 .

تطبيق(10): $CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + NO_{(g)}$

	حالة التوازن مع التفسير	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
زيادة كمية NO_2	يرجح التفاعل المباشر لأنقاص كميّة NO_2	تقل	تزداد	لا تتغير
تناقص كمية NO	يرجح التفاعل المباشر لزيادة كمّية NO	تقل	تزداد	لا تتغير
زيادة كمية CO_2	يرجح التفاعل العكسي لأنقاص كميّة CO_2	تزداد	تقل	لا تتغير
نقصان كمية CO	يرجح التفاعل العكسي لزيادة كميّة CO	تزداد	تقل	لا تتغير

b) تأثير تغير الضغط: (نعدّ مولات الغاز في الطرفين)

-زيادة الضّغط يرجح التّفاعل باتّجاه عدد المولات الغازيّة الأقل.

-نقصان الضّغط يرجح التّفاعل باتّجاه عدد المولات الغازيّة الأكثر.

-إذا كان عدد المولات الغازيّة متساوياً في طرفي المعادلة لا يؤثر تغيّر الضّغط على حالة التّوازن .

تطبيق(11): $H_2O_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$

	حالة التوازن مع التفسير	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
زيادة الضغط	يرجح التفاعل العكسي نحو عدد مولات الغاز الأقل	تزداد	تتناقص	لا تتغير
نقصان الضغط	يرجح التفاعل المباشر نحو عدد مولات الغاز الأكثر	تتناقص	تزداد	لا تتغير

تطبيق(12): ما تأثير زيادة الضغط الكلي على التفاعل الأتي مفسراً اجابتك $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$

لا تتأثر حالة التوازن لأن عدد المولات الغازية متساوية في الطرفين

c)تأثير تغيّر درجة الحرارة: ننتبه إلى إشارة ΔH وتحدد التفاعل المباشر إن كان ناشر أو ماص للحرارة

نميّز نوعين من التّفاعلات:

1- التّفاعلات النّاشرة للحرارة $\overset{\text{ناشر}}{\underset{\text{ماص}}{\rightleftharpoons}} \Delta H^o_{rxn} < 0$

2-التّفاعلات الماصّة للحرارة $\overset{\text{ماص}}{\underset{\text{ناشر}}{\rightleftharpoons}} \Delta H^o_{rxn} > 0$

نتيجة:

-زيادة درجة الحرارة يختلّ التّوازن فيرجّح التّفاعل الماصّ للحرارة.

-خفض درجة الحرارة يختلّ التّوازن فيرجّح التّفاعل النّاشر للحرارة

-عندما يرجّح التّفاعل المباشر بتأثير تغيّر درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت التّوازن بسبب زيادة كمّيّة المواد النّاتجة ونقصان كمّيّة المواد المتفاعلة.

-عندما يرجح التّفاعل العكسي بتأثير تغيّر درجة الحرارة تنقص قيمة ثابت التّوازن بسبب نقصان كمّيّة المواد النّاتجة وزيادة كمّيّة المواد المتفاعلة.

تطبيق(13):

١. في التّفاعل النّاشر للحرارة تقل قيمة ثابت التّوازن عند زيادة درجة الحرارة.لأن التفاعل العكسي يرجح، نحو الاتجاه الماص للحرارة وبالتالي تقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

٢. في التّفاعل الماص للحرارة تزداد قيمة ثابت التّوازن عند زيادة درجة الحرارة.لأن التفاعل المباشر يرجح، نحو الاتجاه الماص للحرارة وبالتالي تزداد كمية المواد الناتجة وتقل كمية المواد المتفاعلة فتزداد قيمة ثابت التوازن.

٣. في التّفاعل الآتي $C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)}$ يرجح التفاعل المباشر بزيادة الضّغط.

لأنه بزيادة الضغط يرجح التفاعل نحو عدد المولات الغازية الأقل أي يرجح بالاتجاه المباشر.

٤. في التّفاعل الماصّ للحرارة تقل قيمة ثابت التّوازن عند خفض درجة الحرارة.

لأن التفاعل العكسي يرجح فتقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

تطبيق(14): $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \quad \Delta H = -198kJ$

	حالة التوازن مع التفسير	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن مع التفسير
زيادة درجة الحرارة	يرجح التفاعل العكسي التفسير نحو التفاعل الماص للحرارة	تزداد	تقل	تقل بسبب نقصان كمّيّة المواد النّاتجة وزيادة كمّيّة المواد لمتفاعلة.
خفض درجة الحرارة	يرجح التفاعل المباشر التفسير نحو التفاعل الناشر للحرارة	تقل	تزداد	تزداد بسبب زيادة كمّيّة المواد النّاتجة ونقصان كمّيّة الموادالمتفاعلة

تطبيق(15): $2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \quad \Delta H = +91.54k.J$

	حالة التوازن مع التفسير	كميات المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن مع التفسير
رفع درجة الحرارة	يرجح التفاعل المباشر التفسير نحو التفاعل الماص للحرارة	تقل	تزداد	تزداد بسبب زيادة كمّيّة المواد النّاتجة ونقصان كمّيّة الموادالمتفاعلة
خفض درجة الحرارة	يرجح التفاعل العكسي التفسير نحو التفاعل الناضر للحرارة	تزداد	تقل	تقل بسبب نقصان كمّيّة المواد النّاتجة وزيادة كمّيّة المواد لمتفاعلة.

تطبيق(16):

1-قيست قيم ثابت التوازن بدلالة الضُّغوط الجزئيَّة في درجات حرارة مختلفة. بين إن كان التفاعل المباشر ناشر أو ماص للحرارة مع التفسير

$3A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$	
قيمة ثابت التوازن K_P	درجة الحرارة (°C)
4.34×10^{-3}	300
1.64×10^{-4}	400

من القيم في الجدول أنّه عند رفع درجة الحرارة تقل قيمة ثابت التوازن أي يرجح بالاتجاه العكسي
وعند رفع درجة الحرارة يرجح التفاعل الماص للحرارة وبالتالي التفاعل العكسي ماص للحرارة فالمباشر ناشر للحرارة .

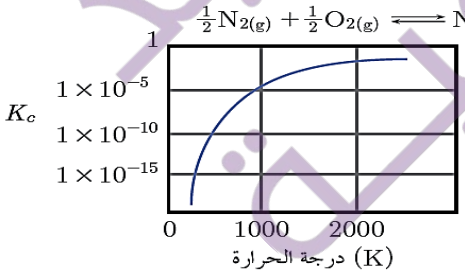
2-لديك التفاعل المتوازن الآتي $\Delta H > 0 \quad H_2O_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ المطلوب:

a) اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية b) اذكر طريقة تزيد قيمة ثابت التوازن مع التفسير.

a) $k_p = \dfrac{P_{(H_2O)} \times P^{\frac{1}{2}}_{(O_2)}}{P_{(H_2O_2)}}$

b) بزيادة درجة الحرارة يرجح التفاعل المباشر الماص للحرارة فتزداد قيمة ثابت التوازن.

3- لديك الخطّ البياني الآتي الذي يمثّل قيم مختلفة لثابت التّوازن K_c بدلالة درجة الحرارة، المطلوب:



بيّن فيما إذا كان التّفاعل ناشر أم ماصّ للحرارة.
من الخط البياني عند رفع درجة الحرارة تزداد قمة ثابت التوازن وبالتالي يرجح التفاعل المباشر
وعند زيادة درجة الحرارة يرجح التفاعل الماص للحرارة
وبالتالي نستنتج أن التفاعل المباشر ماص للحرارة

d) تأثير الحفّاز في التّوازن: لا يؤثر على حالة التّوازن ولا يؤثر على قيمة ثابت التّوازن
علل الحفاز يسرع الوصول إلى حالة التوازن لأنه يزيد سرعة التّفاعل المباشر وبالمقدار نفسه يزيد سرعة التّفاعل العكسيّ.

تطبيق(17):

1-أي من التّفاعلات المتوازنة الآتية سوف يُرجح التفاعل العكسيّ عند نقصان حجم الوعاء الّذي يحدث فيه التّفاعل:

a) $2SO_{3(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftharpoons} 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ b) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftharpoons} 2NH_{3(g)}$

c) $4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftharpoons} 2Fe_2O_{3(s)}$ d) $H_{2(g)} + I_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftharpoons} 2HI_{(g)}$

2-أي من المتغيّرات الآتية سوف يؤدّي إلى زيادة كميَّة $NH_{3(g)}$ في التَّفاعل المتوازن الآتي:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2NH_{3(g)} \quad \Delta H = -91.54\,kJ$$

a) زيادة درجة الحرارة b) خفض كميَّة N_2 c) زيادة الضَّغط الكليّ d) إضافة حفاز.

3- لديك التَّفاعل الآتي $\Delta H < 0$ $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ المطلوب:

a-اكتب عبارة ثابت التَّوازن بدلالة التَّراكيز K_c. b-اكتب عبارة ثابت التَّوازن بدلالة الضُّغوط الجزئيَّة K_p.

c-اكتب العلاقة بين K_c و K_p. d-بين تأثير خفض درجة الحرارة على حالة التَّوازن مع التَّفسير.

e-بين تأثير إضافة حفاز على حالة التَّوازن وقيمة ثابت التَّوازن.

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]} \quad -a$$

$$K_P = \frac{P^2_{(NO_2)}}{P^2_{(NO)} \times P_{(O_2)}} \quad -b$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n} \Rightarrow \Delta n = 2-3 = -1 \Rightarrow K_P = K_C(RT)^{-1} \quad -c$$

d- عند خفض درجة الحرارة يرجح التفاعل المباشر نحو التفاعل الناشر للحرارة .

e- لا يؤثر الحفاز على حالة التوازن ولا يؤثر على قيمة ثابت التوازن.

حساب قيمة ثابت التّوازن من خلال المعادلات:

-إذا ضربت معادلة تفاعل بمعامل ما (رقم ما مثلا) فإن ثابت التّوازن الجديد يُرفع الى أُسٍّ يساوي ذلك المعامل.

$$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)} \quad K_{c1}$$

$$nA_{(g)} + nB_{(g)} \rightleftharpoons nC_{(g)} + nD_{(g)} \quad K_{c2} = (K_{c1})^n$$

-إذا عكس التّفاعل فإنَّ قيمة ثابت التّوازن الجديد يساوي مقلوب قيمة ثابت التّوازن الأوَّل.

$$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)} \quad K_{c1}$$

$$C_{(g)} + D_{(g)} \rightleftharpoons A_{(g)} + B_{(g)} \quad K_{c2} = \frac{1}{K_{c1}}$$

تطبيق(18):

1-إذا علمتَ أنَّ قيمة $k_c = 0.36$ للتَّفاعل: $N_2O_{4(g)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} 2NO_{2(g)}$

المطلوب: احسب k_c لكلٍّ من التَّفاعلين الآتيين: K_{c1} $\frac{1}{2}N_2O_{4(g)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} NO_{2(g)}$

$2NO_{2(g)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} N_2O_{4(g)}$ K_{c2}

$K_{C1} = (K_C)^{\frac{1}{2}} = (0.36)^{\frac{1}{2}} = 0.6$ ضُربت المعادلة بـ $\frac{1}{2}$ نرفع الثابت إلى أس $\frac{1}{2}$ أي جذر تربيعي

$K_{C2} = \frac{1}{K_C} = \frac{1}{0.36} = 2.8$ عُكست المعادلة نقلب الثابت

2-بفرض أن K_c ثابت التّوازن للتّفاعل الممثل بالمعادلة الآتية: $SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)}$ فتكون قيمة ثابت بدلالة التَّراكيز K'_c للتَّفاعل الآتي $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ مساوياً:

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

عُكست المعادلة و ضُربت بـ2

3- إذا علمتَ أنّ قيمة K_c=10 في التّفاعل المتوازن الآتي: $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$ فتكون قيمة K_c للتّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $4C_{(g)} \rightleftarrows 4A_{(g)} + 2B_{(g)}$

100(d 0.01 (c 20(b 0.1(a

عُكست المعادلة و ضُربت بـ2

-عند جمع معادلتين فإنّ ثابت التّوازن يساوي جداء ثوابت التّوازن للمعادلتين.

$$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows C_{(g)} + D_{(g)} \quad K_{c1}$$

$$C_{(g)} + F_{(g)} \rightleftarrows G_{(g)} + A_{(g)} \quad K_{c2}$$

$$B_{(g)} + F_{(g)} \rightleftarrows G_{(g)} + D_{(g)} \quad k_c = k_{c1} \times k_{c2}$$

تطبيق(19): احسب ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز k_c للتّفاعل: $CO_{2\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightleftarrows CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$

اعتماداً على التّفاعلات: $Fe_{(s)} + CO_{2\ (g)} \rightleftarrows FeO_{(s)} + CO_{(g)} \quad K_{C1} = 1.47$

$Fe_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightleftarrows FeO_{(s)} + H_{2\,(g)} \quad K_{C2} = 2.38$

الحلّ: تبقى المعادلة الأولى كماهي ونعكس الثّانية: $Fe_{(s)} + CO_{2\ (g)} \rightleftarrows FeO_{(s)} + CO_{(g)} \quad K_{C1} = 1.47$

$$FeO_{(s)} + H_{2\,(g)} \rightleftarrows Fe_{(s)} + H_2O_{(g)} \quad k'_{C2} = \frac{1}{k_{C2}} = \frac{1}{2.38}$$

$$CO_{2\ (g)} + H_{2\,(g)} \rightleftarrows CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$$

$$\Rightarrow K_C = K_{C1} \times K'_{C2} = 1.47 \times \frac{1}{2.38} = \frac{147}{238}$$

تطبيق(20): ليكن لديك المعادلات التي تمثّل التّفاعلات المتوازنة الآتية عند الدّرجة $300^o\ K$: $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$

$$NO_{(g)} + \frac{1}{2}Br_{2(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftarrows}} NOBr_{(g)} \quad K_{c1} = 2$$

$$2NO_{(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftarrows}} N_{2(g)} + O_{2(g)} \quad K_{c2} = 4 \times 10^4$$

المطلوب: أحسب قيمة K_c ثمّ K_p للتّفاعل الآتي: $N_{2(g)} + O_{2(g)} + Br_{2(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftarrows}} 2NOBr_{(g)}$

تُضرب المعادلة الأولى بـ2 هي وتُعكس المعادلة الثانية

$$2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftarrows}} 2NOBr_{(g)} \quad K'_{c1} = 4$$

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftarrows}} 2NO_{(g)} \quad K'_{c2} = \frac{1}{4 \times 10^4}$$

نجمع ونختصر: $2NO_{(g)} + Br_{2(g)} + N_{2(g)} + O_{2(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftarrows}} 2NOBr_{(g)} + 2NO_{(g)}$

$$Br_{2(g)} + N_{2(g)} + O_{2(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftarrows}} 2NOBr_{(g)}$$

$$K_c = K_{c1} \times K'_{c2} = 4 \times \frac{1}{4 \times 10^4} = 10^{-4}$$

$$K_P = K_C [RT]^{\Delta n} = 10^{-4} [0.082 \times 300]^{2-3} = \frac{10^{-3}}{246}$$

تطبيق(21): مُزج 2mol من الهدروجين H_2 مع 3mol من اليود I_2 في وعاء مغلق سعته 10L، وكانت كمّيّة يود الهدروجين HI عند التّوازن 3.6mol، احسب قيمة ثابت التّوازن K_C ثم قيمة K_p للتّفاعل المتوازن الآتي: $I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$

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

تراكيز ابتدائية $[I_2]_0 = \frac{3}{10} = 0.3\ mol.L^{-1}$ ، $[H_2]_0 = \frac{2}{10} = 0.2\ mol.L^{-1}$

تركيز توازن $[HI]_{eq} = \frac{3.6}{10} = 0.36\ mol.L^{-1}$

	$I_{2(g)}$	+ $H_{2(g)}$	$\rightleftarrows$	$2HI_{(g)}$
تركيز بدء	0.3	0.2		0
تركيز توازن	$0.3-x$	$0.2-x$		$2x$

تحسب x عند التوازن $[HI]_{eq} = 0.36\ mol.L^{-1} \Rightarrow 2x = 0.36\ mol.L^{-1} \Rightarrow \boxed{x = 0.18\ mol.L^{-1}}$

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

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

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]} = \frac{(0.36)^2}{(0.02)\times(0.12)} = \frac{36\times36\times10^{-4}}{2\times10^{-2}\times12\times10^{-2}} = 54$$

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

$$\Delta n = 2 - 2 = 0 \Rightarrow k_p = k_c = 54$$

تطبيق(22): وضع 4 mol من PCl_5 في وعاء سعته 2 L وسخّن الوعاء إلى درجة 500 K فيتفكّك منه 10% عند بلوغ التوازن وفق المعادلة: $PCl_{5\ (g)} \rightleftarrows PCl_{3\ (g)} + Cl_{2(g)}$ المطلوب: 1-أحسب قيمة k_c 2- أحسب قيمة k_p $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow [PCl_5]_0 = \frac{4}{2} = 2\ mol.L^{-1} \quad -1$$

	$PCl_{5\ (g)}$	$\rightleftarrows PCl_{3\ (g)}$	+ $Cl_{2(g)}$
تركيز بدء	2	0	0
تركيز توازن	$2-x$	x	x

كلّ 100 يتفكّك منها 10

كلّ 2 يتفكّك منها x

$$\boxed{x = \frac{10\times2}{100} = 0.2 mol.L^{-1}}$$

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

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

$$k_c = \frac{[PCl_3]\times[Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{0.2\times0.2}{1.8} = \frac{1}{45}$$

$$k_p = k_c(RT)^{\Delta n} = \frac{1}{45}(0.082\times500) = \frac{82\times10^{-1}}{9} = \frac{82}{90} = \frac{41}{45} \quad -2$$

تطبيق(23): مُزج 2 mol من مادة A مع 2 mol من مادة B في وعاء سعته 10L فيحدث التّفاعل المتوازن وفق المعادلة: $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$ فإذا علمت أن قيمة ثابت سرعة التّفاعل المباشر $k_1 = 8.8\times10^{-2}$ وقيمة ثابت سرعة التّفاعل العكسيّ $k_2 = 2.2\times10^{-2}$ ، المطلوب:

1-أحسب قيمة K_c ثمّ قيمة K_p . 2-احسب تراكيز كلّ من المواد المتفاعلة والنّاتجة عند بلوغ التّوازن.

$$K_C = \frac{K_1}{K_2} = \frac{8.8\times10^{-2}}{2.2\times10^{-2}} = 4 \quad -1$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n} = K_C(RT)^{2-2} \Rightarrow K_p = 4$$

$$[A]_0 = [B]_0 = \frac{2}{10} = 0.2 mol.L^{-1} \quad -2$$

	A	+	B	$\rightleftarrows$	2C
	0.2		0.2		0
	0.2 – x		0.2 – x		2x

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

$$4 = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)^2}$$ بجذر الطرفين نجد:

$$2 = \frac{2X}{0.2-X} \Rightarrow \boxed{X = 0.1 mol.L^{-1}} \Rightarrow$$

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

$$[C]_{eq} = 2X = 2\times0.1 = 0.2 mol.L^{-1}$$

تطبيق(24): يحدث التّفاعل الممثّل بالمعادلة: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$ في وعاء حجمه 10L، عند بلوغ التّوازن كان عدد مولات الهدروجين 7.2mol وعدد مولات اليود 2.4mol و عدد مولات يوديد الهدروجين 0.4mol والمطلوب حساب:1- قيمة ثابت التوازن K 2- قيمة ثابت التوازن K_p 3-أحسب التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة. 4-اذكر طريقتين تزيد من كمية HI

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

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

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

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

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{[0.04]^2}{[0.72][0.24]} = \frac{4\times4\times10^{-4}}{72\times10^{-2}\times24\times10^{-2}} = \frac{1}{108}$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n} = K_C(RT)^{2-2} = K_C = \frac{1}{108} \quad -2$$

$$H_2 \quad + \quad I_2 \quad \rightleftharpoons \quad 2HI \qquad -3$$

$$[H_2]_0 \quad [I_2]_0 \quad 0$$

$$[H_2]_0 - x \quad [I_2]_0 - x \quad 2x$$

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

$$[H_2]_0 - x = 0.72 \Rightarrow [H_2]_0 = 0.72 + x = 0.72 + 0.02 = 0.74 mol.L^{-1}$$

$$[I_2]_0 - x = 0.24 \Rightarrow [I_2]_0 = 0.24 + x = 0.24 + 0.02 = 0.26 mol.L^{-1}$$

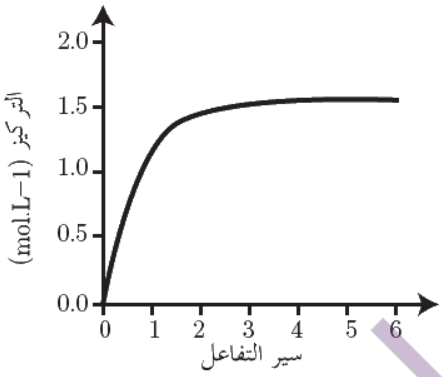
4- زيادة تركيز H_2 - زيادة تركيز I_2 - سحب HI *من الوسط* .

تطبيق(25): يتفاعل 1mol من بخار اليود مع 1mol من غاز الهدروجين في وعاء مغلق حجمه 1L وفق المعادلة $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ حيث يبيّن المخطّط الآتي تغير تركيز يود الهدروجين بدلالة الزّمن، المطلوب:

1-احسب تراكيز التّوازن لكل من المواد المتفاعلة والنّاتجة.

2-أحسب قيمة ثابت التّوازن K_c .

3-ارسم خطّاً بيانيّاً يوضّح تغيّر تركيز الهدروجين بدلالة الزّمن.



$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow [H_2]_0 = [I_2]_0 = \frac{1}{1} = 1 mol.L^{-1} \qquad -1$$

$$H_2 \quad + \quad I_2 \quad \rightleftharpoons \quad 2HI$$

$$1 \quad 1 \quad 0$$

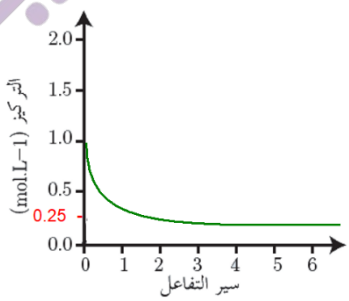
$$1 - x \quad 1 - x \quad 2x$$

من الخط البياني $[HI]_{eq} = 2X = 1.5 mol.L^{-1} \Rightarrow \boxed{X = 0.75 mol.L^{-1}}$

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

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(1.5)^2}{0.25 \times 0.25} = \frac{15 \times 15 \times 10^{-2}}{25 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-2}} = \frac{100 \times 9}{25} = 36 \qquad -2$$

3- لرسم الخط البياني نحدد بداية الخط عند التركيز الابتدائي وعند تركيز التوازن يثبت التركيز



سما المجد التعليمية

تطبيق(26): يتفكّك يوديد الهدروجين وفق المعادلة: $2HI_{(g)} \rightleftarrows H_{2(g)} + I_{2(g)}$

فإذا كان التَّركيز الابتدائي $[HI]_o=0.8mol.l^{-1}$ و قيمة ثابت التوازن $K_c=\frac{1}{36}$ و المطلوب:

1-أحسب تركيز كل من المواد الثّلاث عند التَّوازن.

2 -أحسب النّسبة المئويَّة المتفاعلة من HI عند التَّوازن

$$2HI_{(g)} \rightleftarrows H_{2(g)} + I_{2(g)} \quad -1$$

$$0.8 \quad 0 \quad 0$$

$$0.8-2x \quad x \quad x$$

$$K_c=\frac{[H_{2(g)}][I_{2(g)}]}{[HI_{(g)}]^2} \Rightarrow \frac{1}{36}=\frac{x^2}{(0.8-2x)^2}$$

نجذر الطرفين نجد: $\frac{1}{6}=\frac{x}{0.8-2x} \Rightarrow 0.8-2x=6x \Rightarrow 0.8=6x+2x \Rightarrow 0.8=8x \Rightarrow \boxed{x=0.1mol.L^{-1}}$

$$[H_{2(g)}]_{eq}=[I_{2(g)}]_{eq}=x=0.1mol.L^{-1}$$

$$[HI_{(g)}]_{eq}=0.8-2x=0.8-0.2=0.6mol.L^{-1}$$

كل $0.8mol.L^{-1}$ يتفاعل $2x=0.2mol.L^{-1}$

كل $100mol.L^{-1}$ يتفاعل y

النسبة المئوية المتفاعلة من HI $y=\frac{0.2}{0.8}\times 100=25\%$ -2

تطبيق(27): لديك التفاعل المتوازن التَّالي: $2NO_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)}+O_{2(g)}$ فإذا علمت أن تراكيز التوازن بواحدة $mol.L^{-1}$ هي: $[O_2]_{eq}=0.12$, $[NO]_{eq}=0.24$, $[NO_2]_{eq}=0.06$ والمطلوب: 1-احسب قيمة k_C. 2-احسب التَّركيز الابتدائيّ لغاز $[NO_2]_0$. 3-احسب النّسبة المئويَّة المتفكّكة من غاز NO_2 عند الوصول لحالة التَّوازن.

$$K_c=\frac{[NO]^2[O_2]}{[NO_2]^2}=\frac{(0.24)^2(0.12)}{(0.06)^2}=\frac{24\times 10^{-4}\times 24\times 10^{-2}}{6\times 6\times 10^{-4}}=192\times 10^{-2}$$

$$2NO_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)}+O_{2(g)} \quad -2$$

$$[NO_2]_0 \quad 0 \quad 0$$

$$[NO_2]_0-2x \quad 2x \quad x$$

$$0.06 \quad 0.24 \quad 0.12$$

$$\boxed{x=0.12mol.L^{-1}}$$

$$[NO_2]_0-2x=0.06 \Rightarrow [NO_2]_0-2(0.12)=0.06 \Rightarrow [NO_2]_0=0.24+0.06=0.3mol.L^{-1}$$

-3 كل 0.3 يتفاعل منها $2x=0.24$

كل 100 يتفاعل منها y

$$y=\frac{0.24\times 100}{0.3}=80mol.L^{-1}$$

النسبة المئوية 80 %

تطبيق(28):يتفكّك يوديد الهدروجين وفق المعادلة: $2HI_{(g)} \rightleftarrows H_{2(g)} + I_{2(g)}$ **فإذا كان تَّركيز التوازن** $[HI]_{eq} = 0.6\,mol.L^{-1}$ **و قيمة ثابت التوازن** $K_c = \frac{1}{36}$ **و المطلوب:1-أحسب** $[H_2]_{eq}$ **عند التَّوازن. 2-احسب** $[HI]_0$ **3 -أحسب النّسبة المئويَّة المتفاعلة من HI عند التَّوازن .**

$$2HI_{(g)} \rightleftarrows H_{2(g)} + I_{2(g)} \quad -1$$

$[HI]_0 \quad 0 \quad 0$

$[HI]_0 - 2x \quad x \quad x$

$K_c = \frac{[H_{2(g)}][I_{2(g)}]}{[HI_{(g)}]^2} \Rightarrow \frac{1}{36} = \frac{x^2}{(0.6)^2}$ نجذر الطرفين نجد:

$$\frac{1}{6} = \frac{x}{0.6} \Rightarrow x = [H_2]_{eq} = 0.1 mol.L^{-1}$$

$$[HI]_0 - 2x = 0.6 \Rightarrow [HI]_0 - 2(0.1) = 0.6 \Rightarrow [HI]_0\ 0.8\,mol.L^{-1} \quad -2$$

3-كل 0.8 يتفاعل منها 0.2

كل 100 يتفاعل منها y

$y = \frac{0.2}{0.8} \times 100 = 25\%$ النسبة المئوية المتفاعلة من HI

تطبيق(29): من خلال معرفة تغيّر تركيز مادة واحدة هل يمكن تحديد فيما إذا التّفاعل وصل إلى حالة التّوازن أم لا؟ ناقش إجابتك.ثبات تركيز أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة في التفاعلات المتوازنة يدل على الوصول إلى حالة التوازن .

التوازن الكيميائي

$m\,A + n\,B \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftarrows}} p\,C + q\,D$

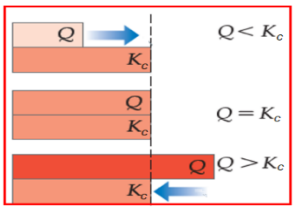
$K_c = \frac{[C]^p[D]^q}{[A]^m[B]^n}$ $\quad K_c = \frac{k_1}{k_2}$

$K_P = \frac{P^p_{(C)} \cdot P^q_{(D)}}{P^m_{(A)} \cdot P^n_{(B)}}$

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

مسائل التوازن الكيميائي

حساب Q ومقارنتها بـ K_c



حساب قيمة ثابت التّوازن من خلال المعادلات

-إذا ضربت معادلة تفاعل برقم ما فإن ثابت التّوازن الجديد يُرفع الى أُسٍّ يساوي الرقم.

$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows C_{(g)} \quad K_{c1}$

$nA_{(g)} + nB_{(g)} \rightleftarrows nC_{(g)} \quad K_{c2} = (K_{c1})^n$

-إذا عكس التّفاعل فإنَّ قيمة ثابت التّوازن الجديد يساوي مقلوب قيمة ثابت التَّوازن الأوَّل.

$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows C_{(g)} + D_{(g)} \quad K_{c1}$

$C_{(g)} + D_{(g)} \rightleftarrows A_{(g)} + B_{(g)} \quad K_{c2} = \frac{1}{K_{c1}}$

-عند جمع معادلتين فإن ثابت التّوازن يساوي جداء ثوابت التّوازن للمعادلتين

$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows C_{(g)} + D_{(g)} \quad K_{c1}$

$C_{(g)} + F_{(g)} \rightleftarrows G_{(g)} + A_{(g)} \quad K_{c2}$

$B_{(g)} + F_{(g)} \rightleftarrows G_{(g)} + D_{(g)} \quad k_c = k_{c1} \times k_{c2}$

مسائل تراكيز بدء وتراكيز التوازن

	A	+ 3B	⇄ 2C
ت بدء	C_1	C_2	0
ت توازن	$C_1 - x$	$C_2 - 3x$	2x

x تحسب من معلومة عند التوازن

1-اما من تركيز توازن أو يُستنتج التركيز التوازني من خط بياني

2-أو نسبة مئوية لمادة متفاعلة عند التوازن

3-أو يُحسب تركيز التوازن من قيمة ثابت التوازن K_c

((اختبار التوازن))

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة في كل ممّا يأتي:

1-تتغير قيمة ثابت التّوازن K_c في التّفاعلات المتوازنة:

a) بتغير الضغط b)بإضافة حفاز c)بخفض درجة d)زيادة التركيز

2-إذا علمتَ أنّ قيمة K_c=16 في التّفاعل المتوازن الآتي $4C_{(g)} \rightleftarrows 4A_{(g)} + 2B_{(g)}$: فتكون قيمة K_c للتّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية

$2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$ يساوي: a) 256 b) $\frac{1}{256}$ c) $\frac{1}{16}$ d) 0.25

3-أي من التّفاعلات المتوازنة الآتية سوف يُرجح التفاعل المباشر عند زيادة الضغط الكلي

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

c) $2Fe_2O_{3(s)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftarrows} 4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)}$ d) $H_{2(g)} + I_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftarrows} 2HI_{(g)}$

4-أي من التّفاعلات المتوازنة الآتية تكون النسبة $\frac{K_p}{K_c}$ أصغر عند درجة الحرارة ذاتها:

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

c) $4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftarrows} 2Fe_2O_{3(s)}$ d) $H_{2(g)} + I_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftarrows} 2HI_{(g)}$

ثانياً:أجب عن الأسئلة الآتية:

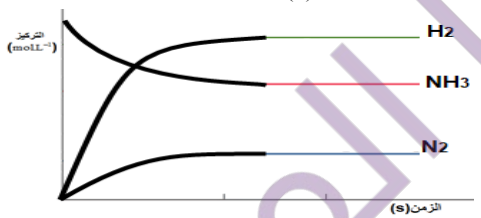
1- لديك التّفاعل الآتي $2SO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)}$ $\Delta H < 0$ المطلوب:

a-بين تأثير خفض درجة الحرارة على حالة التّوازن مع التّفسير. b -بين تأثير إضافة حفاز على حالة التّوازن وقيمة ثابت التّوازن.

c-اقترح طريقة تزيد كمية SO_2 d-اكتب طريقة لزيادة قيمة K_c مع التفسير. e-بين اثر زيادة الضغط الكلي على حالة التوازن مع التفسير. f-بين اثر زيادة كمية الأكسجين على حالة التوازن مع التفسير.

2- استنتج عبارة ثابت التّوازن للتّفاعل الآتي باعتبار التّفاعل المباشر والعكسيّ أوّليّان: $m\,A + n\,B \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftarrows}} p\,C + q\,D$

3-المخطط البياني الآتي يمثل تفاعل متوازن لمواد في الحالة الغازية المطلوب:



a- اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

b- اكتب العلاقة بين K_c و K_p .

c- إذا أُضيف كمية من غاز الهدروجين إلى حالة التوازن اكتب العلاقة بين Q و K_c

ثالثاً : حل المسائل الاتية:

المسألة الأولى :مُزج 2 mol من الهدروجين H_2 مع 3 mol من اليود I_2 في وعاء مغلق سعته 10 L،وكانت كمّيّة الهدروجين H_2عند التّوازن 0.2 mol، وفق المعادلة $I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$ المطلوب: 1-احسب قيمة ثابت التّوازن K_c 2-ما قيمة K_p؟ علِّل إجابتك. 3-ماتأثير زيادة الضغط الكلي على حالة التوازن.

المسألة الثانية: يوضع 8mol من HI في وعاء سعته 10L ويسخن إلى درجة حرارة معينة يتفكّك يوديد الهدروجين وفق المعادلة: $2HI_{(g)} \rightleftarrows H_{2(g)} + I_{2(g)}$ وعند التوازن تكون قيمة ثابت التوازن $K_c = \frac{1}{36}$ و المطلوب:1-أحسب تركيز كل من المواد الثّلاث عند التّوازن. 2 -أحسب النّسبة المئويّة المتفاعلة من HI عند التّوازن 3-ماقيمة K_c للتفاعل $\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}I_{2(g)} \rightleftarrows HI_{(g)}$

4-إذا كانت التراكيز $[HI] = 0.4mol.L^{-1}$, $[H_2] = 0.02mol.L^{-1}$, $[I_2] = 0.1mol.L^{-1}$ بين إن كان التفاعل السابق بحالة توازن أم لا.

المسألة الثالثة: وضع 4 mol من PCl_5 في وعاء سعته 2 L وسخّن الوعاء إلى درجة 500 K فيتفكّك منه 10% عند بلوغ التوازن وفق المعادلة: $PCl_{5\,(g)} \rightleftarrows PCl_{3\,(g)} + Cl_{2(g)}$ المطلوب: 1-أحسب قيمة k_c 2- أحسب قيمة k_p $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$

المسألة الرابعة: ليكن لديك المعادلات التي تمثّل التّفاعلات المتوازنة الآتية عند الدّرجة $27c^o$:

$$2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftarrows} 2NOBr_{(g)} \quad K_{c1} = 2$$

$$NO_{(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftarrows} \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \quad K_{c2} = 2\times10^{+3}$$

المطلوب: أحسب قيمة K_c ثمّ K_p للتّفاعل الآتي: $N_{2(g)} + O_{2(g)} + Br_{2(g)} \overset{\frac{1}{2}}{\rightleftarrows} 2NOBr_{(g)}$

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

((انتهت الأسئلة))

الحُموضُ والأسسُ

مراجعة:

الحموض القوية	حمض كلور الماء HCl	حمض الآزوت HNO_3	حمض الكبريت H_2SO_4
الحموض الضعيفة	حمض الخل CH_3COOH	حمض النمل $HCOOH$	حمض سيانيد الهدروجين HCN
الأسس القوية	هدروكسيد الصوديوم $NaOH$	هدروكسيد البوتاسيوم KOH	هدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$
الأسس الضعيفة	النشادر NH_3 وينتج عن انحلاله في الماء هدروكسيد الأمونيوم NH_4OH		

نظريّاتٌ في الحموض والأسس:

1-نظريّةُ أرينيوس:

الحَمضُ: كلُّ مادّةٍ كيميائيّةٍ تحرّرُ أيون هدروجين H^+ أو أكثر عندَ انحلالِها في الماءِ. $HA \longrightarrow H^+ + A^-$

الأساسُ: كلُّ مادّةٍ كيميائيّةٍ تحرّرُ أيون هِدروكسيد OH^- أو أكثر عندَ انحلالِها في الماءِ. $BOH \longrightarrow B^+ + OH^-$

2-نظرية برونشتد – لوري:

الحَمضُ: كلُّ مادّةٍ كيميائيّةٍ قادرةٍ على منحِ بروتون (H^+) أو أكثرَ إلى مادّةٍ أخرى تتفاعلُ معها.

الأساس: كلّ مادّةٍ كيميائيّةٍ قادرةٍ على استقبالِ بروتون (H^+) أو أكثَرَ من مادّةٍ أخرى تتفاعلُ معها.

تطبيق(1): حدّد كلّ من حمض وأساس برونشتد-لوري مفسراً اجابتك.

$$HA + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + A^-$$

HA يمنحُ بروتون، ويسلكُ سلوكَ حَمضٍ.

H_2O يستقبلُ بروتون، ويسلكُ سلوكَ أساسٍ.

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

حمض أساس

(منح بروتون) (استقبال بروتون)

الأزواجُ المترافقةُ: أساس/ حَمض وفقَ نظريَّةِ برونشتد- لوري

- يرافقُ كلّ حَمضٍ أساس يُدعى أساسَهُ المرافق.
- يرافقُ كلّ أساس، حمض يُدعى حمضَهُ المرافق.
- تقاس قوةُ الحَمضِ بسهولةِ منحِهِ للبروتونِ حيثُ يتأيَّنُ الحَمضُ القويُّ كلّياً والحمض الضعيف يتأين جزئياً
- تقاس قوةُ الأساس بسهولةِ استقباله للبروتونِ حيثُ يتأيَّنُ الأساس القويُّ كلّياً والأساس الضعيف يتأين جزئياً

تطبيق(2): اكتب معادلة تأين كل مما يلي وحدد الأزواج المترافقة بحسب نظرية برونشتد – لوري

1-حمض كلور الماء

$$\underset{\text{حمض1}}{HCl} + \underset{\text{أساس2}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{حمض مرافق2}}{H_3O^+} + \underset{\text{أساس مرافق1}}{Cl^-}$$

2-حمض الكبريت

$$\underset{\text{حمض1}}{H_2SO_4} + \underset{\text{أساس2}}{2H_2O} \longrightarrow \underset{\text{حمض مرافق2}}{2H_3O^+} + \underset{\text{أساس مرافق1}}{SO_4^{2-}}$$

3-حمض الآزوت

$$\underset{\text{حمض1}}{HNO_3} + \underset{\text{أساس2}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{حمض مرافق2}}{H_3O^+} + \underset{\text{أساس مرافق1}}{NO_3^-}$$

4-حمض الخل

$$\underset{\text{حمض1}}{CH_3COOH} + \underset{\text{أساس2}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{أساس مرافق1}}{CH_3COO^-} + \underset{\text{حمض مرافق2}}{H_3O^+}$$

5-النشادر

$$\underset{\text{أساس1}}{NH_3} + \underset{\text{حمض2}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{حمض مرافق1}}{NH_4^+} + \underset{\text{أساس مرافق2}}{OH^-}$$

6-حمض النمل

$$\underset{\text{حمض1}}{HCOOH} + \underset{\text{أساس2}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{أساس مرافق1}}{HCOO^-} + \underset{\text{حمض مرافق2}}{H_3O^+}$$

7-حمض سيانيد الهدروجين

$$\underset{\text{حمض1}}{HCN} + \underset{\text{أساس2}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{حمض مرافق2}}{H_3O^+} + \underset{\text{أساس مرافق1}}{CN^-}$$

حمض ضعيف HA

$$\underset{\text{حمض1}}{HA} + \underset{\text{أساس2}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{حمض مرافق2}}{H_3O^+} + \underset{\text{أساس مرافق1}}{A^-}$$

3-نظريّةُ لويس:

الحَمضُ: كلُّ مادّةٍ كيميائيّةٍ قادرةٍ على استقبالِ زوجٍ إلكترونيّ أو أكثرَ من مادّةٍ أخرى تتفاعلُ معها.

الأساسُ: كلّ مادّةٍ كيميائيّةٍ قادرةٍ على منحِ زوجٍ إلكترونيّ أو أكثرَ إلى مادّةٍ أخرى تتفاعلُ معها.

ملاحظة: إذا احتوت المادة على النتروجين أو الأكسجين ضمن مركباتها نعدها أسس لويس والمعادن و H^+ تسلك سلوك حمض لويس ونوع الرابطة بين حمض لويس وأساس لويس تساندية يرمز لها بـ ⟶ جهته من أساس لويس حمض لويس.

تطبيق(3): حدد حمض لويس وأساس لويس مفسّراً اجابتك ثم حدد نوع الرابطة بينهما

$H^+ + NH_3 \longrightarrow NH_4^+$ (أساس، حمض)	$NH_3 + BCl_3 \longrightarrow (H_3N \rightarrow BCl_3)$ (أساس، حمض)
$H^+ + H_2O \longrightarrow H_3O^+$ (أساس، حمض)	$Fe^{2+} + 6H_2O \longrightarrow [Fe(H_2O)_6]^{2+}$ (حمض، أساس)
$NH_3 + BCl_3 \longrightarrow (H_3N \rightarrow BCl_3)$ (أساس، حمض)	$Cu^{2+} + 4H_2O \longrightarrow [Cu(H_2O)_4]^{2+}$ (حمض، أساس)

تطبيق(4): صنّف المركّبات الآتيةِ $NaOH$, BF_3 , Fe^{2+} , NH_3 , HCl إلى حَمضٍ أو أساسٍ وفقاً للنّظريّاتِ السَّابقةِ.

	نظرية أرينيوس	نظرية برونشتد – لوري	نظرية لويس
أساس	$NaOH$ يحرر OH^-	NH_3 قادر على استقبال H^+	NH_3 يحوي N قادر على منح زوج إلكتروني
حَمض	HCl يحرر H^+	HCl قادر على منح H^+	Fe^{2+}, BF_3 تحوي معدن قادر على منح زوج إلكتروني

ملاحظة

- نظريَّةُ أرينيوس غيرُ كافيةٍ لتحديدِ الصّفةِ الحمضيّةِ والصّفةِ الأساسيّةِ لجميعِ المركَّباتِ الكيميائيَّةِ
- نظريةُ برونشتد – لوري أكثرُ شموليّةً من نظريَّةِ أرينيوس.
- نظريّةُ لويس فسَّرتِ السُّلوكَ الحمضيَّ والأساسيَّ لبعضِ المركَّباتِ الَّتي يتمُّ فيها انتقالُ الأزواجِ الإلكترونيَّةِ.

التّأيّن الذّاتيّ للماءِ وثابت تأيّنه:

تطبيق(5): اكتب معادلة التأين الذاتي للماء ثم اكتب عبارة ثابت تأين الماء ثم حدّد الأزواج المترافقة حمض أساس بحسب برونشتد لوري ثم فسر الماء مركب مذبذب ثم فسر الماء ناقل رديء للتيار الكهربائي.

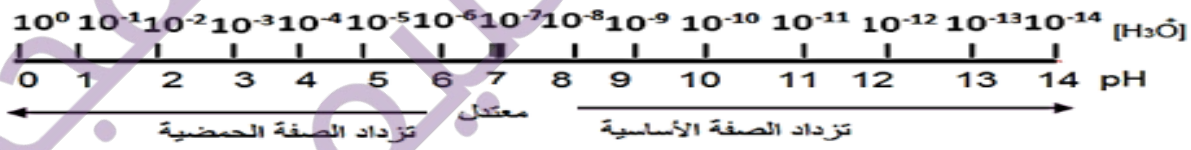
$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^- \quad , \quad K_W = [H_3O^+].[OH^-]$$

(حمض1، أساس2، حمض مرافق2، أساس مرافق1)

-الماء ناقل رديء لاحتواءه على عدد قليل من الأيونات

-الماء مذبذب لأنه يسلك سلوك حمض أحيانا وسلوك اساس أحيانا أخرى

ملاحظة : إن قيمة ثابت تأين الماء عند الدرجة 25c تساوي $K_W = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$



حمضي	معتدل	أساسي
$[H_3O^+]>[OH^-]$	$[H_3O^+]=[OH^-]=10^{-7}$	$[H_3O^+]<[OH^-]$
$[H_3O^+]>10^{-7}$		$[OH^-]>10^{-7}$
$[OH^-]<10^{-7}$		$[H_3O^+]<10^{-7}$
$pH<7$	$pH=7$	$pH>7$

$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH}$ ، $pH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}$ ، $pH + pOH = 14$

تطبيق(6): يبلغُ تركيزُ أيّوناتِ الهدرونيوم في محلولٍ مائيّ $0.01\ mol.l^{-1}$ المطلوب: 1-احسب تركيز أيّونات الهدروكسيد.
2-احسب قيمة كلّ من pH و pOH الوسط لهذا المحلول. 3-حدّد طبيعة الوسط.

1- $[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] \times 0.01 = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12}\ mol.L^{-1}$

2- $pH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-2} = 2$

$pOH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-12} = 12$

3- طبيعة الوسط حمضي : $pH < 7$

حساب $[H_3O^+]$ لحمض قوي	حساب $[OH^-]$ لأساس قوي
$[H_3O^+]$لحمض قوي احادي الوظيفة $=C_a=[HCl]=[HNO_3]$ $[H_3O^+]$لحمض قوي ثنائي الوظيفة $=2C_a=2[H_2SO_4]$	$[OH^-]$لأساس قوي احادي الوظيفة $=C_b=[NaOH]=[KOH]$

تطبيق(7): أحسب تركيز أيونات الهدرونيوم و تركيز أيونات الهيدروكسيد و قيمة pH و قيمة pOH لمحلول من حمض كلور الماء تركيزه $0.01\ mol.l^{-1}$

$$[H_3O^+]=C_a=0.01=10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

$$[H_3O^+].[OH^-]=10^{-14}\Rightarrow[OH^-]\times 0.01=10^{-14}\Rightarrow[OH^-]=\frac{10^{-14}}{10^{-2}}=10^{-12}\ mol.L^{-1}$$

$$pH=-\log[H_3O^+]=-\log 10^{-2}=2$$

$$pOH=-\log[OH^-]=-\log 10^{-12}=12$$

تطبيق(8): أحسب تركيز أيونات الهدرونيوم و تركيز أيونات الهيدروكسيد و قيمة pH و قيمة pOH لمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.\ 1mol.l^{-1}$

$$[OH^-]=C_b=0.1=10^{-1}mol.L^{-1}$$

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

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

$$pOH=-\log[OH^-]=-\log 10^{-1}=1$$

تطبيق(9): أحسب تركيز أيونات الهدرونيوم وتركيز أيونات الهيدروكسيد وقيمة pH و قيمة pOH لمحلول من حمض الكبريت تركيزه $0.005\ mol.\ l^{-1}$

$$[H_3O^+]=2C_a=2\times 0.05=0.1=10^{-1}\ mol.L^{-1}$$

$$[H_3O^+].[OH^-]=10^{-14}\Rightarrow[OH^-]\times 10^{-1}=10^{-14}\Rightarrow[OH^-]=\frac{10^{-14}}{10^{01}}=10^{-13}\ mol.L^{-1}$$

$$pH=-\log[H_3O^+]=-\log 10^{-1}=1$$

$$pOH=-\log[OH^-]=-\log 10^{-13}=13$$

تطبيق(10):

1-محلول مائي لهدروكسيد البوتاسيوم KOH تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ نمدّده بالماء المقطّر100مرّة فتصبح قيمة pH

13(d 12 (c 11 (b 10(a

$$C_1.V_1=C_1.V_1\Rightarrow 0.01V_1=C_2\times 100V_1\Rightarrow C_2=\frac{0.01}{100}=10^{-4}mol.L^{-1}=[OH^-]$$

$$pOH=-\log[OH^-]=-\log 10^{-4}=4$$

$$pH+p\,OH=14\Rightarrow pH+4=14\Rightarrow pH=14-4=10$$

2-محلول لحمض الآزوت تركيزه $0.1mol.l^{-1}$ نمدده مئة مرة فيصبح pOH المحلول:

13(d 11(c 3(b 1(a

$$C_1.V_1=C_1.V_1\Rightarrow 0.1V_1=C_2\times 100V_1\Rightarrow C_2=\frac{0.1}{100}=10^{-3}mol.L^{-1}=[H_3O^+]$$

$$pH=-\log[H_3O^+]=-\log 10^{-3}=3$$

$$pH+pOH=14\Rightarrow 3+pOH=14\Rightarrow pOH=14-3=11$$

3- المركّب المذبذب من المركّبات الآتية هو: NH_3(a H_2O(b BF_3(c HCN(d

4-المحلول المائيّ الذي له أصغرُ قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التّراكيز هو محلول:

NH_3(a NH_4OH(b HNO_3(c HCN(d الحمض الأقوى له أصغر pH

5-إحدى الأزواج الآتية لا يشكّل زوج (أساس/ حمض) :

a) NH_3/NH_4^+ b) OH^-/H_2O c) HNO_2/HNO_3 d) CN^-/HCN الفرق بينهما ذرّة O وليس H^+

6-رتّب المحاليل الآتية المتساوية التّراكيز تصاعديّاً حسب تزايدِ قيمةِ ال pH HNO_3 , NH_4OH , HCN , KOH

الحل: $HNO_3 \rightarrow HCN \rightarrow NH_4OH \rightarrow KOH$

7-يتأيّن هدروكسيد المغنزيوم وفق المعادلة الآتية: $Mg(OH)_2 \rightleftarrows Mg^{2+} + 2OH^-$ اشرح كيف تؤثّر إضافة كميّةٍ قليلة من محلول حمض قويٍّ على تأيّن المحلول. الحل: تتحد أيونات الهدرونيوم الناتجة من الحمض المضاف مع أيونات الهدروكسيد فيقلّ تركيز أيونات الهدروكسيد فيرجح التفاعل المباشر وتتأين كمية إضافية من $Mg(OH)_2$

تطبيق(11): يذاب 8g من هِدروكسيد الصّوديوم الصلب في الماء المقطّر، ونكمل الحجم إلى 2L والمطلوب حساب :
1- $[OH^-]$, $[H_3O^+]$ 2-قيمة pOH , pH للمحلول.3-حجم الماء المقطر اللازم إضافتها إلى 50 mL من المحلول السابق لتصبح قيمة pH=11 . (Na:23 O:16 H:1)

1- $m=CVM \Rightarrow 8=C_b \times 2 \times 40 \Rightarrow C_b = 0.1 mol.L^{-1} \Rightarrow [OH^-] = C_b = 0.1 mol.L^{-1}$

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

2- $pOH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-1} = 1$

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH + 1 = 14 \Rightarrow pH = 14 - 1 = 13$$

3- $pOH = 14 - pH = 14 - 11 = 3 \Rightarrow C_2 = [OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3} mol.L^{-1}$ بعد التمديد

$n = n$ قبل التمديد بعد التمديد $\Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 10^{-1} \times 50 = 10^{-3} V_2 \Rightarrow V_2 = 5000\,mL$

حجم الماء المقطر اللازم إضافته $V = 5000 - 50 = 4950\,mL$

تطبيق(12): محلول مائي لحمضِ الكبريتِ بفرض أنه تامّ التأيّن له قيمة pH=1 ، والمطلوب:
1-اكتب معادلة تأيّن هذا الحَمض. 2-احسب تركيز هذا الحَمض ب $mol.L^{-1}$.
3-احسب كتلة حمض الكبريت في 200mL من محلول الحمض السّابق. 4-نضيف بالتّدريج 10mL من محلول الحمض السّابق إلى 90mL من الماء المقطّر ،احسب قيمة pH للمحلولِ الجديدِ. (H:1 O:16 S:32)

1- $H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H_3O^+$

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

حمض الكبريت قوي ثنائي الوظيفة الحمضية. $[H_3O^+] = 2C_a \Rightarrow C_a = \frac{[H_3O^+]}{2} = \frac{0.1}{2} = 0.05\,mol.L^{-1}$

3- $m = C.V.M = 0.05 \times 200 \times 10^{-3} \times 98 = 0.98\ g$

4- $C_1 . V_1 = C_2 . V_2 \Rightarrow 0.05 \times 10 = C_2 \times 100 \Rightarrow C_2 = 5 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$

$$[H_3O^+] = 2C_a = 2 \times 5 \times 10^{-3} = 10^{-2} mol.L^{-1} \Rightarrow pH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-2} = 2$$

تطبيق(13): عينة غير نقية من هدروكسيد البوتاسيوم كتلتها $7g$ تُذاب في الماء ويكمل حجم المحلول إلى $500mL$ فينتج محلول تركيزه $0.2\,mol.L^{-1}$ والمطلوب: 1-احسب كتلة هدروكسيد البوتاسيوم النقي في العينة 2-احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة 3-نأخذ $40mL$ من المحلول السابق ونضيف لها الماء إلى أن يصبح pOH=2احسب حجم الماء المضاف.
(K : 39 , O: 16, H: 1)

1- $m=CVM \Rightarrow m=0.2\times500\times10^{-3}\times56=5.6g$

2- شوائب $m=7-5.6=1.4g$

كل $7g$ من العينة تحوي $1.4g$ من الشوائب

كل $100g$ من العينة تحوي yg

$$y=\frac{100\times1.4}{7}=20\%$$

3- $C_2=[OH^-]=10^{-pOH}=10^{-2}\,mol.L^{-1}$

$C_1V_1=C_2V_2 \Rightarrow 0.2\times40=10^{-2}V_2 \Rightarrow V_2=800mL$ بعد التمديد $\Rightarrow$ $n=n$ قبل التمديد

حجم الماء المقطر اللازم إضافته $V=800-40=760mL$

ثابت تأيّن الحموض الضّعيفة أحاديّة الوظيفة:

تطبيق(14): لديكَ محلولٌ مائيٌّ لحمضٍ ضعيفٍ HA . المطلوب: 1-اكتب معادلة تأيّنه .

2-اكتب عبارة ثابت تأيّن الحَمض الضَّعيف K_a بدلالة التركيز. 3-أثبتْ أنَّ: $[H_3O^+]=\sqrt{K_a.C_a}$.

	HA	$+ H_2O \rightleftarrows$	A^-	$+ H_3O^+$
	C_a		0	0
	C_a-x		x	x

$$k_a=\frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}=\frac{[H_3O^+]^2}{C_a-x}$$

$$\boxed{[H_3O^+]=\sqrt{k_a\,C_a}}$$ نهمل x لصغرها لأن قيمة ثابت التأين صغيرة

ثابت تأيّن الأساس الضّعيف أحادي الوظيفة الأساسية:

تطبيق(15): لديكَ محلولٌ أساسٌ ضعيف (B) تأيّنه جزئيّ في الماء. المطلوب:1-اكتب معادلة تأيّنه .

2-اكتب علاقة ثابت تأيّن الأساس الضّعيف K_b بدلالة التركيز. 3-أثبت أن: $[OH^-]=\sqrt{K_b.C_b}$.

	B	$+ H_2O \rightleftarrows$	BH^+	$+ OH^-$
	C_b		0	0
	C_b-x		x	x

$$k_b=\frac{[OH^-][BH^+]}{[B]}=\frac{[OH^-]^2}{C_b-x}$$

$$\boxed{[OH^-]=\sqrt{k_b\,C_b}}$$ نهمل x لصغرها لأن قيمة ثابت التأين صغيرة

ملاحظة:

- تعبر قيمة ثابت تأين الحمض أو الأساس الضيف عن قوته حيث تزدادُ قوّة الحَمض أو الأساس الضَّعيف بزيادة قيمة ثابت تأيّنه.
- عند مقارنة قوّة حمضين ضعيفين منحلّين في الماء فإنّ الأساس المرافق للحمض الأقوى هو الأساس الأضعف، والأساس المرافق للحمض الأضعف هو الأساس الأقوى

درجة تأين الحمض: يعبّرُ عن قوّةِ الحَمضِ بدرجةِ تأيّنِهِ α وفقَ العلاقةِ: $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$

درجة تأين الأساس: يعبّر عن قوّة الأساسِ بدرجةِ تأيّنه α وفق العلاقة: $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$

عندما تعطى درجة التأين كنسبة مئوية نقسمها على 100 وهي ليست ثابتة تتغير عند إضافة ماء لذلك عند التمديد تتغير

تطبيق(16):

1- إذا علمتَ أن أيّون السّيانيد CN^- أساس أقوى من أيّون الخلات CH_3COO^- ، ما هو الحمض المرافق لكلّ منهما وأيّ الحمضين أقوى؟ فسّر ذلك.

الحل: الحمض المرافق ل CN^- هو HCN , الحمض المرافق لـ CH_3COO^- هو CH_3COOH

CH_3COOH هو الحمض الأقوى لأنه يرافق الأساس الأضعف.

2-إذا علمت أن قيمة ثابت تأين حمض النمل $k_a=1.8x10^{-4}$ و وقيمة ثابت تأين حمض الخل نه $k_a=1.8x10^{-5}$ المطلوب :

a-أي الحمضين أقوى مع التفسير.

b-أكتب صيغة الأساس المرافق لكل منهما ثم حدد أي من الأساسين المرافقين أقوى

a) حمض النمل لأن قيمة ثابت تأينه أكبر

b) CH_3COOH / CH_3COO^- $HCOOH / HCOO^-$

CH_3COO^- لأنه يرافق الحمض الأضعف

3-إذا علمت أن قيمة ثابت تأين $k_b(PH_3)=1x10^{-14}$ و وقيمة ثابت تأين $k_b(CH3NH_2) =4.8x10^{-4}$ المطلوب :

a-أي الأساسين أقوى مع التفسير.

b-أكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما ثم حدد أي من الحمضين المرافقين أقوى - أيهماالأساسين له pH أكبر

a) CH_3NH_2 أساس أقوى من PH_3 لأن قيمة ثابت تأينه أكبر

b) $CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$ ، PH_4^+/ PH_3 , PH_4^+ حمض أقوى لأنه يرافق الأساس الأضعف

c) CH_3NH_2 له pH أكبر

4- يبيّن الجدول الآتي قيم ثوابت التّأيّن لبعضِ محاليلِ الحموضِ الضّعيفةِ المتساويةِ التّراكيز عندَ الدّرجة 25^0C .

الصيغة	ثابت التأين Ka
HCN	5×10^{-10}
H_2CO_3	4.3×10^{-7}
HCOOH	1.8×10^{-4}
HF	7.2×10^{-4}

اعتماداً على الجدولِ السّابقِ أجب عن الأسئلةِ الآتية:

a-حدّد الحمض الأقوى، وما هو أساسه المرافق؟ حمض فلوريد الهدروجين . أساسه المرافق F^- .

b-حدّد الحمض الأكبر قيمة pH ,والحمض الأصغر قيمة pH . حمض سيانيد الهدروجين أكبر قيمة pH , وحمض فلوريد الهدروجين أصغر قيمة pH.

c- في أيّ محلول يكونُ $[OH^-]$ أكبر؟ محلول حمض سيانيد الهدروجين.

d-حدّد الأساس المرافق الأقوى للمحاليلِ السّابقةِ؟ CN^- أساس مرافق لأضعف حمض HCN.

5-إذا علمت أنّ pH = 3 للمشروب الغازيّ، فإنّ تركيز أيون الهدروكسيد فيه:

a) 11 b) 10^{-3} c) 10^{-11} d) 10^{+3}

6- بالاعتماد على ثوابت تأيّن الحموض الأتية:

$$K_{a(HF)}=7.2\times10^{-4}, K_{a(HNO_2)}=4.5\times10^{-4}, K_{a(HCN)}=5\times10^{-10}$$

التّرتيب التنازليّ الصّحيح لقوّة الأسس المرافقة لها هو:

a) $CN^- < F^- < NO_2^-$ b) $CN^- < NO_2^- < F^-$ c) $NO_2^- < CN^- < F^-$ d) $F^- < NO_2^- < CN^-$

7- محلول مائي لحمض النّمل HCOOH تركيزه الابتدائي $0.5mol.L^{-1}$ وثابت تأينه 2×10^{-4} ، فتبلغ قيمة pH له:

a) 2 b) 3 c) 10^{-2} d) 10^{-3}

$$C_1V_1=C_2V_2 \Rightarrow 0.5V_1=C_2\times100V_1 \Rightarrow C_2=0.005\,mol.L^{-1}$$

$$\left[H_3O^+\right]'=\sqrt{K_a.C_a'} \Rightarrow \left[H_3O^+\right]'=\sqrt{2\times10^{-4}\times0.005}$$

$$\Rightarrow\sqrt{10^{-6}}=10^{-3}\ mol.L^{-1} \Rightarrow pH=-\log\left[H_3O^+\right]=-\log10^{-3}=3$$

تطبيق(17): محلول حمض سيانيد الهدروجين تركيزه الابتدائي $0.2mol.L^{-1}$ ، وثابت تأيّنه 5×10^{-10} المطلوب:

1-اكتب معادلة تأيّن الحمْض السّابق 2- احسب $\left[H_3O^+\right], \left[OH^-\right]$ 3- احسب قيمة pH المحلول.

4- احسب درجة تأيّن الحمض. 5-نمدّد المحلول السابق عشر مرات أحسب pH المحلول الناتج

1- $HCN + H_2O \rightleftarrows CN^- + H_3O^+$

2- $\left[H_3O^+\right]=\sqrt{C_a.K_a} \Rightarrow \left[H_3O^+\right]=\sqrt{5\times10^{-10}\times0.2}=10^{-5}\ mol.L^{-1}$

$$\left[H_3O^+\right].\left[OH^-\right]=10^{-14}$$

$$\left[OH^-\right]=\frac{10^{-14}}{10^{-5}}=10^{-9}\ mol.L^{-1}$$

3- $pH=-\log\left[H_3O^+\right]=-\log10^{-5}=5$

4- $\alpha=\frac{\left[H_3O^+\right]}{C_a}=\frac{10^{-5}}{0.2}=5\times10^{-5}$

5- $C_1V_1=C_2V_2 \Rightarrow 0.2V_1=C_2\times10V_1 \Rightarrow C_2=0.02\,mol.L^{-1}$

$$\left[H_3O^+\right]'=\sqrt{C_a'.K_a} \Rightarrow \left[H_3O^+\right]'=\sqrt{0.02\times5\times10^{-10}}=\sqrt{10^{-11}}=10^{-5.5}\ mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow pH=-\log\left[H_3O^+\right]=-\log10^{-5.5}=5.5$$

تطبيق(18): محلول لحمض سيانيد الهدروجين له $pH=5$، ودرجة تأيّنه $5\times10^{-3}\,\%$ ، والمطلوب:

1-اكتب معادلة تأيّن الحمض السّابق. 2-احسب قيمة كلٍّ من التّركيز الابتدائيّ ، وثابت تأيّنه.

3-بيّن بالحساب كيف يتغيّر $\left[H_3O^+\right]$ عندما تصبح $pH=6$.

الحل: 1- $HCN + H_2O \rightleftarrows CN^- + H_3O^+$

2- $\left[H_3O^+\right]=10^{-PH}=10^{-5}\ mol.L^{-1}$

$$\alpha=\frac{\left[H_3O^+\right]}{C_a} \Rightarrow 5\times10^{-5}=\frac{10^{-5}}{C_a} \Rightarrow C_a=0.2\ mol.L^{-1}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a} \Rightarrow 10^{-5} = \sqrt{K_a \times 0.2} \Rightarrow K_a = 5\times10^{-10}$$

-3 $[H_3O^+]' = 10^{-PH} = 10^{-6}\ mol.L^{-1}$ **بعد التغير**

$[H_3O^+] = 10^{-5} mol.L^{-1}$ **قبل التغير**

تقل عشر مرات $\frac{[H_3O^+]'}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-6}}{10^{-5}} = \frac{1}{10} \Rightarrow [H_3O^+]' = \frac{[H_3O^+]}{10}$

تطبيق(19): محلول لحمض النّمل له $pH=2$ وثابت تأيّنه 2×10^{-4}، والمطلوب:

1-اكتب معادلة تأيّن هذا الحَمض ثمّ حدّد الأزواج المترافقة أساس/حمض حسب برونشتد - لوري.

2-احسب قيمة pOH المحلول ثم احسب تركيز الحمض الابتدائي.

3-احسب حجم الماء المقّطر اللّازم إضافته إلى 10mL منه لتصبح قيمة $pH=3$.

-1 $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$

حمض1 أساس2 أساس مرافق 1 حمض مرافق2

-2 $pH+pOH=14 \Rightarrow pOH = 14-2 = 12$

$[H_3O^+] = \sqrt{C_a.K_a} \Rightarrow 10^{-2} = \sqrt{C_a \times 2\times10^{-4}} \Rightarrow C_a = 5\times10^{-1}\ mol.L^{-1}$

3- نحسب تركيز الحمض بعد التمديد $[H_3O^+]' = 10^{-pH} = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$

$[H_3O^+]' = \sqrt{C_a'.K_a} \Rightarrow 10^{-3} = \sqrt{C_a' \times 2\times10^{-4}} \Rightarrow C_a' = 5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$

$C_1 . V_1 = C_2 . V_2 \Rightarrow 0.5 \times 10 = 0.005 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 1000\ mL$

حجم الماء المضاف $V = 1000 - 10 = 990\ mL$

تطبيق(20): محلول مائيّ لأساس ضعيف B له $pOH=3$، ودرجة تأينه $2\ \%$ ، والمطلوب:

1-اكتب معادلة تأيّنه ثمّ حدّد الأزواج المترافقة أساس/حمض حسب برونشتد - لوري.

2-احسب $[OH^-]$ للمحلول. 3-احسب التّركيز الابتدائيّ للمحلول.

4-احسب ثابت تأيّن الأساس. 5-نمدّد المحلول السّابق 10مرّات، احسب pOH المحلول الجديد بعد التّمديد.

-1 $B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$

أساس1 حمض2 حمض مرافق1 أساس مرافق 2

-2 $[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$

$-3\quad \alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \Rightarrow 2\times10^{-2} = \frac{10^{-3}}{C_b} \Rightarrow C_b = \frac{10^{-3}}{2\times10^{-2}} = 0.05 mol.L^{-1}$

-4 $[OH^-] = \sqrt{C_b.K_b} \Rightarrow 10^{-3} = \sqrt{0.05\times K_b} \Rightarrow K_b = 2\times10^{-5}$

-5 بعد التمديد n = n قبل التمديد

$C_1 . V_1 = C_2 . V_2 \Rightarrow 0.05 \times V_1 = C_2 \times 10\ V_1 \Rightarrow C_2 = 5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$

$[OH^-] = \sqrt{C_b \times K_b} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{0.005\times2\times10^{-5}} = \sqrt{10^{-7}} = 10^{-3.5} mol.L^{-1}$

$pOH = -\log[OH^-] = 3.5$

تطبيق(21): محلول مائي لحمض الخلّ تركيزه الابتدائيّ $0.05mol.L^{-1}$ ، وثابت تأيّنه 2×10^{-5} ، والمطلوب:

١- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض. ثم حدّد الأزواج المترافقة أساس/حمض وفق برونشتد-لوري

٢- احسب قيمة pH المحلول. احسب درجة تأيّن هذا الحمض.

٣- نمدّد المحلول السّابق 10 مرات، احسب pH المحلول بعد التّمديد.

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+ \quad -1$$

حمض1 أساس2 أساس مرافق 1 حمض مرافق2

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a .C_a} = \sqrt{0.05\times2\times10^{-5}} = 10^{-3}\, mol.L^{-1} \quad -2$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log10^{-3} = 3$$

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{Ca} = \frac{10^{-3}}{0.05} = 2\times10^{-2} \quad -3$$

$$C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow 0.05V_1 = C_2\times10V_1 \Rightarrow C_2 = 5\times10^{-3}mol.L^{-1}$$ -4 تركيز الحمض بعد التمديد

$$[H_3O^+]' = \sqrt{K_a .C'_a} = \sqrt{5\times10^{-3}\times2\times10^{-5}} = 10^{-3.5}mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log10^{-3.5} = 3.5$$

تطبيق(22): لديكَ محلولٌ لحَمضِ الخلّ تركيزه $0.02mol.L^{-1}$ ، وثابت تأيّنه 1.8×10^{-5} المطلوب:1-اكتب معادلة تأيّنه، واحسب قيمة $[CH_3COO^-]$ .2-إذا احتوى المحلول الابتدائيّ حمض كلور الماء بتركيزِ $0.01mol.L^{-1}$ بالإضافةِ إلى المحلولِ السّابقِ.احسب $[CH_3COO^-]$ في المحلولِ.

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+ \quad -1$$

0.02	0	0
0.02-x	x	x

$$[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = \sqrt{K_a .C_a} = \sqrt{0.02\times1.8\times10^{-5}} = 6\times10^{-4}mol.L^{-1}$$

$[HCl] = [H_3O^+] = 0.01mol.L^{-1}$ الحمض مضاف -2

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$$

0.02	0	0.01
0.02-x	x	0.01+x

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{x(0.01+x)}{0.02-x}$$ تهمل x المضافة في البسط والمطروحة في المقام لِصِغَرِها.

$$K_a = \frac{0.01x}{0.02} \Rightarrow 1.8\times10^{-5} = \frac{0.01x}{0.02}$$

$$[CH_3COO^-] = x = 3.6\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

ملاحظة:عندما يُضاف حمض القوي (HCl) يحوي محلوله H_3O^+ إلى محلولِ حَمضِ الخلّ الضّعيف ، فيزداد تركيز $[H_3O^+]$ فيرجح التفاعل بالاتّجاه العكسيّ في معادلة تأين حمض الخل، فينقص $[CH_3COO^-]$ وفقَ قاعدةِ لوشاتولييه ويسمى تأثير الأيون المشترك.

تطبيق(23): محلول مائيّ للنّشادر له pOH=3، ودرجة تأينه $2\ \%$ ، والمطلوب:1-اكتب معادلة تأيّن النّشادر 2-احسب $[OH^-]$للمحلول. 3-احسب التّركيز الابتدائيّ للمحلول. 4-احسب ثابت تأيّن النّشادر. 5- إذا احتوى المحلول الابتدائيّ السابق هدروكسيد الصوديوم بتركيزِ $0.02mol.L^{-1}$ بالإضافةِ إلى المحلولِ السّابقِ احسب $[NH_4^+]$ في المحلول.في هذه الحالة

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \quad -1$$

أساس1 حمض2 أساس مرافق 2 حمض مرافق1

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3}\ mol.L^{-1} \quad -2$$

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \Rightarrow 2\times10^{-2} = \frac{10^{-3}}{C_b} \Rightarrow C_b = \frac{10^{-3}}{2\times10^{-2}} = 0.05mol.L^{-1} \quad -3$$

$$[OH^-] = \sqrt{C_b.K_b} \Rightarrow 10^{-3} = \sqrt{0.05\times K_b} \quad -4$$

$$\Rightarrow K_b = 2\times10^{-5}$$

$$[OH^-] = [NaOH] = 0.02\,mol.L^{-1} \quad -5$$ مضاف

	NH_3	+ H_2O $\rightleftharpoons$	NH_4^+	+ OH^-
	0.05		0	0.02
	$0.05-x$		x	$0.02+x$

$$K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 2\times10^{-5} = \frac{x\,(0.02+x)}{0.05-x}$$

تهمل x عند جمعها وطرحها في البسط والمقام

$$2\times10^{-5} = \frac{x(0.02)}{0.05} \Rightarrow [NH_4^+] = x = 5\times10^{-5}mol.L^{-1}$$

تطبيق(24): يبلغ تركيز الهدرونيوم في محلول $2\times10^{-2}mol.L^{-1}$ احسب قيمة pH علماً أن $\log 2 = 0.3$

$$pH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow pH = -\log 2\times10^{-2} = -(\log 2 + \log 10^{-2}) = -(0.3-2) = -0.3+2 = 1.7$$

تطبيق(25): نضيف 200m.L محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ إلى 200m.L من محلولِ حَمض الكبريت تركيزه $0.05mol.L^{-1}$ احسب قيمة pH المحلول النّاتج.

$$C' = \frac{CV}{V'} \Rightarrow C_{HCl} == \frac{0.1\times200}{400} = 0.05mol.L^{-1} \quad ,C_{HSO_4} = \frac{0.05\times200}{400} = 0.025mol.L^{-1}$$

$$[H_3O^+] = [H_3O^+]_{HCl} + [H_3O^+]_{H_2SO_4} \Rightarrow [H_3O^+] = 0.05 + 2(0.025) = 0.1mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(0.1) = 1$$

قوانين وملاحظات الحموض والاسس

$K_W = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$	$pH + pOH = 14$
$pH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}$	$pOH = -\log[OH^-] \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH}$
لحمض قوي احادي الوظيفة $[H_3O^+] = C_a = [HCl] = [HNO_3]$ لحمض قوي ثنائي الوظيفة $[H_3O^+] = 2C_a = 2[H_2SO_4]$	لأساس قوي احادي الوظيفة $[OH^-] = C_b = [NaOH] = [KOH]$
لحمض ضعيف $[H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a}$	لأساس ضعيف $[OH^-] = \sqrt{K_b.C_b}$
درجة تأين الحمض $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$	درجة تأين الأساس $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$

عندما تعطى درجة التأين كنسبة مئوية نقسمها على 100 وهي ليست ثابتة تتغير عند إضافة ماء لذلك عند التمديد تتغير

$C_{g.L^{-1}} = \frac{m}{V}$ ، $C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V}$ ، $C_{g.L^{-1}} = C_{mol.L^{-1}} \times M$ ، $m = CV.M$

التمديد: إضافة ماء إلى محلول $\Rightarrow C_1V_1 = C_2V_2$ بعد التمديد $n = n$ قبل التمديد حيث C_2 ترتبط بـpH أو pOH

ترتيب تزايد pH

يزداد pH ويقل pOH ويزداد $[OH^-]$ ويقل $[H_3O^+]$

أساس أقوى - أساس أضعف - معتدل - حمض أضعف - حمض أقوى

- عند إضافة حمض إلى حمض يكون الأيون المشترك هو الهدرونيوم وعند إضافة أساس إلى أساس يكون الأيون المشترك هو الهدروكسيد وإضافة الأيون المشترك يقلل من تأين المادة ضعيفة التأين
- لتقليل تأين حمض ضعيف نضيف له حمض قوي ولتقليل تأين أساس ضعيف نضيف له أساس قوي
- لزيادة تأين حمض ضعيف نضيف له أساس قوي و لزيادة تأين أساس ضعيف نضيف له حمض قوي
- الفرق بين الزوج المترافق حمض أساس هو H^+

((اختبار حموض أسس))

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة:

1- محلول مائي لحمض الآزوت يكون فيه:

a) $[H_3O^+] < [OH^-]$ b) $[OH^-] > 10^{-7}$ c) $[H_3O^+] > 10^{-7}$ d) $pH > 7$

2-محلول لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه $0.1mol.l^{-1}$ نمدده مئة مرة فيصبح pH المحلول:

a) 1 b) 3 c) 11 d) 13

3-محلول لحمض كلور الماء تركيزه $0.1mol.l^{-1}$ نمدده مئة مرة فيصبح pOH المحلول:

a) 1 b) 3 c) 11 d) 13

4-محلول لحمض النمل تركيزه $0.5mol.l^{-1}$ وثابت تأينه $K_a = 2\times10^{-4}$ نمدده مئة مرة فيصبح pH المحلول:

a) 2 b) 3 c) 11 d) 12

ثانياً :أجب عن الاسئلة الآتية

1-اكتب معادلة التأين الذاتي للماء ثم حدّد الأزواج المترافقة حمض أساس بحسب برونشتد لوري ثم فسر الماء مركب مذبذب ثم فسر الماء ناقل رديء للتيار الكهربائي.

2-يعد الحمض CH_3COOH أقوى من الحمض NH_4^+ المطلوب:a- أكتب صيغة الأساس المرافق لكل منهما.

b- حدد أي الأساسين أقوى مع التفسير.

3-حدد كل من حمض و أساس لويس في المعادلات الآتية مع التفسير: $BCl_3 + NH_3 \longrightarrow (H_3N \rightarrow BCl_3)$ ثم حدد نوع الرابطة بينهما.

4-إذا علمت أن قيمة ثابت تأين حمض النمل $k_a=1.8x10^{-4}$ و وقيمة ثابت تأين حمض الخل نه $k_a=1.8x10^{-5}$ المطلوب :

a-أي الحمضين أقوى مع التفسير. b-أكتب صيغة الأساس المرافق لكل منهما ثم حدد أي من الأساسين المرافقين أقوى

C - أيهما له pH أكبر

ثالثاً: حل المسائل الأتية:

المسألة الأولى:

محلول لحمض ضعيف HA قيمة pOH=11، ودرجة تأينه $2\ \%$ ، والمطلوب:1-اكتب معادلة تأيّنه ثم حدد الأزواج المترافقة بحسب نظرية برونشتد - لوري. 2-احسب تركيز أيونات الهدرونيوم في المحلول.

3-احسب التّركيز الابتدائيّ للحمض. 4-احسب قيمة ثابت تأيّنه.

5-نأخذ حجم V_1 من المحلول السابق ونضيف له $50mL$ من الماء المقطّر إلى أن يصبح تركيزه $0.01mol.L^{-1}$ احسب V_1

6-ما التغير الذي يطرأ على تركيز الهدرونيوم الابتدائي كي تزداد قيمة pH بمقدار 2 وضح بالحساب.

المسألة الثانية:

لديكَ محلولٌ لحَمضِ النمل تركيزه $0.5mol.L^{-1}$ ، وثابت تأيّنه 2×10^{-4} المطلوب:1-اكتب معادلة تأيّنه، وحدد الأزواج المترافقة وفق(برونشتد – لوري) 2- احسب قيمة pH المحلول ثم احسب درجة تأين الحمض. 3-يُمدد المحلول السابق عشر مرات احسب pH المحلول الناتج. 4-إذا احتوى المحلول الابتدائيّ السابق ذي التركيز $0.5mol.L^{-1}$ حمض كلور الماء بتركيزِ $0.1mol.L^{-1}$ بالإضافةِ إلى المحلولِ السّابقِ احسب $[HCOO^-]$ في المحلول.

المسألة الثالثة:

عينة غير نقية من هدروكسيد الصوديوم كتلتها 5g تُذاب في الماء ويكمل حجم المحلول إلى 500mL فينتج محلول تركيزه $0.2\,mol.L^{-1}$ والمطلوب: 1-احسب كتلة هدروكسيد الصوديوم النقي في العينة 2-احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة

3-نأخذ 40mL من المحلول السابق ونضيف لها الماء إلى أن يصبح pOH=2احسب حجم الماء المضاف.

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

المسألة الرابعة:

محلول مائي لحمضِ الكبريتِ بفرض أنه تامّ التأيّن تركيزه $0.05\,mol.L^{-1}$ ، والمطلوب:

1-اكتب معادلة تأيّن هذا الحَمض. 2-احسب pH هذا الحَمض.

3-احسب كتلة حمض الكبريت في 200mL من محلول الحمض السّابق. 4-نضيف بالتَّدريج 10mL من محلول الحمض السّابق إلى 90mL من الماء المقطّر ،احسب قيمة pH للمحلولِ الجديدِ. (H: 1 O:16 S:32)

ينتج الملح من تفاعل حمض مع أساس: ماء + ملح ⟶ أساس + حمض

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$
$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$
$$HNO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + H_2O$$
$$NH_4OH + HCl \longrightarrow NH_4Cl + H_2O$$
$$CH_3COOH + KOH \rightarrow CH_3COOK + H_2O$$

تطبيق(1)

اسم الملح	صيغة الملح	الجزء الأساسي	الجزء الحمضي
نترات الصوديوم	$NaNO_3$	Na^+	NO_3^-
كبريتات الأمونيوم	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4^+	SO_4^{2-}
كلوريد الألمنيوم	$AlCl_3$	Al^{3+}	Cl^-

-**علل** الملح يعد مركب قطبي: لأنّه مركّبٌ أيّونيٌّ، يتألّف من: - جزء أساسيّ موجب، أيّون معدني، أو أكثر، أو جذر أمونيوم، أو أكثر. - وجزء حمضيّ سالب، أيّون لا معدني، أو أكثر، أو جذر حمضيّ، أو أكثر

تصنيف الأملاح وفق ذوبانيّتها

-عندما يمكن أن تذوب كمية إضافية من الملح في الماء يكون المحلول غير مشبع
-عند ذوبان أكبر كميّة ممكنة من ملح في الماء يسمى محلول مشبع
-عند إضافة كمية من الملح إلى محلوله المشبع يتشكل راسب ويكون المحلول فوق مشبع

نتيجة: ذوبانيّة الملح: هي تركيز الملح في محلوله المشبع عند درجة حرارة محَدّدة، وهي ثابت فيزيائيّ خاصّ بكلّ ملح ، ويُرمز لها بـ (s) ولها نوعان: ذوبانيّة كتليّة للملح تقدّر بـ $(g.L^{-1})$ وذوبانيّة موليّة للملح تقدّر بـ $(mol.L^{-1})$. $S_{g.L^{-1}} = S_{mol.L^{-1}} \times M$

-تصنَّف محاليل الأملاح إلى (غير مشبعة – مشبعة – فوق مشبعة)

- **الأملاح الذّوابة:** قيمة ذوبانيتها أكبر من $0.1\ mol.L^{-1}$ عند الدّرجة 25^0C مثل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم والنترات والخلات والنملات

- **الأملاح قليلة الذوبان:** قيمة ذوبانيتها أقلّ من $0.001\ mol.L^{-1}$ عند الدرجة 25^0C مثل ملح كربونات الكالسيوم، كبريتات الباريوم، كبريتات الفضة، كلوريد الفضة، كلوريد الرصاص، فوسفات ثلاثية الكالسيوم.

ملاحظة: للحصول على محلول مشبع نضيف كمّيّة من ملح إلى الماء مع التّحريك حتى تشكّل راسباً ثم نرشّح المحلول فنحصل على محلول مشبع.

تطبيق(2):

1 - جميع الأملاح تتمتّع بخاصيّة قطبيّة فسّر اجابتك.لأنها تتألف من جزء موجب أساسي وجزء سالب حمضي

2 - أملاح الصوديوم شديدة الذوّبان بالماء فسّر اجابتك. لان قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أصغر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.

3- ملح كرومات الفضّة قليل الذوّبان بالماء فسّر اجابتك:لان قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أكبر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.

4-يحصل توازن غير متجانس بين الطوّر الصّلب والطوّر المذاب في محلولٍ مائيّ لملحٍ قليل الذّوبان هو:

a) $PbCrO_4$ b) $Pb(NO_3)_2$ c) Na_2SO_4 d) $(NH_4)_3PO_4$

5-محلول مائي لملح Na_2CO_3 تركيزه $1.6\ mol.L^{-1}$، يُمدّد بإضافةِ كمّيّةٍ من الماءِ المقطّرِ إليه بحيثُ يصبحُ حجمه أربعة أضعافِ ما كان عليه، فيكون التّركيز الجديد لأيوّنات الصّوديوم في المحلولِ مساويا:

a) $0.6mol\cdot L^{-1}$ b) $0.4mol.L^{-1}$ c) $\underline{0.8mol.L^{-1}}$ d) $0.2mol.L^{-1}$

$$C_1\ V_1 = C_2\ V_2 \Rightarrow 1.6\times V_1 = C_2\times 4V_1 \Rightarrow C_2=\frac{1.6\times V_1}{4V_1}=0.4\,mol.L^{-1}$$

$$[Na_2CO_3]=0.4\,mol.L^{-1} \Rightarrow [Na^+]=2[Na_2CO_3]=0.8\,mol.L^{-1}$$

6-عندَ تمديدِ محلولٍ لملح KNO_3 تركيزه $2.4\ mol.L^{-1}$بإضافةِ كمّيةً من الماءِ المقطرَّ إليه تساوي ثلاثة أمثالِ حجمِه، يكونُ التَّركيزُ الجديدُ للمحلولِ مقدّراً ب $mol.L^{-1}$ مساوياً:

a) $\underline{0.6}$ b) 0.4 c) 0.3 d) 0.2

$$V_2 = V_1 + V = V_1 + 3V_1 = 4V_1$$

$$C_1\ V_1 = C_2\ V_2 \Rightarrow 2.4\times V_1 = C_2\times 4V_1 \Rightarrow C_2=\frac{2.4\times V_1}{4V_1}=0.6\,mol.L^{-1}$$

الأملاح قليلة الذوبان:

عند وضع كمية كافية من ملح كلوريد الرصاص يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب (أيونات الملح)

تطبيق(3): اكتب معادلة التوازن غير متجانس لملح كلوريد الرصاص: $PbCl_{2\,(s)} \rightleftarrows Pb^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)}$

اكتب عبارة الجداء الأيّوني Q. الجداء الأيوني $Q=[Pb^{2+}][Cl^-]^2$

اكتب عبارة ثابت جداء الذّوبان K_{sp}. ثابت جداء الذّوبان $K_{sp}=[Pb^{2+}][Cl^-]^2$

نتيجة:

- الجداء الأيّوني Q : يمثّل جداء تراكيز أيّونات الملح قليل الذّوبان ، مرفوعة كلّ منها إلى أُسّ يساوي أمثالَها التّفاعليَّة .
- ثابت جداء الذَّوبان K_{sp} يمثّل جداء تراكيز أيّونات الملح قليل الذَّوبان، مرفوعة كلّ منها إلى أُسّ يساوي أمثالَها التَّفاعليَّة في المحلول المُشْبَعْ.
- **ونميّز ثلاث حالات:**

$Q<K_{sp}$ المحلول غير مشبع.

$K_{sp}=Q$ المحلول مشبع.

$Q>K_{sp}$ المحلول فوق مشبع (يتشكّل راسب من الملح)

تطبيق(4): محلول مائيّ لملح كربونات الفضّة ذوبانيّته المولية s . المطلوب:1- اكتب معادلة التّوازن غيرِ المتجانس لهذا الملح. 2- اكتب العلاقة المعبّرة عن ثابت جداء الذّوبان ، ثمّ استنتجها بدلالة s الذوبانية المولية.

1- $Ag_2CO_{3\,(s)} \rightleftarrows 2\,Ag^+_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$

2- ثابت جداء الذوبان $K_{sp}=[Ag^+]^2\,[CO_3^{2-}]$

$$\underset{s}{Ag_2CO_{3\,(s)}} \rightleftarrows \underset{2s}{2\,Ag^+_{(aq)}} + \underset{s}{CO^{2-}_{3(aq)}}$$

$$K_{sp(Ag_2CO_3)}=(2s)^2\,(s)=4s^3$$

تطبيق(5): اكتب معادلة التّوازن غيرِ المتجانس لكل من الأملاح الآتية ثمّ اكتب العلاقة المعبّرة عن ثابت جداء الذّوبان ، ثمّ استنتجها بدلالة s الذوبانية المولية.

$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$ $s \quad s \quad s$ $\Rightarrow K_{sp} = [Ag^{+}][Cl^{-}] \Rightarrow$ $K_{sp} = (s)(s) = s^2$	$Ag_2SO_{4\,(s)} \rightleftharpoons 2\,Ag^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$ $s \quad 2s \quad s$ $\Rightarrow K_{sp} = [Ag^{+}]^2[SO_4^{2-}]$ $\Rightarrow K_{sp} = (2s)^2(s) = 4s^3$
$Ag_2S_{(s)} \rightleftharpoons 2\,Ag^{+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$ $s \quad 2s \quad s$ $\Rightarrow K_{sp} = [Ag^{+}]^2[S^{2-}] \Rightarrow$ $K_{sp} = (2s)^2(s) = 4s^3$	$PbSO_{4\,(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$ $s \quad s \quad s$ $\Rightarrow K_{sp} = [Pb^{2+}][SO_4^{2-}]$ $\Rightarrow K_{sp} = (s)(s) = s^2$
$Ca_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-}$ $s \quad 3s \quad 2s$ $\Rightarrow K_{sp} = [Ca^{2+}]^3.[PO_4^{3-}]^2$ $K_{sp} = (3s)^3.(2s)^2 = 108s^5$	$PbCl_{2(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$ $s \quad s \quad 2s$ $\Rightarrow K_{sp} = [Pb^{2+}][Cl^{-}]^2$ $K_{sp} = (s)(2s)^2 = 4s^3$
$BaSO_{4\,(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$ $s \quad s \quad s$ $\Rightarrow K_{sp} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}]$ $\Rightarrow K_{sp} = (s)(s) = s^2$	$MgCO_{3\,(s)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$ $s \quad s \quad s$ $\Rightarrow K_{sp} = [Mg^{2+}]^2[CO_3^{2-}]$ $\Rightarrow K_{sp} = (s)(s) = s^2$
$Ag_3PO_4 \rightleftharpoons 3Ag^{+} + PO_4^{3-}$ $s \quad 3s \quad s$ $K_{sp} = [Ag^{+}]^3.[PO_4^{3-}]$ $K_{sp} = (3s)^3.s = 27s^4$	$PbCrO_{4(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + CrO^{2-}_{4\,(aq)}$ $s \quad s \quad s$ $\Rightarrow K_{sp} = [Pb^{2+}]^2[CrO_4^{2-}]$ $\Rightarrow K_{sp} = (s)(s) = s^2$

تطبيقات جداء الذوبان:

1-ترسيب ملح في محلوله المشبع: وذلك بإضافة مادّة (ذوابة تتأين كلياً) تحتوي على أحد أيّونات هذا الملح، فإنّ تركيز هذا الأيّون سيزداد في المحلول، فيصبح $Q > K_{SP}$ أي المحلول فوق مشبع ، فتترسّب كمّيّة من الملح قليل الذّوبان حتّى الوصول لحالةِ توازنٍ جديدة (وهذا يتّفق مع قاعدة لوشاتولييه).

تطبيق(3): اشرح طريقة ترسيب ملح كبريتات الباريوم

-نضيف ملح كبريتات الصوديوم فيزدادُ تركيز أيّونات الكبريتات في المحلول، فيصبح $Q > K_{SP}$ أي المحلول فوق مشبع فتترسّب كمّيّة من ملح كبريتات الباريوم حتّى الوصول لحالة توازن جديدة (وهذا يتّفق مع قاعدة لوشاتولييه).

2-إذابة ملح قليل الذّوبان:

وذلك بإضافة مادّة تتفاعل مع أحد أيّونات هذا الملح، وينتج مركّب ضعيف التأيّن، فإنّ تركيز هذا الأيّون سيتناقص في المحلول، ويصبح $Q < K_{SP}$ أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمّيّة إضافيّة من هذا الملح حتّى الوصول لحالةِ توازنٍ جديدةٍ (وهذا يتّفق مع قاعدةِ لوشاتوليه)

يُطبّق على الأملاح الحاوية على PO_4^{3-} أو CO_3^{2-} والحل إضافة حمض قوي مثل HCl فتتحد أيونات PO_4^{3-} أو CO_3^{2-} مع أيونات الهدرونيوم الناتجة عن الحمض المضاف فينتج حمض H_3PO_4 أو H_2CO_3 ضعيف التأين فيقل تركيز أيونات PO_4^{3-} أو CO_3^{2-} فنصبح $Q < K_{SP}$ فتذوب كمية إضافية من الملح

تطبيق(7): لديك محلول فوقَ مشبع لملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم. اقترح طريقة لإذابة هذا الملح مفسراً اجابتك.

عند إضافةِ حمض كلور الماء تتّحد أيّونات الهدرونيوم النّاتجة عن تأيّن الحمض مع أيّونات الفوسفات، وينتج حمض الفوسفور H_3PO_4 ضعيف التأيّن، فيتناقص تركيز أيّونات الفوسفات، ويصبح $Q < K_{SP}$ أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمّيّة إضافيّة من ملح فوسفات ثلاثيّ الكالسيوم حتّى الوصول لحالةِ توازنٍ جديدةٍ (وهذا يتّفق مع قاعدة لوشاتوليه)

تطبيق(8):

1- يحوي بيشر محلول مشبع لملح $PbCrO_4$ قليل الذوّبان بالماء، يُضاف إليه قطرات من محلول نترات الرّصاص II عديم اللّون. فيتشكّل راسب من كروماتِ الرّصاص II . **المطلوب:** a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لملحِ كروماتِ الرّصاصِII .

b) اشرح آلية التّرسيب الّتي حدثتْ لقسمٍ من هذا الملح.

c) اقترح طريقةً ثانيةً لترسيبِ قسمٍ من هذا الملح. d) اقترح طريقةً لفصلِ المحلولِ عن الرّاسب.

الحل: a) $PbCrO_4 \rightleftarrows Pb^{2+} + CrO_4^{2-}$

b) يزداد تركيز أيونات الرصاص ويصبح $Q \rangle K_{sp}$ تترسب كمية من هذا الملح.

C)إضافة قطرات من محلول كرومات البوتاسيوم.

d) يتم الفصل بالترشيح

2- اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس، ثمّ علاقة جداء الذوّبان لكلّ من الأملاح الآتية:

a) PbS b) $BaCO_3$ c) $MgCO_3$ d) Ag_2CrO_4

الحل:a) $PbS \rightleftarrows Pb^{2+} + S^{2-}$ $K_{sp} = [Pb^{2+}].[S^{2-}]$

(b $BaCO_3 \rightleftarrows Ba^{2+} + CO_3^{2-}$ $K_{sp} = [Ba^{2+}].[CO_3^{2-}]$

(c $MgCO_3 \rightleftarrows Mg^{2+} + CO_3^{2-}$ $K_{sp} = [Mg^{2+}].[CO_3^{2-}]$

(d $Ag_2CrO_4 \rightleftarrows 2Ag^{+} + CrO_4^{2-}$ $K_{sp} = [Ag^{+}]^2.[CrO_4^{2-}]$

3- إذا علمت أن $K_{sp}(AgCl) = 6.25 \times 10^{-10}$ عند درجةِ حرارةٍ معيّنةٍ، فيكونُ تركيزُ أيّوناتِ الفضّة المولي في المحلول المشبع ل AgCl مساوياً a. 1.25×10^{-10} b. 2.5×10^{-10} c $\underline{2.5 \times 10^{-5}}$ d. 6.25×10^{-5}

$$AgCl_{(s)} \rightleftarrows Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

$$s \qquad s \qquad s$$

$$\Rightarrow K_{sp} = [Ag^{+}][Cl^{-}] \Rightarrow$$

$$K_{sp} = (s)(s) = s^2 \Rightarrow 6.25 \times 10^{-10} = s^2 \Rightarrow s = [Ag^{+}] = 2.5 \times 10^{-5}\, mol.L^{-1}$$

4-استخدام المياه الكلسية يسبب ترسّب كربونات الكالسيوم على أجزاء في الغسالات أو سخانات المياه، ولإزالتها يضاف كمية من محلول حمض كلور الماء، فسّر ذلك؟ تتحد أيونات CO_3^{2-} مع أيونات الهدرونيوم الناتجة عن الحمض المضاف فينتج حمض H_2CO_3 ضعيف التأين فيقل تركيز أيونات CO_3^{2-} ويصبح $Q < K_{SP}$ فيرجح التفاعل المباشر وتذوب كمية إضافية من ملح كربونات الكالسيوم

5-محلول مائي لملحِ Ag_3PO_4 فوسفات الفضّة قليل الذّوبان في الماء، المطلوب:

a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح. b) اكتب علاقة جداء الذّوبان K_{sp} لهذا الملح.

c) اقترح طريقة لترسيب قسم من هذا الملح في محلوله المشبع.

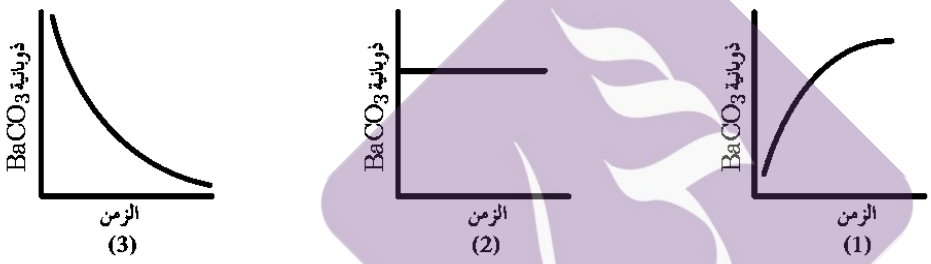
d) اشرح آلية إذابة Ag_3PO_4 في محلوله المشبع بإضافة حمض كلور الماء إليه.

$$a-\ Ag_3PO_4 \rightleftarrows 3Ag^+ + PO_4^{3-} \qquad b-\ K_{sp}=[Ag^+]^3.[PO_4^{3-}]$$

c-نضيف كمية مناسبة من محلول نترات الفضة فيزداد تركيز أيونات الفضة ويصبح $Q \rangle K_{sp}$ تترسب كمية من هذا الملح.

d-تتحد أيونات الهدرونيوم المضافة مع أيونات الفوسفات ويتشكل حمض الفوسفور الضعيف التأين في الماء فينقص تركيز أيونات الفوسفات ويصبح $Q \langle K_{sp}$ وبالتالي تذوب كمية من هذا الملح.

6-تشير المنحنيات الآتية إلى تغير ذوبانية كربونات الباريوم $BaCO_3$ بدلالة تركيزه في شروط مختلفة.



a) أيّ من المنحنيات يشير لإضافة HNO_3 المنحني 1 لأن ذوبانية كربونات الباريوم تزداد

b) أيّ من المنحنيات يشير لإضافة Na_2CO_3 المنحني 3 لأن ذوبانية ملح كربونات الباريوم تقل

c) أيّ من المنحنيات يشير لإضافة $NaNO_3$ المنحني 2 لأنه لا يؤثر على ذوبانية كربونات الباريوم

تطبيق(9): محلول مائيّ مشبع لكبريتاتِ الكالسيوم $CaSO_4$ ، إذا علمتَ أنّ ذوبانيَّته الكتليّة $0.68\ g.L^{-1}$.المطلوب:

1- احسب ذوبانية الملح المولية 2- احسب قيمة ثابت جداء الذّوبان 3-إذا احتوى المحلول السابق على ملح كبريتات الصوديوم تركيزه $0.002\ mol.L^{-1}$ اكتب معادلة إماهة كبريتات الصوديوم ثم بيّن بالحساب إن كان يترسب ملح كبريتات الكالسيوم أم لا.

(Ca:40 , O:16 , S:32)

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

$$\Rightarrow 0.68=S_{mol.L^{-1}}\times 136 \Rightarrow S_{mol.L^{-1}}=\frac{0.68}{136}=5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$-2 \qquad CaSO_{4\ (s)} \rightleftarrows Ca^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

$$s \qquad\qquad s \qquad\quad s$$

$$K_{sp}=[Ca^{2+}][SO_4^{2-}] \Rightarrow K_{sp}=s\times s=s^2=\left(5\times10^{-3}\right)^2=25\times10^{-6}$$

$$-3 \qquad Na_2SO_{4(s)} \longrightarrow 2Na^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4\ (aq)}$$

مضاف $\left[SO_4^{2-}\right]=[Na_2SO_4]=0.002=2\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$

الكلي $\left[SO_4^{2-}\right]=5\times10^{-3}+2\times10^{-3}=7\times10^{-3}mol.L^{-1}$

$$Q=\left[Ca^{2+}\right]\left[SO_4^{2-}\right]=Q=\left(7\times10^{-3}\right)\left(5\times10^{-3}\right)=35\times10^{-6}$$

$Q > K_{SP}$ فيترسب ملح كبريتات الكالسيوم

تطبيق(10): محلول مائيّ مُشبع لملح كلوريد الفضة قليل الذّوبان، إذا علمتَ أن له $K_{sp(AgCl)} = 6.25\times10^{-10}$ في شروط التّجربة. المطلوب: 1- اكتبْ معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح. 2-احسب تركيز أيّونات الكلوريد في محلوله المشبع. 3-احسب ذوبانيّة هذا الملح مقدّرة بـ $g.l^{-1}$ 4- يُضاف إلى محلول الملح السَّابق مسحوق ملح نترات الفضّة بحيث يصبحُ تركيزه $1.5\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$ ، اكتب معادلة إماهة ملح نترات الفضّة، ثمّ بيّن بالحساب إن كان يترسَّب ملح كلوريد الفضَّة أو لا؟ (Ag:108 ,Cl:35.5).

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \quad -1$$

$$s \qquad s \qquad s$$

$$\Rightarrow K_{sp} = [Ag^{+}][Cl^{-}] \Rightarrow \quad -2$$

$$K_{sp} = (s)(s) = s^2 \Rightarrow 6.25\times10^{-10} = s^2 \Rightarrow s = [Cl^{-}] = 2.5\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

$$S_{g.L^{-1}} = S_{mol.L^{-1}} \times M = 2.5\times10^{-5}\times143.5 = 358.75\times10^{-5}\ g.L^{-1} \quad -3$$

$$AgNO_{3(s)} \longrightarrow Ag^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)} \quad -4$$

مضاف $[Ag^{+}] = [AgNO_3] = 1.5\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$

الكلي $[Ag^{+}] = 2.5\times10^{-5} + 1.5\times10^{-5} = 4\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$

$$Q = [Ag^{+}][Cl^{-}] = (2.5\times10^{-5})(4\times10^{-5}) = 10\times10^{-10}$$

$Q > K_{SP}$ فيترسب ملح كلوريد الفضة

تطبيق (11) يُضاف 100mL من محلول نترات الرَّصاص $Pb(NO_3)_2$ ذي التركيز $0.05\ mol.L^{-1}$ إلى 400 mL من محلول NaCl ذي التَّركيز $0.1 mol.L^{-1}$ فإذا علمت أنّ $K_{sp(PbCl_2)} = 32\times10^{-6}$ في شروط التَّجربة. **المطلوب:**
1-اكتب معادلة التوازن غير متجانس لكلوريد الرصاص 2-بيّن حسابيًّا إن كان جزء من ملح كلوريد الرَّصاص يترسّب أم لا؟
3-احسب تركيز أيونات الكلوريد في محلول ملح كلوريد الرصاص المشبع.

$$PbCl_{2\,(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \quad -1$$

2- حساب التّراكيز بعد المزج: $n = n' \Rightarrow C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \dfrac{C_1V_1}{V_2}$

$$[Pb^{2+}]' = [Pb(NO_3)_2] = \frac{0.05\times100}{500} = 0.01\ mol.L^{-1}$$

$$[Cl^{-}]' = [NaCl] = \frac{0.1\times400}{500} = 0.08\ mol.L^{-1}$$

$$Q_{(PbCl_2)} = [Pb^{2+}_{(aq)}]'[Cl^{-}_{(aq)}]'^{2} \Rightarrow \quad Q_{(PbCl_2)} = (0.01)\times(0.08)^2 = 64\times10^{-6}$$

- بما أنَّ $Q_{(PbCl_2)} \rangle K_{sp(PbCl_2)}$ ، المحلول فوق مشبع يتشكل راسب من $PbCl_2$

$$PbCl_{2(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \quad -3$$

$$s \qquad s \qquad 2s$$

$$\Rightarrow K_{sp} = [Pb^{2+}][Cl^{-}]^2$$

$$K_{sp} = (s)(2s)^2 = 4s^3 \Rightarrow 32\times10^{-6} = 4s^3 \Rightarrow 8\times10^{-6} = s^3 \Rightarrow s = 2\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

$$[Cl^{-}] = 2s = 2\times2\times10^{-2} = 4\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

تطبيق (12): محلول مائيّ مشبع لملح كبريتات الفضّة Ag_2SO_4 تركيزه $0.015\ mol.L^{-1}$، المطلوب:

1- احسب قيمة ثابت جداء ذوبانة 2-إذا أضيف إليه ملح كبريتات الصّوديوم Na_2SO_4 بحيث يصبح تركيزه في المحلول $0.01\ mol.L^{-1}$ ، بيّن حسابياً إن كان ملح كبريتات الفضّة يترسّب أو لا ؟

$$Ag_2SO_4 \rightleftarrows 2Ag^+ + SO_4^{2-} \quad -1$$

s 2s s

$$K_{sp}=\left[Ag^+\right]^2.\left[SO_4^{2-}\right]=4s^3=4(0.015)^3=135\times10^{-7}$$

$$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-} \quad -2$$

$$\left[SO_4^{2-}\right]_{\text{كلي}}=1\times10^{-2}+1.5\times10^{-2}=2.5\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

$$Q=\left[Ag^+\right]^2.\left[SO_4^{2-}\right]=(3\times10^{-2})^2\times2.5\times10^{-2}=2.25\times10^{-5}$$

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

تطبيق (13) يُضاف $200\ mL$ من محلول يحوي $1\times10^{-5}\ mol$ من كلوريد الباريوم إلى $800\ mL$ من محلول يحوي $1\times10^{-5}\ mol$ من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلولٍ مشبعٍ من كبريتات الباريوم. **المطلوب:**

1- احسب قيمة ثابت جداء الذّوبان K_{sp} لملح كبريتات الباريوم. 2- يُضاف قطرات من محلول حمض الكبريت إلى المحلول المشبع السّابق بحيث يصبح تركيزه في المحلول مساوياً $4\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$ بين بالحساب إن كات يترسب كبريتات الباريوم أم لا؟

$$BaSO_{4\,(s)} \rightleftarrows Ba^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4\,(aq)} \quad -1$$

$$Ksp_{(BaSO_4)}=[Ba^{2+}_{(aq)}][SO^{2-}_{4\,(aq)}]$$

$$C=\frac{n}{V}\Rightarrow[Ba^{2+}]=[BaCl_2]=\frac{10^{-5}}{(200+800)\times10^{-3}}=10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

$$[SO_4^{2-}]=[K_2SO_4]=\frac{10^{-5}}{(200+800)\times10^{-3}}=10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

$$Ksp_{(BaSO_4)}=10^{-5}\times10^{-5}=10^{-10}$$

$[SO_4^{2-}]=[H_2SO_4]=4\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$ مضاف $\quad -2$

$[SO_4^{2-}]=10^{-5}+4\times10^{-5}=5\times10^{-5}mol.L^{-1}$ الكلي

$$Q_{(BaSO_4)}=[Ba^{2+}_{(aq)}][SO^{2-}_{4\,(aq)}]$$
$$=\left(10^{-5}\right)\left(5\times10^{-5}\right)=5\times10^{-10}$$

- بما أنَّ $Q_{(BaSO_4)} > Ksp_{(BaSO_4)}$ ، المحلول فوق مشبع يترسب ملح كبريتات الباريوم $BaSO_4$

تطبيق (14) يُضاف حجم معيّن من محلولِ ملحِ كلوريد الكالسيوم تركيزه $0.02\ mol.L^{-1}$ إلى حجمٍ مساوٍ له من محلولِ كبريتاتِ الصُّوديوم تركيزه $0.04\ mol.L^{-1}$ ، إذا علمتَ أنّ: $K_{sp}(CaSO_4)=9.0\times10^{-6}$ والكتل الذّرّيّة: $Ca:40\ ,\ S:32\ ,\ O:16$

المطلوب: 1- اكتب معادلة إماهة كل من ملحي كلوريد الكالسيوم وكبريتات الصُوديوم.

2- اكتب معادلةَ التّوازنِ غيرِ المتجانسِ لملحِ كبريتاتِ الكالسيوم. 3-احسب ذوّبانيّة ملح $CaSO_4$ مقدَّرة بـ $mol.L^{-1}$ و $g.L^{-1}$. 4- بيّن بالحسابِ سبب ترسُّب قسم من ملح $CaSO_4$.

1- $CaCl_2 \longrightarrow Ca^{2+}+2Cl^-$

$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$

2- $CaSO_4 \rightleftharpoons Ca^{2+} + SO_4^{2-}$

$s \qquad s \quad s$

3- $Ksp=\left[Ca^{2+}\right].\left[SO_4^{2-}\right]=s\times s=s^2$

$\Rightarrow 9\times10^{-6}=s^2 \Rightarrow s=3\times10^{-3}mol.L^{-1}.s^{-1}$

$s_{g.L^{-1}}=s_{mol.L^{-1}}\times M=3\times10^{-3}\times136=408\times10^{-3}g.L^{-1}$

4- $n=n' \Rightarrow C_1V_1=C_2V_2 \Rightarrow C_2=\dfrac{C_1V_1}{V_2}$ حساب التّراكيز بعد المزج:

$\Rightarrow [Ca^{2+}]=[CaCl_2]=\dfrac{0.02V}{2V}=0.01mol.L^{-1}$

$[SO_4^{2-}]=[Na_2SO_4]=\dfrac{0.04V}{2V}=0.02mol.L^{-1}$

$Q=\left[Ca^{2+}\right].\left[SO_4^{2-}\right]=0.01\times0.02=2\times10^{-4}$

$Q\rangle K_{sp}$ المحلول فوق مشبع يشكل راسب

الأملاح الذوابة:

1-ملح ناتج من حمض قوي وأساس قوي:

تطبيق (15)

1-اكتب معادلة إماهة ملح كلوريد البوتاسيوم، ثمّ حدّد طبيعة الوسط ، مفسّراً إجابتك

$KCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

الوسط معتدل لأنَّ أيّونات الملح حياديّة، لا تتفاعل مع الماء.

نتيجة: أيّونات الملح النّاتجة من حمض قويّ أو أساس قويّ حياديّة، لا تتفاعلُ مع الماء، أي لا تتحلمه.

2- ذوّبان ملح نترات البوتاسيوم بالماء لا يُعدّ حلمهة. لأن أيوناته حيادية لا تتفاعل مع الماء.

3- محلولٌ مائيٌّ لملح $CaCl_2$ له $pH=7$ ، يمدَّد بالماءِ المقطّرِ مئةَ مرّةٍ، فإنَّ قيمة pH' للمحلولِ النّاتجِ تساوي:

$(a\ pH'=5 \qquad (b\ pH'=9 \qquad (c\ pH'=0.7 \qquad (d\ pH'=7$

4- الملحُ الذوّاب الذي لا يتحلمَهُ في الماءِ من بينِ الأملاحِ الآتيةِ هو:

$(a\ NH_4Cl \qquad (b\ NaNO_3 \qquad (c\ HCOONH_4 \qquad (d\ CaSO_4$

5-الأيّون الحياديّ الذي لا يتفاعلُ مع الماءِ من الأيّونات الآتية هو:

$(a\ CH_3COO^- \qquad (b\ SO_4^{2-} \qquad (c\ CN^- \qquad (d\ NH_4^+$

-حلمهة الأملاح:

هو تفاعل أيّون الملح النّاتج من الحمض الضّعيف، أو الأساس الضّعيف، أو كليهما مع الماء، وهو تفاعل عكوس ينتج عنه الحَمض أو الأساس الضّعيف، وغالباً يرافقه تغيّر في قيمة pH المحلول.

2- ملح ناتج عن حمض قويّ وأساس ضعيف:

تطبيق (16) محلول مائيّ لملح نترات الأمونيوم ،المطلوب:

1-اكتبُ معادلة إماهة الملح. 2-اكتبُ معادلة حلمهة هذا الملح ثمّ أحدّد طبيعة الوسط.

3-اكتبُ عبارة ثابت حلمهة هذا الملح K_h بدلالة التركيز.

4-استنتج العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأيّن المحلول المائيّ للنّشادر K_b

$$NH_4NO_{3(s)} \xrightarrow{H_2O} NH_{4(aq)}^{+} + NO_{3(aq)}^{-} \quad -1$$

2- أيّون النّترات حياديّاً لا يتفاعل مع الماء، أمّا أيّون الأمونيوم يتفاعل مع الماء (يتحلّمه) وفقَ المعادلةِ الآتية:

$$NH_{4(aq)}^{+} + H_2O_{(\ell)} \underset{\text{حلمهة}}{\rightleftharpoons} NH_{3(g)} + H_3O_{(aq)}^{+}$$

- الوسط حمضي و $pH\langle 7$ بسبب احتواء المحلول على أيونات NH_4^+ الذي يسلك سلوك حمض ضعيف.

أو لأنه ينتج H_3O^+ عن حلمهة NH_4^+

$$-3 \quad \text{ثابت الحلمهة } K_h = \frac{[NH_3]\,[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

$$-4 \quad K_hK_b = \frac{\cancel{[NH_3]}[H_3O^+]}{\cancel{[NH_4^+]}} \times \frac{\cancel{[NH_4^+]}[OH^-]}{\cancel{[NH_3]}} = K_w$$

نتيجة: عند حلمهة الأملاح النّاتجة عن حمض قويّ وأساس ضعيف : يتحلمَهُ الأيّون النّاتج عن الأساس الضّعيف ويسلك سلوك حمض ضعيف، وتكون قيمة $pH\langle 7$ ،العلاقة بين ثابت الحلمهة وثابت تأين الماء $K_h\,K_b = K_w$

تطبيق (17) محلول مائيّ لملح كلوريد الأمونيوم ،المطلوب:1-اكتبُ معادلة إماهة الملح ثم الحلمهة 2-حدّد طبيعة الوسط مفسراً اجابتك 3-اكتبُ عبارة ثابت حلمهة هذا الملح K_h بدلالة التراكيز 4-اكتب العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأيّن الماء

$$NH_4Cl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} NH_{4(aq)}^{+} + Cl_{(aq)}^{-} \quad -1$$

$$NH_{4(aq)}^{+} + H_2O_{(\ell)} \underset{\text{حلمهة}}{\rightleftharpoons} NH_{3(g)} + H_3O_{(aq)}^{+}$$

2- الوسط حمضي و $pH\langle 7$ بسبب احتواء المحلول على أيونات NH_4^+ الذي يسلك سلوك حمض ضعيف.

أو لأنه ينتج H_3O^+ عن حلمهة NH_4^+

$$-3 \quad \text{ثابت الحلمهة } K_h = \frac{[NH_3]\,[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

$$-4 \quad K_hK_b = K_w$$

تطبيق (18) محلول مائيّ لملحِ كلوريدِ الأمونيوم NH_4Cl تركيزه $0.18\ mol.L^{-1}$ ، إذا علمتَ أنّ ثابت تأيّن محلول النّشادر عندَ الدّرجة $25^\circ C$ يساوي 1.8×10^{-5} . المطلوب: 1-اكتب معادلة الحلمهة.2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح.

3- قيمة كلّ من $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$. 4-قيمة pH المحلول، ثمّ حدّد طبيعة المحلول النّاتج. 5-النّسبة المئوية المتحلمهة من هذا الملح.

$$-1 \quad NH_4Cl_{(s)} \xrightarrow{\text{إماهة}} NH_{4(aq)}^{+} + Cl_{(aq)}^{-}$$

$$NH_{4(aq)}^{+} + H_2O_{(\ell)} \underset{\text{حلمهة}}{\rightleftharpoons} NH_{3(g)} + H_3O_{(aq)}^{+}$$

0.18	0	0
$0.18-x$	$+x$	$+x$

$$K_hK_b = K_w \Rightarrow K_h \times 1.8\times10^{-5} = 10^{-14} \Rightarrow K_h = \frac{10^{-14}}{1.8\times10^{-5}} = \frac{10^{-8}}{18} \quad -2$$

$$K_h = \frac{[NH_3]\,[H_3O^+]}{[NH_4^+]} \Rightarrow \frac{10^{-8}}{18} = \frac{x^2}{0.18-x} \quad -3$$

تهمل x أمام 0.18 من المقام لصغر قيمةِ K_h

$$\frac{10^{-8}}{18} = \frac{x^2}{0.18} \Rightarrow x^2 = \frac{0.18\times10^{-8}}{18} = 10^{-10} \Rightarrow x = [H_3O^+] = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

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

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log10^{-5} = 5$ الوسط حمضي -4

-5 حساب النسبة المئوية المتحلمهه من الملح:

كلّ $0.18\ mol.L^{-1}$ يتحلمَهُ من $x = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$

كل $100\ mol.L^{-1}$ م يتحلمَهُ منه $y\ mol.L^{-1}$

$$y = \frac{10^{-5}\times100}{0.18} \simeq 5.5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

وتكتب كنسبةٍ مئويّةٍ: $y = 5.5\times10^{-3}\ \%$

تطبيق (19) محلول مائيّ لملح لنترات الأمونيوم NH_4NO_3 تركيزه $2\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$ ، فإذا علمتَ أنّ ثابت تأيّن النّشادر $K_b = 2\times10^{-5}$ **المطلوب:** 1- اكتب معادلتي إماهة وحلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحيّ.

3- احسب قيمة $[OH^-]$. 4- احسب قيمة pH المحلول, ماذا تستنتج؟ 5- إذا أُضيف إلى المحلول السَّابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ ، احسب تركيز النشادر NH_3 ثم النِّسبة المئويَّة المتحلمهه من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.

الحل: -1

$$NH_4NO_3 \longrightarrow NH_4^+ + NO_3^-$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$$

$$K_h.K_b = 10^{-14} \Rightarrow K_h = \frac{10^{-14}}{K_b} = \frac{10^{-14}}{2\times10^{-5}} = 5\times10^{-10} \quad -2$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+ \quad -3$$

2×10^{-3}	0	0
$2\times10^{-3}-x$	x	x

$$K_h = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x^2}{2\times10^{-3}-x} \Rightarrow 5\times10^{-10} = \frac{x^2}{2\times10^{-3}} \Rightarrow x^2 = 10^{-12}$$

$$\Rightarrow x = 10^{-6}\ mol.L^{-1} = [H_3O^+]$$

$$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow 10^{-6}\times[OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8}\ mol.L^{-1}$$

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log10^{-6} = 6$ (نستنتج : طبيعة الوسط حمضي) -4

$[H_3O^+] = C_a = 0.01 mol.L^{-1}$ مضاف -5

	$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons$	$NH_3 +$	H_3O^+
	2×10^{-3}	0	0.01
	$2\times10^{-3}-x$	x	$0.01+x$

$$K_h=\frac{x(0.01+x)}{2\times10^{-3}-x}\Rightarrow 5\times10^{-10}=\frac{x(0.01+x)}{2\times10^{-3}-x}$$

تهمل x المضافة والمطروحة لصغرها

$$5\times10^{-10}=\frac{0.01x}{2\times10^{-3}}\Rightarrow x=\frac{2\times10^{-3}\times5\times10^{-10}}{0.01}=10^{-10.}\,mol.L^{-1}$$

$$[NH_3]=x=10^{-10.}\,mol.L^{-1}$$

كل 2×10^{-3} يتحلمه منها $10^{-10.}$

كل 100 يتحلمه منها y

$$y=\frac{10^{-10}\times100}{2\times10^{-3}}=5\times10^{-6}\,\%$$

3- ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قويّ:

تطبيق (20) محلول مائيّ لملح سيانيد الصّوديوم، المطلوب:

1-اكتب معادلة إماهة الملح.

2-اكتب معادلة حلمهة هذا الملح ثمّ حدّد طبيعة الوسط.

3-اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح K_h بدلالة التركيز.

4-استنتج العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأيّن حمض السّيانيد K_a

1- $NaCN_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$

2- $CN^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons HCN_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ (تفاعل الحلمهة)

الوسط أساسي وقيمة $pH\rangle 7$ بسبب احتواء المحلول على أيونات السيانيد الذي يسلك سلوك أساس ضعيف

أو لأنه ينتج OH^- عن حلمهة CN^-

3-ثابت الحلمهة، $K_h=\dfrac{[HCN]\,[OH^-]}{[CN^-]}$

4- $K_hK_a=\dfrac{[HCN][OH^-]}{[CN^-]}\times\dfrac{[CN^-][H_3O^+]}{[HCN]}=K_w$

نتيجة: عند حلمهة الأملاح النّاتجة عن حمضٍ ضعيفٍ وأساسٍ قويّ: يتحلمهُ الأيون النّاتج عن الحمض الضّعيف، وتكون قيمة $pH\rangle 7$ وتكون العلاقة $K_h\,K_a=K_w$

تطبيق (21) محلول مائيّ لملح نملات البوتاسيوم ،المطلوب:1-اكتبُ معادلة إماهة الملح ثم الحلمهة ثمّ حدّد طبيعة الوسط مع التفسير؟ 2-اكتبُ عبارة ثابت حلمهة هذا الملح K_h بدلالة التراكيز

3-اكتب العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأيّن الماء

-1 $HCOOK_{(s)} \xrightarrow{H_2O} HCOO^-_{(aq)} + K^+_{(aq)}$

$HCOO^- + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + OH^-$ (تفاعل الحلمهة)

الوسط أساسي وقيمة $pH\rangle 7$ بسبب احتواء المحلول على أيونات النملات الذي يسلك سلوك أساس ضعيف

أو لأنه ينتج OH^- عن حلمهة $HCOO^-$

-2 $K_h=\dfrac{[HCOOH]\,[OH^-]}{[HCOO^-]}$

-3 $K_h\,K_a=K_w$

تطبيق (22) محلول مائيّ لملح خلّات البوتاسيوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$، فإذا علمتَ أنّ له $pH=9$ عندَ درجةِ الحرارةِ $25\ ^{\circ}C$. **المطلوب:** 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة $[H_3O^+]$.
3- احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحيّ. 4- احسب ثابت تأيّن حمض الخلّ.
5- احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة. 6- ما طبيعة الوسط النّاتج عن الحلمهة؟ علّل إجابتك.

1- $CH_3COOK \longrightarrow CH_3COO^- + K^+$

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

0.2	0	0
$0.2-x$	x	x

2- $[H_3O^+]=10^{-pH}=10^{-9}\ mol.L^{-1}$

3- $K_h=\dfrac{[CH_3COOH].[OH^-]}{[CH_3COO^-]} \Rightarrow K_h=\dfrac{x^2}{0.2-x} \Rightarrow K_h=\dfrac{x^2}{0.2}$

$[H_3O^+][OH^-]=10^{-14} \Rightarrow x=[OH^-]=\dfrac{10^{-14}}{10^{-9}}=10^{-5}\ mol.L^{-1}$

$K_h=\dfrac{(10^{-5})^2}{0.2}=5\times10^{10}$

4- $K_h.K_a=10^{-14} \Rightarrow K_a=\dfrac{10^{-14}}{K_h}=\dfrac{10^{-14}}{5\times10^{-10}}=2\times10^{-5}$

5- كل 0.2 يتحلمه منها 10^{-5}
كل 100 يتحلمه منها y

النسبة المئوية المتحلمهة $=\dfrac{10^{-5}}{0.2}\times100=5\times10^{-3}\ \%$

6-طبيعة المحلول أساسي لأن $pH>7$.

تطبيق (23) محلول مائيّ لملحِ خلّات الصّوديوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$، فإذا علمت أنّ ثابت تأيّن حمض الخلّ يساوي 2×10^{-5} **المطلوب:** 1- اكتب معادلتي الإماهة والحلمهة. 2- احسب قيمة ثابت الحلمهة 3- حساب قيمة pOH هذا المحلول. 4- ما طبيعة المحلول النّاتج ؟ علّل إجابتك. 5- يُضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول NaOH تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ ، احسب تركيز حمض الخل ثمّ النسبة المئوية المتحلمهة.

الحل: 1- $CH_3COONa_{(s)} \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$

$$CH_3COO^- + H_2O \underset{\text{إماهة}}{\rightleftharpoons} CH_3COOH + OH^-$$

0.2	0	0
$0.2-x$	$+x$	$+x$

2- $K_hK_a=K_w \Rightarrow K_h\times2\times10^{-5}=10^{-14} \Rightarrow K_h=\dfrac{10^{-14}}{2\times10^{-5}}=5\times10^{-10}$

3- $K_h=\dfrac{[CH_3COOH]\,[OH^-]}{[CH_3COO^-]} \Rightarrow 5\times10^{-10}=\dfrac{x^2}{0.2-x}$

تهمل x أمام 0.2 من المقام لصغر قيمة K_h

$x^2=10^{-10} \Rightarrow x=[OH^-]=10^{-5}\ mol.L^{-1}$

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

4- طبيعة المحلول النّاتج عن الحلمهة أساسيّة، بسبب احتواء المحلول على أيونات الخلات التي تسلك سلوك أساس ضعيف.

-5 $[NaOH]_{مضاف} = [OH^-_{(aq)}] = 0.01\ mol.L^{-1}$

$$CH_3COO^- + H_2O \underset{\text{حلمهة}}{\overset{\text{ة}}{\rightleftharpoons}} CH_3COOH + OH^-$$

0.2	0	0.01
$0.2-x$	$+x$	$0.01+x$

$$K_h = \frac{[CH_3COOH]\,[OH^-]}{[CH_3COO^-]} \Rightarrow 5\times10^{-10} = \frac{x\ (0.01+x)}{0.2-x}$$

$$5\times10^{-10} = \frac{x\ (0.01)}{0.2} \Rightarrow x = \frac{0.2\times5\times10^{-10}}{0.01} = 10^{-8}\ mol.L^{-1}$$

$$[CH_3COOH] = x = 10^{-8}\ mol.L^{-1}$$

كلّ $0.2\ mol.L^{-1}$ يتحلمه منها $x = 10^{-8}\ mol.L^{-1}$

كل $100\ mol.L^{-1}$ يتحلمه منها $y\ mol.L^{-1}$

$$y = \frac{10^{-8}\times100}{0.2} = 5\times10^{-6}\ mol.L^{-1}$$

وتكتب كنسبةٍ مئويّةٍ: $y = 5\times10^{-6}\ \%$

تطبيق(24): محلول مائيّ لملح سيانيد الصّوديوم تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$، إذا علمتَ أنَّ قيمة ثابت حلمهة هذا الملح $K_h = 2\times10^{-5}$. المطلوب: 1- حساب قيمة pH هذا المحلول. 2- ما طبيعة هذا المحلول؟ علّل إجابتك.

$$NaCN_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

$$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$$

0.05	0	0
$0.05-x$	x	x

$$K_h = \frac{[HCN].[OH^-]}{[CN^-]} \Rightarrow 2\times10^{-5} = \frac{x^2}{0.05-x}$$

تهمل لصغرها

$$2\times10^{-5} = \frac{x^2}{0.05} \Rightarrow x = 10^{-3}\ mol.L^{-1} = [OH^-]$$

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

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log10^{-11} = 11$$

2-طبيعة الوسط أساسي $pH > 7$ بسبب احتواء المحلول على أيونات السيانيد التي تسلك سلوك أساس ضعيف

تطبيق(25): محلول مائيّ لملح كلوريد الأمونيوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$. وقيمة $pH = 5$ له. **المطلوب:**

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. 3- احسب قيمة ثابت تأيّن النّشادر.

4- يُضاف إلى المحلول السّابق قطرات من محلول حمض الكبريت تركيزه $0.005\ mol.L^{-1}$ ، احسب تركيز النشادر ثمّ النّسبة المئويّة المتحلمهة من ملح كلوريد الأمونيوم في هذه الحالة.

$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^- \quad -1$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+ \quad -2$$

بدء	0.2	0	0
توازن	$0.2-x$	x	x

$$K_h = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]} \Rightarrow K_h = \frac{x^2}{0.2-x_{\searrow}}$$ تهمل لصغرها

$$K_h = \frac{x^2}{0.2} = \frac{10^{-10}}{0.2} = 5\times10^{-10}$$

$$K_h.K_b = 10^{-14} \quad \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5\times10^{-10}} = 2\times10^{-5}$$ -3

$[H_3O^+] = 2C_a = 2\times0.005 = 0.01 mol.L^{-1}$ مضاف -4

	$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$		
بدء	0.2	0	0.01
توازن	$0.2-x$	x	$0.01+x$

$$K_h = \frac{x(0.01+x)}{0.2-x} \Rightarrow 5\times10^{-10} = \frac{x(0.01+x)}{0.2-x}$$

تهمل x المضافة والمطروحة في البسط والمقام

$$5\times10^{-10} = \frac{x(0.01)}{0.2} \Rightarrow X = 10^{-8} mol.L^{-1} = [NH_3]$$

كل 0.2 يتحلمه منها 10^{-8}

كل 100 يتحلمه منها y

$$y = \frac{10^{-8}}{0.2}\times100 = 5\times10^{-6}\,\%$$ النسبة المئوية

تطبيق(26):

1-أكمل الجدول الآتي:

صيغة الملح	NH_4Cl	CH_3COONa	$NaCl$
طبيعة الوسط	حمضي ضعيف	أسسي ضعيف	معتدل
الملح مشتق من	من حمض قوي وأساس ضعيف	من حمض ضعيف وأساس قوي	من حمض قوي وأساس قوي

2-الملح الذوّاب الذي يتحلمه في الماء من الأملاح الآتية هو:

a) KCl b) $NaNO_3$ c) NH_4NO_3 d) $CaSO_4$

3- المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو:

a) $NaCl$ b) KNO_3 C) NH_4NO_3 d) CH_3COONa

4-الملحُ الذوّاب الذي قيمة $pH\langle 7$ لمحلوله المائيّ من بينِ الأملاحِ الآتيةِ المتساويةِ التّراكيزِ هو:

(a KCl (b KCN c) NH_4NO_3 (d Na_2SO_4

5- المحاليلُ المائيّةُ المتساويةُ التّراكيزُ الآتية: $Ca(OH)_2$, NH_4NO_3 , $HCOONa$, HCl , $NaCl$.

التّرتيب الصّحيح لها حسب تزايدِ قيمةِ pH لكلّ محلولٍ هو:

(a $HCl \leftarrow NaCl \leftarrow NH_4NO_3 \leftarrow HCOONa \leftarrow Ca(OH)_2$

(b $Ca(OH)_2 \leftarrow NH_4NO_3 \leftarrow HCOONa \leftarrow NaCl \leftarrow HCl$

(c $Ca(OH)_2 \leftarrow HCOONa \leftarrow NaCl \leftarrow NH_4NO_3 \leftarrow HCl$

(d $NH_4NO_3 \leftarrow Ca(OH)_2 \leftarrow NaCl \leftarrow HCOONa \leftarrow HCl$

6-ماطبيعة الوسط لكل من الأملاح Na_2CO_3 و $NaCl$ و NH_4Cl فسّر ذلك بكتابة المعادلات الكيميائيّة اللّازمة.

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

$CO_3^{2-} + 2H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + 2OH^-$ محلول ملح كربونات الصوديوم يكون الوسط أساسي

$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$ محلول ملح كلوريد الصوديوم الوسط معتدل

$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$ محلول ملح كلوريد الأمونيوم يكون الوسط حمضي

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

4- ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف:

تطبيق(27) محلول مائي لملح خلّات الأمونيوم المطلوب: 1-اكتب معادلة إماهة الملح. 2-اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.
3-اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح K_h بدلالة التركيز. 4-استنتج العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأيّن حمض الخلّ K_a وثابت تأيّن هِدروكسيد الأمونيوم K_b

$$CH_3COONH_{4(s)} \xrightarrow{H_2O} NH_{4(aq)}^+ + CH_3COO_{(aq)}^- \quad -1$$

$$CH_3COO_{(aq)}^- + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons CH3COOH_{(aq)} + OH_{(aq)}^- \quad -2$$

$$NH_{4(aq)}^+ + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_3O_{(aq)}^+$$

- بجمع المعادلتين السّابقتين تنتج المعادلة الممثّلة لحلمهة ملح خلّات الأمونيوم:

$$NH_4^+ + CH_3COO^- \rightleftharpoons CH3COOH + NH_3$$

3-ثابت حلمهته: $K_h = \dfrac{[NH_3]\,[CH_3COOH]}{[NH_4^+]\,[CH_3COO^-]}$

$$K_hK_aK_b = \frac{[CH_3COOH][NH_3]}{[NH_4^+][CH_3COO^-]} \times \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \times \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = [H_3O^+][OH^-] = K_w \quad -4$$

$$\Rightarrow K_hK_aK_b = K_w$$

نتيجة: الأملاح النّاتجة عن تفاعل حمض ضعيف وأساس ضعيف:

- تتحلمه بتفاعل جزئي الملح الحمضيّ والأساسيّ مع الماء، وينتج كلّ من OH^- و H_3O^+ .
- ثابت حلمهة الملح يُعطى بالعلاقة بدلالة ثابت تأين الماء بالعلاقة: $\Rightarrow K_hK_aK_b = K_w$

تتوقّف قيمة pH المحلول على قوّة كلّ من الحَمض والأساس النّاتجين عن الحلمهة:

- إذا كان $K_a \rangle K_b$ ، فإن $[H_3O^+] \rangle [OH^-]$ ، أي الوسط حمضيّ ($pH \langle 7$ بقليل).
- إذا كان $K_a \langle K_b$ ، فإن $[H_3O^+] \langle [OH^-]$ ، أي الوسط أساسي ($pH \rangle 7$ بقليل).
- إذا كان $K_a = K_b$ ، فإن $[H_3O^+] = [OH^-]$ ، أي الوسط معتدل ($pH = 7$)

تطبيق (28) محلول مائيّ لملح سيانيد الأمونيوم ،المطلوب: 1- اكتبُ معادلة إماهة الملح ثم الحلمهة 2- اكتبُ عبارة K_h بدلالة التراكيز 3-اكتب العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأيّن الماء
4-حدد طبيعة الوسط مع التفسير علماً أن $K_{b(NH_4OH)} = 1.8\times10^{-5}, K_{a(HCN)} = 6.2\times10^{-10}$

$$NH_4CN_{(s)} \xrightarrow{H_2O} NH_{4(aq)}^+ + CN_{(aq)}^- \quad -1$$

$$CN_{(aq)}^- + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons HCN_{(aq)} + OH_{(aq)}^-$$

$$NH_{4(aq)}^+ + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_3O_{(aq)}^+$$

- بجمع المعادلتين $NH_4^+ + CN^- \rightleftharpoons HCN + NH_3$

$$K_h = \frac{[NH_3]\,[HCN]}{[NH_4^+]\,[CN^-]} \quad -2$$

$$K_hK_aK_b = K_w \quad -3$$

4-الوسط أساسي لأن $K_a \langle K_b$ ، وبالتالي $[H_3O^+] \langle [OH^-]$

المحاليل المنظمة للحموضة: وظيفته: يحد من تغيرات الـpH عند إضافة حمض قوي أو أساس قوي

يتألف المحلول المنظّم للحموضة من محلول حمض ضعيف وأحد أملاحه الذّوابة. أو من محلول أساس ضعيف وأحد املاحه الذّوابة.

تطبيق(29)

1- يتكون محلول منظم للحموضة من محلول لنترات الأمونيوم ومحلول:

a) HCOOH b) HCl c) NH_4OH d) NaOH

2-المحلول المنظّم للحموضة من المحاليل الاتية هو:

a) HCOOH,HCN b) HCl,KCl c) NH_4OH , NH_4Cl d) NaOH , $NaNO_3$

3- يتكون محلول منظم للحموضة من محلول خلات الصوديوم ومحلول:

a) CH_3COOH b) HCl c) HNO_3 d) NaOH

4-المحلول المنظّم للحموضة من المحاليل الاتية هو:

a) HCOOH,HCOOK b) HCl,KCl c) NH_4OH , NaCl d) NaOH , $NaNO_3$

الأملاح				
ذوابة : يحدث عليها إماهة $\xrightarrow{H_2O}$			قليلة الذوبان : يحدث معادلة توازن غير متجانس $\rightleftharpoons$	
ناتج عن حمض قوي وأساس قوي طبيعة الوسط الناتج معتدل لأن أيوناته حيادية لا تتفاعل مع الماء pH=7 أمثلة $NaCl$,KCl $NaNO_3$,KNO_3 Na_2SO_4 ,K_2SO_4	ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي طبيعة الوسط الناتج أساسي لأن الأيون الناتج من حمض ضعيف يسلك سلوك أساس ، وتكون قيمة pH〉7 $K_h K_a = K_w$ - أمثلة NaCN KCN CH_3COONa CH_3COOK HCOONa HCOOK	ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف طبيعة الوسط الناتج حمضي لأن الأيون الناتج من الاساس الضعيف ضعيف يسلك سلوك حمض ، وتكون قيمة $pH<7$ $K_h K_b = K_w$ - أمثلة NH_4Cl , NH_4NO_3	ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف طبيعة الوسط تحدد من مقارنة قيمة K_a مع قيمة K_b والوسط يتبع الأكبر $K_h K_a K_b = K_w$ امثلة CH_3COONH_4 $HCOONH_4$ NH_4CN	معادلة $Ag_2CO_{3\,(s)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$ التوازن غير متجانس ثابت جداء الذوبان $K_{sp} = [Ag^+]^2\,[CO_3^{2-}]$ $Ag_2CO_{3\,(s)} \rightleftharpoons 2\,Ag^+_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$ $s \quad 2s \quad s$ العلاقة بين s و K_{sp} $K_{sp\,(Ag_2CO_3)} = (2s)^2\,(s) = 4s^3$ الجداء الأيوني $Q = [Ag^+]^2\,[CO_3^{2-}]$ نميز الحالات $K_{sp} > Q$ المحلول غير مشبع(لا يتشكل راسب) $K_{sp} = Q$ المحلول مشبع. $K_{sp} < Q$ المحلول فوق مشبع (يتشكّل راسب من الملح) تطبيقات ثابت جداء الذوبان ترسيب ملح:إضافة مادة ذوابة تتأين كلياً تحوي على أحد أيونات الملح إذابة ملح: إضافة حمض قوي مسائل الأملاح قليلة الذوبان: 1-Ksp يرتبط بـ s المولية وبالتركيز المشبع 2-هل يترسّب ملح أم لا نحسب Q ونقارنها مع Ksp
		مسائل الحلمهة تشبه مسائل التوازن: **تركيز بدء وتركيز توازن بدلالة x التي ترتبط بالهدرونيوم أو الهدروكسيد أوpH أو pOH**		

((اختبار أملاح قليلة الذوبان))

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة:

1 -يحصل توازن غير متجانس بين الطوّر الصّلب والطوّر المذاب في محلولٍ مائيّ لملحٍ قليل الذّوبان هو:

a) $PbCrO_4$ b) $Pb(NO_3)_2$ c) Na_2SO_4 d) $(NH_4)_3PO_4$

2.محلول مائي لملح Na_2CO_3 تركيزه $1.2\ mol\cdot L^{-1}$ يُمدّد بإضافةِ كمّيَّةٍ من الماءِ المقطّرِ إليه بحيثُ يصبحُ حجمه ثلاثة أضعافِ ما كان عليه، فيكون التّركيز الجديد لأيوّنات الصُّوديوم في المحلولِ مساويا:

a) $0.6mol\cdot L^{-1}$ b) $0.4mol\cdot L^{-1}$ c) $0.8mol\cdot L^{-1}$ d) $0.2mol\cdot L^{-1}$

3. إذا علمت أن $K_{sp}(PbCl_2)=32\times10^{-6}$ عند درجةِ حرارةٍ معينّةٍ، فيكونُ تركيزُ أيوّناتِ الكلوريد المولي في المحلول المشبع لـ $PbCl_2$ مساوياً:

a) 4×10^{-6} b) 2×10^{-4} c) 2×10^{-2} d) 4×10^{-2}

4.عندَ تمديدِ محلولٍ لملح $NaNO_3$ تركيزه $2.4\ mol.L^{-1}$ بإضافةِ كمّيةً من الماءِ المقطرَّ إليه تساوي ثلاثة أمثالِ حجمِه، يكونُ التَّركيزُ الجديدُ للمحلولِ مقدَّراً ب mol.L-1 مساوياً:

a) 0.8 b) 0.6 c) 0.4 d) 0.2

ثانياً: أعط تفسيرا علميا:

1- ذوّبان ملح فوسفات الفضة عند إضافة حمض الآزوت.

2-ترسب ملح كرومات الرصاص عند إضافة كرومات البوتاسيوم إلى محلوله المشبع.

3-تتمتّع الأملاح بخاصيّة قطبيّة.

4-ترسّب ملح كبريتات الباريوم عند اضافة حمض الكبريت الى محلوله المشبع.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1-اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لكل من الأملاح الأتية Ag_2SO_4 , Ag_2S ، $BaSO_4$, $MgCO_3$ ، $CaCO_3$

-اقترح طريقة لترسيّب كل من الأملاح السابقة مفسّراً إجابتك. -اكتب علاقة Ksp ثم استنتجها بدلالة الذوبانية المولية s

2 - اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لكل من الأملاح الأتية ثم اكتب علاقة جداء الذوبان ثم اقترح طريقة لإذابته مفسّراً إجابتك. $Ca_3(PO_4)_2$, Ag_3PO_4 ، $CaCO_3$

رابعاً: حل المسائل الاتية:

المسألة الأولى:

محلول مائي مشبع لملح Ag_2CO_3 تركيزه $10^{-4}mol.L^{-1}$ المطلوب:1-اكتب معادلة التوازن غير متجانس لهذا الملح

2- احسب ذوبانية الملح الكتلية 3-احسب ثابت جداء ذوبان هذا الملح 3-نضيف إلى محلول الملح السابق ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-4}mol.L^{-1}$ اكتب معادلة إماهة نترات الفضة ثمّ بين بالحساب إن كان يترسب ملح Ag_2CO_3 ام لا. $(Ag:108\ C:12\ O:16)$

المسألة الثانية:

محلول مائي مشبع لملح كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ جداء ذوبانه 25×10^{-6}، المطلوب:

1- أكتب معادلة التوزان غير المتجانس لهذا الملح المشبع.

2- أحسب ذوبانية الملح المولية ثم الكتلية 3- نضيف إلى محلول الملح السابق كمية قليلة من كلوريد الكالسيوم بحيث يصبح تركيزه $2x10^{-3}\ mol.L^{-1}$ اكتب معادلة إماهة هذا الملح ثمّ بيّن بالحساب هل يترسب ملح كربونات الكالسيوم ام لا.
$(Ca:40\ C:12\ O:16)$

المسألة الثالثة:

يُضاف 100mL من محلول يحتوي 0.005mol من نترات الرَّصاص $Pb(NO_3)_2$ إلى 400 mL من محلول يحتوي على 0.01 mol من NaCl فإذا علمت أنّ $Ksp(PbCl_2)=3.2\times10^{-5}$ في شروط التَّجربة. المطلوب:

1-اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لملح كلوريد الرصاص. 2-بيّن حسابيًّاً إن كان جزء من ملح كلوريد الرَّصاص $PbCl_2$ يترسّب أم لا. 3-احسب تركيز أيونات الكلوريد في محلول ملح كلوريد الرصاص المشبع.

المسألة الرابعة: محلول مائي مشبع من كبريتات الباريوم جداء ذوبانه 10^{-8} المطلوب: 1-اكتب معادلة التوازن الغير متجانس.

2-احسب تركيز أيونات الكبريتات و أيونات الباريوم في المحلول المشبع.

3-يضاف500ml من محلول تركيزه $2x10^{-4}mol.l^{-1}$ من كلوريد الباريوم إلى500ml من محلول كبريتات البوتاسيوم تركيزه $4x10^{-4}mol.l^{-1}$ بين بالحساب هل يترسب ملح كبريتات الباريوم أم لا

((الأملاح الذوابة))

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1- المحلول المائي الذي له أصغر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو:

a) NaCl b) K_2SO_4 C) NH_4NO_3 d) CH_3COONa

2- المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو:

a) NaCl b) K_2SO_4 C) NH_4NO_3 d) CH_3COONa

3- الملحُ الذوّاب الذي قيمة $pH\rangle 7$ لمحلوله المائيّ من بينِ الأملاحِ الآتيةِ المتساويةِ التّراكيزِ هو:

a) KCl b) KCN c) NH_4NO_3 d) Na_2SO_4

4- الملحُ الذوّاب الذي لا يتحلمَهُ في الماءِ من بينِ الأملاحِ الآتيةِ:

a) NH_4Cl b) $NaNO_3$ c) $HCOONH_4$ d) $CaSO_4$

5- الملحُ الذوّاب الذي لا يتحلمَهُ في الماءِ من بينِ الأملاحِ الآتيةِ:

a) NH_4Cl b) KNO_3 c) $HCOONH_4$ d) $CaSO_4$

6-الأيّون الحياديّ الذي لا يتفاعلُ مع الماءِ من الأيّونات الآتية a) CH_3COO^- b) NO_3^- c) CN^- d) NH_4^+

7- يتكون محلول منظم للحموضة من محلول لنترات الأمونيوم ومحلول:

a) HCOOH b) HCl c) NH_4OH d) NaOH

8-المحلول المنظّم للحموضة من المحاليل الاتية هو:

a) HCOOH,HCN b) HCl,KCl c) NH_4OH , NH_4Cl d) NaOH , $NaNO_3$

9- يتكون محلول منظم للحموضة من محلول خلات الصوديوم ومحلول:

a) CH_3COOH b) HCl c) HNO_3 d) NaOH

ثانياً-اجب عن مايلي:

1-أكتب معادلة حلمهة كل من الأملاح الأتية:خلات الصوديوم – كلوريد الأمونيوم – نترات الأمونيوم- نملات البوتاسيوم - سيانيد الصوديوم a-حدد طبيعة الوسط لكل منها مفسراً اجابتك b -اكتب العلاقة بين ثابت الحلمهة و ثابت تأين الماء.

2-اكتب معادلة إماهة كل من الأملاح الآتية وحدد طبيعة الوسط مع التفسير(كلوريد الصوديوم -كلوريد البوتاسيوم -كبريتات الصوديوم)

3-رتب المحاليل التالية المتساوية بالتركيز بحسب تزايد الـpH KCl - HCl - HCOOK- NaOH- NH_4NO_3

4- محلول مائيّ لملح سيانيد الأمونيوم ،المطلوب:اكتبُ معادلة إماهة الملح ثم الحلمهة ثم اكتبُ عبارة K_h بدلالة التراكيز ثم اكتب العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الملح K_h وثابت تأيّن الماء ثم حدد طبيعة الوسط مع التفسير علماً أن

$K_{b(NH_4OH)} = 1.8\times10^{-5}, K_{a(HCN)} = 6.2\times10^{-10}$

ثالثاً: حل المسائل الاتية:

المسألة الأولى: محلول مائيّ لملح لنترات الأمونيوم تركيزه $0.2mol.L^{-1}$ ، فإذا علمتَ أنّ ثابت تأيّن النّشادر عندَ درجةِ الحرارةِ $25\,^oC$ هو $K_b = 2\times10^{-5}$ ، المطلوب: 1- اكتب معادلتي إماهة وحلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحيّ. 3- احسب قيمة $[OH^-]$. 4 - احسب قيمة pH المحلول, ماذا تستنتج؟

5- إذا أُضيف إلى المحلول السَّابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.01mol.L^{-1}$ ، فاحسب النِّسبة المئويَّة المتحلمهة من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.

المسألة الثانية: محلول مائي لنملات الصوديوم تركيزه $0.02\ mol.L^{-1}$ و pH= 8.المطلوب: 1- أكتب معادلة الحلمهة للملح الناتج 2- احسب قيمة ثايت حلمهة هذا الملح. 3- احسب قيمة ثابت تأين حمض النمل.

4-نضيف إلى المحلول السابق قطرات من هدروكسيد الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في الوسط $0.01\ mol.L^{-1}$ أحسب النسبة المئوية المتحلمهة في هذه الحالة.

المسألة الثالثة:

محلول مائيّ لملح خلّات البوتاسيوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$، فإذا علمتَ أنّ له $pH = 9$ عندَ الدرجةِ $25\,^oC$. المطلوب:

1-اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة $[H_3O^+]$. 3- احسب قيمة ثابت الحلمهة لهذا الملح.

4-احسب ثابت تأيّن حمض الخلّ. 5- احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة من هذا الملح.

((المعايرة الحجميّة))

المعايرة الحجميّة حمض -أساس:

تفيد المعايرة الحجميّة في تحديد تركيز أحد الموادّ المتفاعلة **المجهولة التّركيز** بتفاعلها مع مادّة أخرى تُدعى **المحلول القياسيّ (تركيزه معلوم ومحدّد بدقة).**

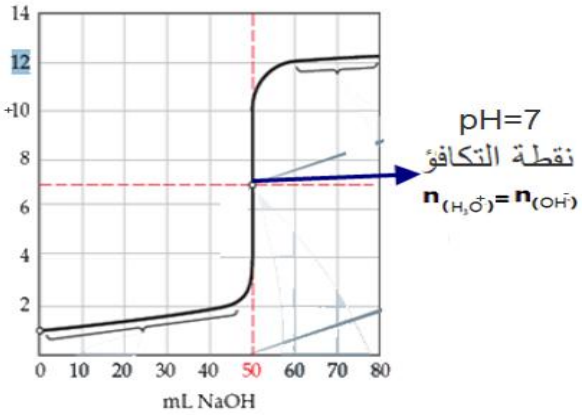
1-معايرة حمض قوي بأساس قوي

تطبيق(1):

نضع حمض كلور الماء تركيزه،في أرلينة وتملأ السحاحة بهدروكسيد الصوديوم تركيزه ويوضع جهاز مقياس pH في الأرلينة كما في الشكل:

الخط البياني لتغير pH بدلالة حجم NaOH المضاف.

تفسير النتائج بالبداية كانت قيمة pH=1 وعند إضافة هدروكسيد الصوديوم تدريجياً تزداد قيمة pH المحلول تدريجيّاً نتيجة تناقص تراكيز أيّونات الهدرونيوم H_3O^+ لتفاعلها مع أيّونات الهدروكسيد OH^- المضافة وفق المعادلة الأيّونية الآتية:



$$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

- عند اتّحاد جميع أيّونات H_3O^+ في المحلول الحمضّيّ مع جميع أيّونات OH^- المضافة تصبح قيمة pH = 7 ، وتدعى نقطة نهاية المعايرة (نقطة التّكافؤ) .

إضاءة:

يُعتَبر محلول كربونات الصوديوم محلولاً قياسياً، في حين لا يُعتَبر محلول هدروكسيد الصوديوم أو هدروكسيد البوتاسيوم محلولاً قياسياً وذلك لأنهما يمتصا الماء وهما في حالتها الصلبة ممّا يتعذّر الحصول على وزن دقيق من المادة

مشعرات معايرة (حمض-أساس):

حموض عضويّة أو أسس عضويّة ضعيفة معقّدة التّركيب، يتغيّر لونها بتغيّر *pH* الوسط الذي توضع فيه **تفيد في تحديد نهاية المعايرة.**

جدول يبيّن مجال بعض المشعرات وتغيّر لون كلّ منها **ضمن** قيم pH الوسط.

لون المشعر	مجال *pH* المشعر	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
بنفسجي	8.2 – 10	عديم اللون	فينول فتالئين

أسئلة نظرية على معايرة حمض قوي بأساس قوي.

1-أكتب معادلة تفاعل المعايرة :

حمض الكبريت مع هيدروكسيد الصوديوم: $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

حمض الكبريت مع هيدروكسيد البوتاسيوم: $H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$

حمض كلور الماء مع هيدروكسيد الصوديوم: $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

حمض كلور الماء مع هيدروكسيد البوتاسيوم: $HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$

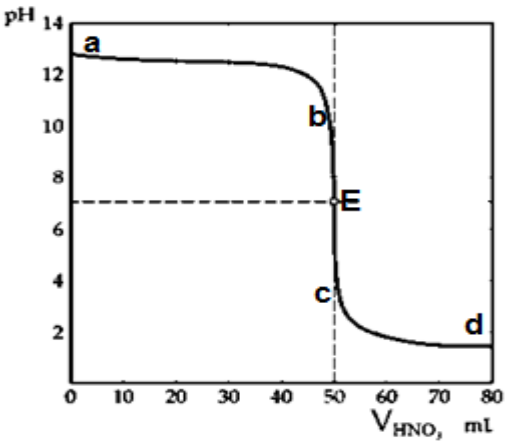
حمض الآزوت مع هيدروكسيد الصوديوم: $HNO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + H_2O$

2-اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل حمض قوي مع أساس قوي. $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$

-المشعر المناسب أزرق بروم التيمول لأن مجاله من 6 -7.6 يحتوي على قيمة pH نهاية المعايرة.

-طبيعة الوسط عند نهاية المعايرة معتدل لأن أيونات الملح الناتج حيادية لا تتفاعل مع الماء.

تطبيق(2): يمثّل الشّكل المجاور منحنىً بيانيّاً لتغيّرات قيم pH المحلول بدلالة حجم الحمض المضاف لمعايرة محلول هدروكسيد الصُّوديوم بمحلولٍ قياسيٍّ لحمضِ الآزوت. المطلوب:



1-فسّر تغيّر كلٌّ من $[OH^-]$ ، pH من a إلى b

يتناقص $[OH^-]$ نتيجة تفاعله H_3O^+ مع المضاف ويتناقص pH لتناقص $[OH^-]$

2-فسّر تغيّر كلٌّ pH من b إلى c

اتّحاد جميع أيّونات OH^- في المحلول الحمضيّ مع جميع أيّونات H_3O^+ المضافة

3-ماطبيعة الوسط ضمن المجال من c إلى d حمضي

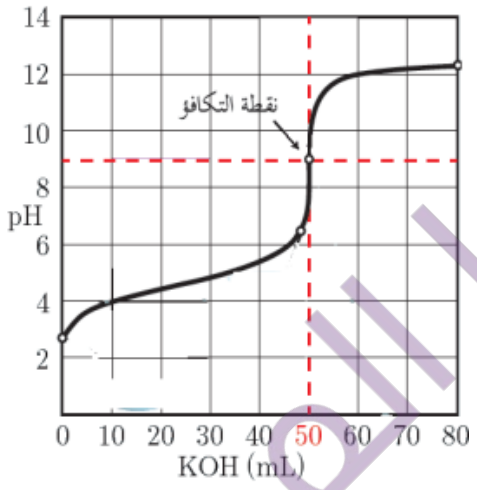
4-ما قيمة pH المحلول عند نهاية تفاعل المعايرة $pH = 7$

5- ما المشعر المناسب لهذه المعايرة؟ أزرق بروم التيمول

2-معايرة حمض ضعيف بأساس قوي

تطبيق(3)

يمثّل المنحني البيانيّ المجاور تغيّر قيم pH المحلول بدلالة حجم الأساسِ المضافِ (هدروكسيد البوتاسيوم) عند معايرة حمض الخلّ بوجود قطرات من مشعر فينول فتالئين.



المطلوب:

1-كيف تتغيّر قيمة pH المحلول في أثناء عمليّة المعايرة؟

2-اكتب معادلة التّفاعل الحاصل ، ثمّ اكتب المعادلة الأيّونية لتفاعل المعايرة.

3-ما طبيعة الوسط عند الوصول لنقطة التّكافؤ؟ فسّر ذلك.

4-ما المشعر المناسب مع التفسير

الحلّ:1- تزداد قيمة pH تدريجيّاً نتيجة تناقص تركيز الحمض بتفاعله مع أيّونات الهدروكسيد OH^- المضافة

2- معادلة التّفاعل الحاصل:

$$CH_3COOH_{(aq)} + KOH_{(aq)} \longrightarrow CH_3COOK_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

المعادلة الأيّونية لتفاعل المعايرة.

$$CH_3COOH + OH^-_{(aq)} \longrightarrow CH_3COO^- + H_2O_{(l)}$$

3- طبيعة الوسط أساسيّة $pH>7$ ، بسببِ تشكّل أيّونات الخلّات الّتي تسلك سلوكاً أساسيّاً ضعيفاً.

أو لأن الملح الناتج من حمض ضعيف وأساس قوي

4-المشعر المناسب فينول فتالئين لأن مجاله من 8.2 - 10 يحتوي على قيمة pH نهاية المعايرة.

تطبيق(4)

1-المشعر الّذي يحدّد بدقّة أكبر، نقطة نهاية معايرة حمض ضعيف بأساس قويّ هو:

a) أزرق بروم التّيمول b) الفينول فتالئين c) أحمر المتيل d) الهليانتين

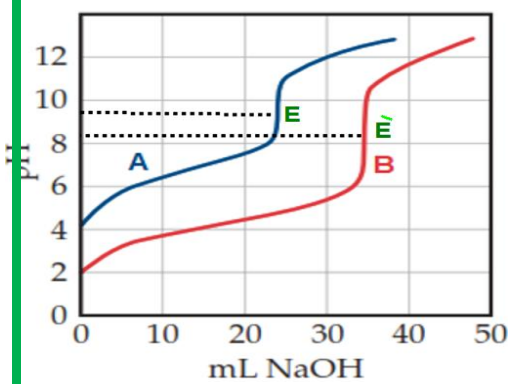
2-المشعر الذي يحدّد بدقة نقطة نهاية معايرة حمض الخل بهدروكسيد البوتاسيوم هو.

a) أزرق بروم التيمول ، b) الفينول فتالئين ، c) أحمر المتيل ، d) الهليانتين

3-عند معايرة حمض النمل بهدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

a) $pH>7$ b) $pH<7$ c) $pH=7$ d) $pH\leq 7$

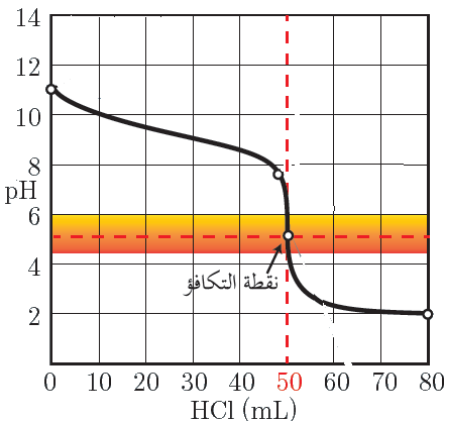
4- عند معايرة حجمين متساويين من حمضين A, B كلّ منهم على حدى، بمحلول هدروكسيد الصوديوم تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ فحصلنا على المنحنيين البيانيين الآتيين:



a- أي من المحلولين A, B أكثر تركيزاً فسّر إجابتك.

B هو الأكثر تركيز لأنه يستهلك حجم أكبر من هدروكسيد الصوديوم

3-معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:



تطبيق(5) يمثل المنحني الآتي معايرة محلول هِدروكسيد الأمونيوم بمحلول قياسّيٍ لحمض كلور الماء بوجود قطرات من مشعر أحمر المتيل

المطلوب:

1- كيف تتغيّر قيمة pH المحلول في أثناء عمليّة المعايرة؟

2- اكتب معادلة التّفاعل الحاصل ، ثمّ اكتب المعادلة الأيّونية لتفاعل المعايرة.

3-ما طبيعة الوسط عند الوصول لنقطة التّكافؤ؟ فسّر

4-ما المشعر المناسب مع التفسير

الحل:1- $NH_4OH + HCl \longrightarrow NH_4Cl + H_2O$

$NH_4OH + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + 2H_2O$

2-تتناقص قيمة pH تدريجيّاً نتيجة تناقص تركيز NH_4OH لتفاعلها مع أيّونات الهدرونيوم H_3O^+ المضافة.

3-عند انتهاء تفاعل المعايرة يكون الوسط حمضي pH<7 لأنَّهُ ينتج أيّونات الأمونيوم الذي يسلكُ سلوكَ حمضٍ ضعيفٍ أو لأن الملح الناتج من حمض قوي وأساس ضعيف.

4-المشعر المناسب أحمر المتيل لأن مجاله من 4.2 - 6.2 يحتوي على قيمة pH نهاية المعايرة.

تطبيق(6): يؤخذ $20\,mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05\,mol.L^{-1}$ ويضاف إلى $10\,mL$ من محلول هدروكسيد الصوديوم حتّى تمام المعايرة، والمطلوب 1-:اكتب المعادلة الكيميائيَّة المعبّرة عن التَّفاعل الحاصل.ثم المعادلة الآيونية

2-احسب تركيز محلول هدروكسيد الصوديوم المستَخدَم . 3-ما قيمة *pH* المحلول النَّاتج عن المعايرة.

4-اكتب أسم أفضل مشعر واجب استعماله لهذه المعايرة؟

5 -احسب التَّركيز المولي لمحلول ملح كبريتات الصُّوديوم النَّاتج.

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

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

$$2n_{(H_2SO_4)} = n_{(NaOH)} \quad -2$$

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

$$2\times0.05\times20 = C_2\times10 \Rightarrow C_2 = 0.2mol.L^{-1}$$

$$pH = 7 \quad -3$$

4-أفضل مشعر مناسب هو: أزرق بروم التيمول

$$n_{(H_2SO_4)} = n'_{(Na_2SO_4)} \quad -5$$

$$C_1.V_1 = C_2.V_2 \Rightarrow 0.05\times20 = C_2\times30 \Rightarrow C_2 = \frac{1}{30}mol.L^{-1}$$

تطبيق(7): لمعايرة $20\,mL$ من حمض كلور الماء يلزم $5\,mL$ من هِدروكسيد الصُّوديوم ذي التَّركيز $0.02\,mol.L^{-1}$ وحجم $2\,mL$ من هِدروكسيد البوتاسيوم ذي التَّركيز $0.05\,mol.L^{-1}$, والمطلوب:1-اكتب معادلتي تفاعلي التعديل الحاصلين ثم المعادلة الأيونية. 2-احسب تركيز حمض كلور الماء المتفاعل. 3-احسب حجم الماء المقطَر اللّازم إضافته إلى $30mL$ من الحمض السَّابق لتصبح قيمة pH=3 .

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O \quad -1$$

$$HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$$

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

$$n_{(HCl)} = n_{1(NaOH)} + n_{2(KOH)} \quad -2$$

$$CV = C_1.V_1 + C_2.V_2$$

$$\Rightarrow C\times20 = 0.02\times5 + 0.05\times2$$

$$\Rightarrow C = 0.01mol.L^{-1}$$

$\left[H_3O^+\right]' = 10^{-pH} = 10^{-3}\ mol.L^{-1} \Rightarrow \left[H_3O^+\right]' = C_2$ -3

(بعد التمديد) n = n (قبل التمديد)

$C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow 10^{-2} \times 30 = 10^{-3} \times V_2 \Rightarrow V_2 = 300\ mL$

حجم الماء المضاف: $V = 300 - 30 = 270\ mL$

تطبيق(8): عند معايرة 10ml من محلول حمض الخل لزم 5ml من محلولِ هِدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.1mol.L^{-1}$، والمطلوب:

1-اكتب معادلة التفاعل ثم المعادلة الأيّونية لتفاعل المعايرة الحاصل.2-احسب تركيز محلول حمض الخل المُعايَر

3-كتلة الملح الناتج عن المعايرة.4-احسب كتلة حمض الخل اللّازم لتحضير $400ml$ من محلوله السَّابق.

5-ماهو المشعر المستعمل؟ فسّر ذلك. الكتل الذّرّيّة: $K = 39$ $C=12$, $H=1$, $O=16$

$CH_3COOH_{(aq)} + KOH_{(aq)} \longrightarrow CH_3COOK_{(aq)} + H_2O_{(l)}$ -1

$CH_3COOH + OH^-_{(aq)} \longrightarrow CH_3COO^- + H_2O_{(l)}$

$n_{(CH_3COOH)} = n_{(KOH)}$ -2

$C_1.V_1 = C_2.V_2 \Rightarrow$

$C_1 \times 10 = 0.1 \times 5 \Rightarrow C_1 = \dfrac{0.1\times5}{10} = 0.05 mol.L^{-1}$

$n_{(CH_3COOK)} = n_{(KOH)}$ – 3

$\Rightarrow \dfrac{m}{M} = C.V \Rightarrow \dfrac{m}{98} = 0.1\times5\times10^{-3} \Rightarrow m = 49\times10^{-3}\ g$

$m = CVM = 0.05\times400\times10^{-3}\times60 = 1.2g$ -4

5-المشعر المستعمل الفينول فتالين لأنَّ مجاله من (8.2-10) يحوي pH نقطة نهاية تفاعل المعايرة

تطبيق(9): نعاير $50mL$ من محلول هِدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الآزوت تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ فيلزم $25mL$ لإتمام المعايرة، والمطلوب:1-اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة ثم المعادلة الأيونية 2-احسب تركيز محلول هِدروكسيد الأمونيوم.

3 - ماطبيعة الوسط مع التفسير وما المشعر المناسب مع التفسير4- احسب كتلة الملح الناتج (N:14 , O:16 , H:1)

$NH_4OH + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3 + H_2O$ -1

$NH_4OH + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + 2H_2O$

$n_{(NH_4OH)} = n_{(HNO_3)}$ -2

$C_1.V_1 = C_2.V_2 \Rightarrow$

$C_1 \times 50 = 0.1 \times 25 \Rightarrow C_1 = \dfrac{0.1\times25}{50} = 0.05 mol.L^{-1}$

3- الوسط حمضي لوجود أيونات الأمونيوم NH_4^+ التي تسلك سلوك حمض أو لأن الملح ناتج من حمض قوي وأساس ضعيف

المشعر المناسب أحمر المتيل لأن مداه من 4.2 – 6.2 يحتوي على قيمة pH نهاية المعايرة

$n_{(NH_4NO_3)} = n_{(HNO_3)}$ -4

$\dfrac{m}{M} = C.V \Rightarrow \dfrac{m}{80} = 0.1\times25\times10^{-3} \Rightarrow m = 0.2\ g$

تطبيق(10): عينة غير نقية من هدروكسيد الصوديوم كتلتها 5g تُذاب في الماء ويكمل حجم المحلول إلى 500mL فإذا علمت أنه يلزم لتعديل $20\,mL$ من هذا المحلول $40mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05\,mol.L^{-1}$ والمطلوب:

1-اكتب المعادلة الكيميائيَّة المعبّرة عن التَّفاعل الحاصل.ثم المعادلة الأيونية. 2-احسب تركيز محلول هدروكسيد الصوديوم المستَخدَم .

3-ما هو *pH* المحلول النَّاتج عن المعايرة، وما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة؟ 4 -احسب التَّركيز المولي لمحلول ملح كبريتات الصُّوديوم النَّاتج 5-احسب كتلة هدروكسيد الصوديوم النقي في العينة

6-احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة. **(Na : 23 , S : 32 , O: 16, H: 1)**

1- $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$

2- $2n_{(H_2SO_4)} = n_{(NaOH)}$

$2C_a.V_1 = C_2.V_2$

$2\times 0.05\times 40 = C_2\times 20 \Rightarrow C_2 = 0.2 mol.L^{-1}$

3- $pH=7$ أفضل مشعر مناسب هو: أزرق بروم التيمول

4- $n_{(H_2SO_4)} = n'_{(Na_2SO_4)}$

$C_1.V_1 = C_2.V_2 \Rightarrow 0.05\times 40 = C_2\times 60 \Rightarrow C_2 = \frac{1}{30} mol.L^{-1}$

5- $m_{(NaOH)} = C.V.M$

$\Rightarrow 0.2\times 500\times 10^{-3}\times 40 = 4g$

6- $m = 5-4 = 1g$ شوائب

كل $5g$ تحوي $1g$ من الشوائب

كل $100\,g$ تحوي $y\,g$ من الشوائب

$y = \frac{1}{5}\times 100 = 20\%$

تطبيق(11): عند معايرة $20\,ml$ من محلول حمض النّمل لزم $15\,ml$ من محلولِ هِدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.02\,mol.L^{-1}$ ، والمطلوب: 1-اكتب المعادلة الأيّونية لتفاعل المعايرة الحاصل. 2-احسب تركيزمحلول حمض النّمل المُعايَر. 3-احسب كتلة حمض النَّمل اللّازم لتحضير $400ml$ من محلوله السَّابق.

4-ماهو المشعر المستعمل؟ فسّر ذلك. الكتل الذّرّيّة: $C=12$, $H=1$, $O=16$

الحل: 1- $HCOOH + OH^-_{(aq)} \longrightarrow HCOO^- + H_2O_{(l)}$

2- $n_{(HCOOH)} = n_{(OH^-)}$

$C_1.V_1 = C_2.V_2$

$C_1\times 20 = 0.02\times 15$

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

3- $m = C.V.M = 0.015\times 0.4\times 46 = 0.276g$

4-المشعر المستعمل الفينول فتالئين لأنَّ مجاله من (8.2-10) يحوي *pH* نقطة نهاية تفاعل المعايرة

تطبيق(12): تذّاب عيّنة غير نقيّة كتلتها $2.8g$ من هِدروكسيد البوتاسيوم في الماء، ويكمل الحجم إلى $200mL$ ، فإذا علمتَ أنّه يلزم لتعديلِ $25mL$ منه $30mL$ من حمض كلور الماء تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ بالإضافة إلى $20mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05mol.L^{-1}$ ، والمطلوب:1- احسب تركيز محلول هِدروكسيد البوتاسيوم.
2-احسب كتلة هِدروكسيد البوتاسيوم النّقيّة في هذه العيّنة. 3-احسب النِّسبة المئويَّة للشَّوائب في هذه العيّنة.
K : 39 , S : 32 , O : 16 , Cl : 35.5 , H : 1

1- $n_{(KOH)} = n_{(HCl)} + 2n_{(H_2SO_4)}$

$C.V = C_1.V_1 + 2C_2.V_2$

$C \times 25 = 0.1 \times 30 + 2 \times 0.05 \times 20$

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

2- $m = C.V.M = 0.2 \times 0.2 \times 56 = 2.24g$

3- شوائب $m = 2.8 - 2.24 = 0.56g$

كل $2.8g$ تحوي $0.56g$ من الشوائب

كل $100g$ تحوي $y\,g$ من الشوائب

$y = \frac{0.56}{2.8} \times 100 = 20\%$

تطبيق(12) أذيبت عيّنة مقدارها $4.24g$ من كربوناتِ الصُّوديوم وكلوريد الصُّوديوم في الماء وأكمل الحجم إلى $100mL$؛ إذا علمتَ أنّه يلزم للمعايرة المحلول السَّابق $50mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.4mol.L^{-1}$
المطلوب:1-اكتب المعادلة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل. 2-احسب تركيز كربونات الصُّوديوم في المحلول السَّابق.
3-احسب النِّسبة المئويَّة لكلٍّ من الملحين في العيّنة. Na:23 O:16 Cl:35.5 H:1

1-كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض كلور الماء:

$2HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$

$\Rightarrow n(HCl) = 2n(Na_2CO_3)$

$C_1V_1 = 2C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{0.4 \times 50}{2 \times 100} = 0.1mol.L^{-1}$

3- $m = MCV = 106 \times 0.1 \times 0.1 = 1.06g$ كربونات الصوديوم

كل $4.24g$ تحوي $1.06g$

كل $100g$ تحوي y

$y = \frac{1.06}{4.24} \times 100 = 25\%$ النسبة المئوية لملح كربونات الصوديوم

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

تطبيق(13) تذاب عينة كتلتها $5.3g$ تحتوي على كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء ويكمل الحجم إلى 100mL ويؤخذ منها 10mL وتعاير بحمض كلور تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ فيلزم منه 40mL منه.المطلوب:1-اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل. 2-احسب تركيز كربونات الصُّوديوم.3-احسب كتلة كربونات الصوديوم في العينة. 4-احسب النسبة المئوية للملحين في العينة
Na:23 , C:12 , O:16, H:1

1-كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض كلور الماء

$2HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$

2- $\Rightarrow n(HCl) = 2n(Na_2CO_3)$

$C_1V_1 = 2C_2V_2$

$\Rightarrow 0.1 \times 40 = 2C_2 \times 10$

$\Rightarrow C_2 = \frac{0.1 \times 40}{2 \times 10} = 0.2mol.L^{-1}$

3- $m = CVM = 0.2 \times 100 \times 10^{-3} \times 106 = 2.12g$

-4 كل $5.3g$ تحوي $2.12g$

كل $100g$ تحوي y

النسبة المئوية كربونات الصوديوم $y=\frac{2.12}{5.3}\times 100=40\%$

النسبة المئوية كلوريد الصوديوم: $y'=100-40=60\%$

تطبيق(14) عند إضافة $10mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05mol.L^{-1}$ إلى $15mL$ من محلول هدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ فإن.

a) $[H_3O^+]<[OH^-]$, b) $[H_3O^+]>[OH^-]$ c) $[H_3O^+]=[OH^-]$, d) $[H_3O^+]\leq[OH^-]$

تطبيق(15) أعطً تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

1-تكون قيمة $pH<7$ عند معايرة أساس ضعيف بحمضٍ قويٍ.

لأن الأيونات الناتجة عن المعايرة من الأساس الضعيف تسلك سلوك حمض ضعيف.

2- يعتبر أزرق بروم التيمول مشعراً مناسباً عند معايرة حمض قوي بأساس قويّ.

لأن مجاله بين (6-7.6) يحوي قيمة pH نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

3-استخدام أحد مشعرات (حمض –أساس) في معايرة التّعديل.

لتحديد نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

4-عند معايرة حمض النمل بهدروكسيد الصوديوم يكون الوسط عند نهاية المعايرة أساسياً.

لأن أيونات النملات الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك أساس ضعيف.

تطبيق(16) فسّر سبب تغير لون المشعر عند إضافته إلى محلول حمضي أو محلول قلوي.

المشعرات هي حموض أو أسس عضوية ضعيفة لشكلها الجزيئي لون وأيونها لون مختلف فمثلا إذا كان المشعر حمض ضعيف يتلون بلون شكله الجزيئي في الوسط الحمضي ولون أيوناته في الوسط الأساسي.

ملاحظات المعايرة:

- معادلة التفاعل: ماء + ملح←أساس+ حمض
- المعادلة الأيونية : نضع H_3O^+ بدلاً من الحمض القوي و OH^- بدلاً من الأساس القوي ويبقى الضعيف كما هو
- المشعر المستخدم ..... لأن مجاله من (-) يحتوي قيمة pH نهاية المعايرة

مسائل المعايرة

- إيجاد علاقة بين مولات مادتين من معادلة حيث: $n_{(\ )}=n_{(\ )}$ إذا احتوت المادة على CO_3 أو SO_4 نكتب 2n حيث n=cv أو $n=\frac{m}{M}$
- عند معايرة حمض بأساسين $n_{(ض)}=n_{(1}+n_{(2س)}$ وعند معايرة أساس بحمضين $n_{(س)}=n_{(ض)}+n_{(ض)}$

كربونات الصوديوم يسلك سلوك أساس ويتفاعل مع حمض كلور الماء وفق المعادلة

$$2HCl+Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

((اختبار معايرة))

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1-عند معايرة حمض النمل بهِدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

a) $pH>7$ b) $pH<7$ c) $pH=7$ d) $pH\leq 7$

2-عند معايرة هِدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

a) $pH>7$ b) $pH<7$ c) $pH=7$ d) $pH\leq 7$

3- المشعر الذي يحدِّد بدقة نقطة نهاية معايرة هِدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء هو

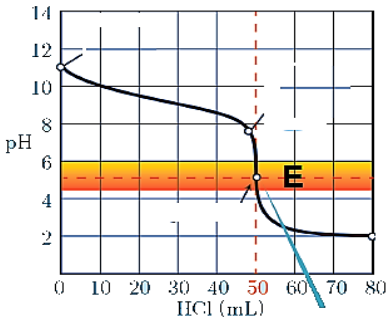
a) أزرق بروم التيمول ، b) الفينول فتالئين ، c) أحمر المتيل ، d) عباد الشمس

4-المشعر الذي يحدِّد بدقة نقطة نهاية معايرة حمض الخل بهدروكسيد البوتاسيوم هو.

a) أزرق بروم التيمول ، b) الفينول فتالئين ، c) أحمر المتيل ، d) الهليانتين

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

2-يمثل المنحني البياني المجاور معايرة هدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض كلور الماء المطلوب:



a) اكتب معادلة التفاعل ثم المعادلة الأيونية.

b) اكتب اسم أفضل مشعر، مفسّراً إجابتك.

c) ماذا تسمى النقطة E وما طبيعة الوسط عندها، مفسراً إجابتك.

ثالثاً: حل المسائل الاتية:

المسألة الأولى: لمعايرة $20\,mL$ من حمض كلور الماء يلزم $5\,mL$ من هِدروكسيد الصُّوديوم ذي التَّركيز $0.02\,mol.L^{-1}$ وحجم $2\,mL$ من هِدروكسيد البوتاسيوم ذي التَّركيز $0.05\,mol.L^{-1}$, والمطلوب:

1-اكتب معادلتي تفاعلي التعديل الحاصلين. 2-احسب تركيز حمض كلور الماء المتفاعل.

3-احسب حجم الماء المقطَر اللّازم إضافته إلى $30mL$ من الحمض السَّابق لتصبح قيمة pH=3 .

المسألة الثانية: عينة غير نقية من هدروكسيد الصوديوم كتلتها 5g تُذاب في الماء ويكمل حجم المحلول إلى 500mL فإذا علمت أنه يلزم لتعديل $20\,mL$ من هذا المحلول $40mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05\,mol.L^{-1}$ والمطلوب:

1-اكتب المعادلة الكيميائيَّة المعبّرة عن التَّفاعل الحاصل.ثم المعادلة الأيونية. 2-احسب تركيز محلول هدروكسيد الصوديوم المستَخدَم . 3-ما هو *pH* المحلول النَّاتج عن المعايرة، وما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة؟ 4 -احسب التَّركيز المولي لمحلول ملح كبريتات الصُّوديوم النَّاتج 5-احسب كتلة هدروكسيد الصوديوم النقي في العينة

6-احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة. **(Na : 23 , S : 32 , O: 16, H: 1)**

المسألة الثالثة: تذاب عينة كتلتها 5.3g تحتوي على كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء ويكمل الحجم إلى 100mL ويؤخذ منها 10mL وتعاير بحمض كلور تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ فيلزم منه40mL منه.المطلوب:

1-اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل. 2-احسب تركيز كربونات الصُّوديوم.

3-احسب كتلة كربونات الصوديوم في العينة. 4-احسب النسبة المئوية للملحين في العينة Na:23 , C:12 , O:16, H:1

المسألة الرابعة: عند معايرة 10ml من محلول حمض الخل لزم 5ml من محلولِ هِدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ ، والمطلوب:1-اكتب معادلة التفاعل ثم المعادلة الأيّونية لتفاعل المعايرة الحاصل.

2-احسب تركيز محلول حمض الخل المُعايَر ثم كتلة الملح الناتج عن المعايرة.

3-احسب كتلة حمض الخل اللّازم لتحضير $400ml$ من محلوله السَّابق.4-ماهو المشعر المستعمل؟ فسّر ذلك.

5-يُمدد 20ml من محلول الحمض السابق إلى أن يصبح pH=4 احسب حجم الماء المضاف علماً أنّ ثابت تأين حمض الخل 2×10^{-5} الكتل الذّرّيّة: $C=12$, $H=1$, $O=16$ $K=39$

المسألة الخامسة: نعاير $50mL$ من محلول هِدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الآزوت تركيزه $0.1mol.L^{-1}$ فيلزم $25mL$ لإتمام المعايرة، والمطلوب:1-اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة ثم المعادلة الأيونية 2-احسب تركيز محلول هِدروكسيد الأمونيوم. 3 - ماطبيعة الوسط مع التفسير وما المشعر المناسب مع التفسير4- احسب كتلة الملح الناتج

يُمدد محلول هدروكسيد الأمونيوم عشر مرات احسب قيمة pOH علما أن ثابت تأين هدروكسيد الأمونيوم 2×10^{-5}

(N:14 , O:16 , H:1)

مراجعة: عدد الروابط المشتركة التي تكونها الذرات في المركبات العضوية

-C- N- -O- H- Cl- Br- I-

- تسمية السلاسل الكربونية بحسب عدد ذرات الكربون وفق الألكان الموافق:

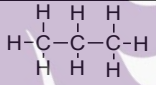
ميتان	إيتان	بروبان	بوتان	بنتان	هيكسان	هبتان	أوكتان	نونان	ديكان
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

الألكان	الألكن
روابطها مشتركة أحادية تحوي ذرات كربون وهدروجين فقط	تحتوي رابطة مشتركة ثنائية وذرات كربون وهدروجين فقط

اكتب صيغ المركبات الآتية:

إيتن	بروبن	بوتن-1	بوتن-2
$CH_2=CH_2$	$CH_2=CH-CH_3$	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH=CH-CH_3$

أنواع الصيغ للمركبات العضوية :

الصيغة المجملة	الصيغة المنشورة	الصيغة نصف المنشورة	الصيغة الهيكلية
C_3H_8		$CH_3-CH_2-CH_3$	
توضح عدد ونوع الذرات فقط	توضح عدد ونوع الذرات وجميع الروابط	توضح عدد ونوع الذرات وجميع الروابط ما عدا الرابطة C-H	لاتوضح الذرات CH المرتبطة مع بعضها ولا توضّح الرابطة C-H

عدد ذرات الكربون في السلسلة الكربونية	الصيغة الهيكلية
1	.
2	
3	
4	
5	
6	

الجذور الألكيلية :يرمز لها بالرمز R صيغتها العامة C_nH_{2n+1} تنتهي تسميتها بـ(يل)

n=1 الصيغة CH_3- جذر المتيل.

n=2 الصيغة C_2H_5- (صيغة مجملة) جذر الإيتيل CH_3CH_2- (صيغة نصف منشورة) .

n=3 الصيغة C_3H_7- (صيغة مجملة) نظامي البروبيل $CH_3CH_2CH_2$-, أيزو البروبيل $CH_3-\underset{|}{CH}-CH_3$

- **استنتاج صيغة جذر ألكيلي من خلال كتلته المولية :**

تمرين : جذر ألكيلي كتلته $15g.mol^{-1}$ استنتج صيغته و سمه (علما أن الكتل الذرية H:1 C:12)

$C_nH_{2n+1}=15 \Rightarrow 12n+2n+1=15 \Rightarrow 14n=14 \Rightarrow n=1 \Rightarrow R=CH_3-$

تمرين : جذر ألكيلي كتلته $29g.mol^{-1}$ استنتج صيغته و سمه (علما أن الكتل الذرية H:1 C:12)

$C_nH_{2n+1}=29 \Rightarrow 12n+2n+1=29 \Rightarrow 14n=28 \Rightarrow n=2 \Rightarrow R=C_2H_5-$

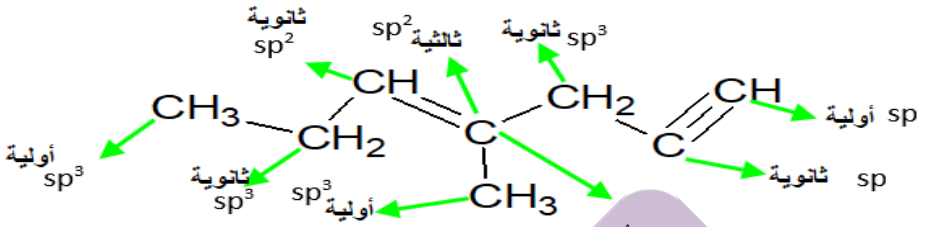
تمرين : جذر ألكيلي كتلته $43g.mol^{-1}$ استنتج صيغته و سمه (علما أن الكتل الذرية H:1 C:12)

$C_nH_{2n+1}=43 \Rightarrow 12n+2n+1=43 \Rightarrow 14n=42 \Rightarrow n=3 \Rightarrow R=C_3H_7-$

تصنَّفُ ذرّات الكربون بحسبِ عددِ ذرَّات الكربون المُرتبِطة إلى: 1-أوّليّة، إذا ارتبطَت بذرّة كربونٍ واحدة فقط .
2- ثانويّة، إذا ارتبطَت بذرَّتي كربون. 3-ثالثيّة، إذا ارتبطَت بثلاث ذرّات كربون.

تهجين ذرات الكربون: sp^3 إذا كانت روابطها مشتركة أحادية، sp^2 إذا ارتبطت برابطة مشتركة ثنائية
sp إذا ارتبطت برابطة مشتركة ثلاثية

تطبيق(1) صنّف ذرات الكربون وحدد نمط تهجينها في المركب:

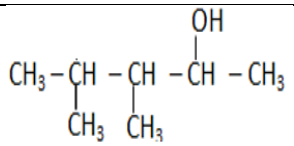


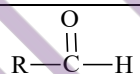
الزّمرة الوظيفيّة: هي ذرةٌ أو مجموعةُ ذرّات ترتبط بذرّة كَربون في المركّب العضويّ، فتُكسِبه صفاتٍ كيميائيّةً وفيزيائيّةً متشابهةً.
الجدول الآتي يتضمّنُ أهمَّ أصناف المركّبات العضويّة والزّمر الوظيفيّةِ المميّزة لها ، وتسمياتها وفق IUPAC.

الصنف	الصيغة العامة	صيغة الزمرة الوظيفية	اسم اللاحقة	السابقة	مثال على المركب العضوي	اسم المركب وفق قواعد IUPAC
الحمض الكربوكسيلي	R-COOH	-COOH	وئيك	-	CH_3-COOH	حمض إيتانوئيك
الإستر	R-COO-R	-COO-R	وات	-	$CH_3-COO-CH_3$	إيتانوات المتيل
الأميد	R-CO-NH_2	-CO-NH_2	أميد	-	$CH_3-CO-NH_2$	إيتان أميد
الألدهيد	R-CHO	-CHO	ال	أوكسو	CH_3-CHO	إيتانال
الكيتون	R-CO-R'	-CO-	ون	أوكسو	$CH_3-CH_2-CO-CH_3$	بوتان-2-ون
الغول	R-OH	-OH	ول	هدروكسي	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	بروبان-1-ول
الأمين	R-NH_2	-NH_2	أمين	أمينو	$CH_3-CH_2-NH_2$	إيتان أمين
الإيتر	R-O-R'	-OR'	إيتر	ألكوكسي	$CH_3-CH_2-O-CH_3$	ميتوكسي الإيتان

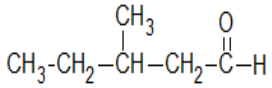
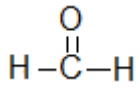
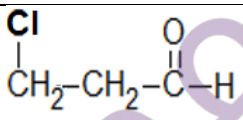
تسمية الأغوال: رقم-فرع/سلسلة كربونية ترقم **من الطرف الأقرب** إلى OH /موقع الزمرة (إذا كان عدد C من 3 فما فوق) ثم اللاحقة ول
اكتب صيغة أو سم وفق الاتحاد الدولي ثمّ اكتب الصيغة الهيكلية ثم صنف(أولي – ثانوي - ثالثي)

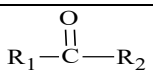
CH_3-CH_2-OH	$CH_3-CH_2-\underset{OH}{CH}-CH_3$	$CH_3-\underset{OH}{CH}-\underset{CH_3}{CH}-CH_2-CH_3$	$CH_3-\underset{OH}{CH}-CH_2-CH_2-CH_3$

	ميتانول	بروبان – 2- ول	$CH_3 - CHOH - CH_2 - CH_3$
2-إيتيل بوتان- 1-ول	بوتان-1-ول	2 – كلورو بروبان-1-ول	2-متيل بوتان- 2-ول

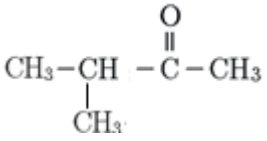
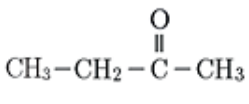
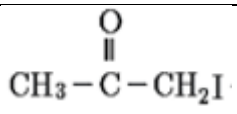
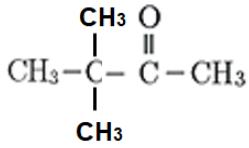
الصيغة العامّة للألدهيدات R-CHO أو  .

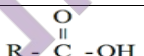
تسمية الألدهيدات: رقم-فرع /سلسلة كربونية **ترقم بدءاً** من الزمرة الألدهيدية / اللاحقة ال

			
بروبانال	2-إيتيل بوتانال	3,2-ثنائي متيل بنتانال	2-برومو-3-متيل –البوتانال

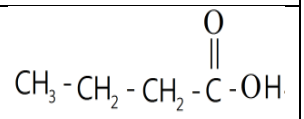
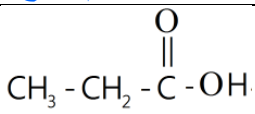
الصّيغة العامّة للكيتونات $R_1\text{-}CO\text{-}R_2$ أو  حيث يعتبرُ الكيتون متناظر عندما $R_2 = R_1$

تسمية الكيتونات: رقم-فرع/سلسلة كربونية ترقم **من الطرف الأقرب** إلى الزمرة /موقع الزمرة (إذا كان عدد C من 4 فما فوق) ثم اللاحقة ون

			
بروبانون	1-برومو بروبانون	بنتان2-ون	4,2- ثنائي متيل البنتان-3-ون

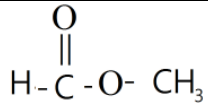
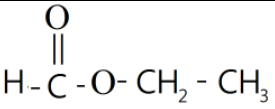
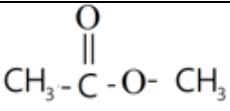
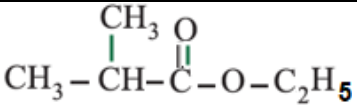
الصيغة العامة للحمض الكربوكسيلي  أو RCOOH

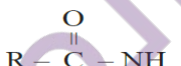
تسمية الحموض الكربوكسيلية: حمض-رقم/ فرع /سلسلة كربونية ترقم بدءا من الزمرة / اللاحقة وئيك

		$CH_3– (CH_2)_3– COOH$	$CH_3 – CHBr- CH_2- COOH$
حمض الميتانوئيك	حمض الإيتانوئيك	حمض2-متيل بروبانوئيك	حمض 3 – كلورو البروبانوئيك

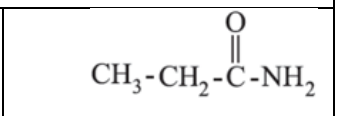
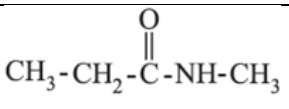
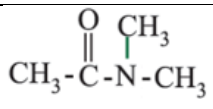
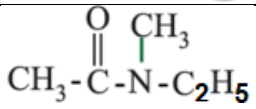
الصِّيغة العامَّة للإسترات $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R'$ أو $RCOOR'$

تسمية الأستيرات: رقم-فرع /سلسلة كربونية **ترقم بدءاً** من الزمرة / اللاحقة وات/ ثم نسمي R'

			
إيتانوات الإتيل	بروبانوات المتيل	بروبانوات الإيتيل	2,2-ثنائي متيل بروبانوات الإتيل

تحتوي الأميدات على الزّمرة الأميدية . الصّيغة العامّة للأميدات $R-CO-NH_2$ أو 

تسمية الأميدات: رقم-فرع /سلسلة كربونية **ترقم بدءاً** من الزمرة اللاحقة أميد

أيتان أميد	N- متيل أيتان أميد	N- إيتيل أيتان أميد	N, 2- ثنائي متيل بروبان اميد

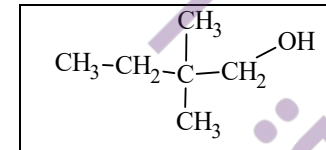
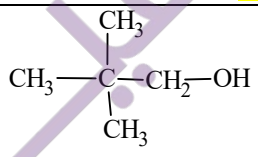
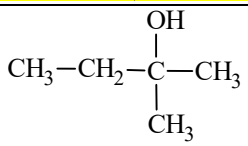
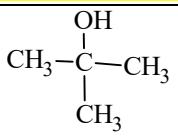
الصّيغة العامّة للأمينات الأوليّة $R\text{-}NH_2$. الرّابطة التي تميّز الأمينات C-N.

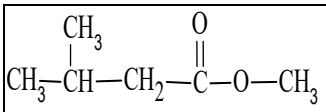
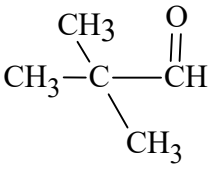
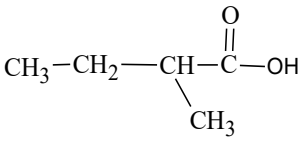
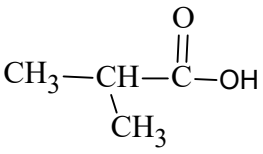
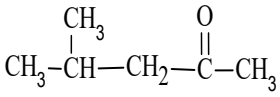
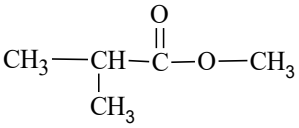
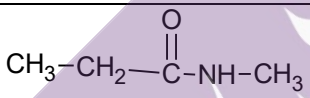
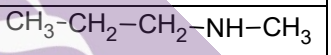
تسمية الأمينات رقم/فرع /سلسلة كربونية ترقم **من الطرف الأقرب** إلى N /موقع الزمرة (إذا كان عدد C من 3 فما فوق) ثم اللاحقة أمين

$CH_3\text{-}NH_2$	$CH_3\text{-}\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{\vert}{CH}}\text{-}CH_3$	$CH_3\text{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{N}}\text{-}C_2H_5$	$CH_3\text{-}CH_2\text{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{N}}\text{-}CH_3$
أيتان أمين	N- متيل أيتان أمين	N- إيتيل أيتان أمين	بروبان -1-أمين

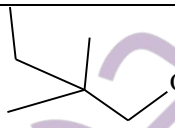
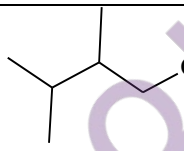
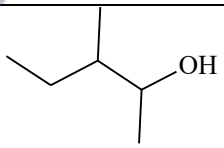
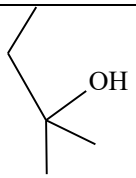
تطبيق1

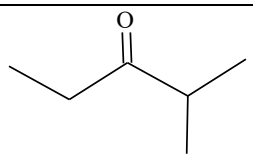
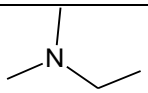
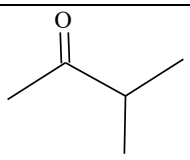
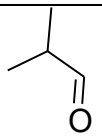
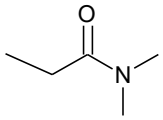
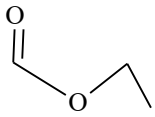
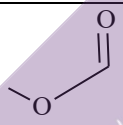
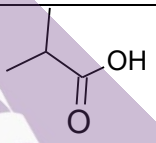
1-سم المركبات الأتية وفق قواعدIUPAC ثم اكتب صيغة هيكلية

2-اكتب الصيغة نصف المنشورة ثم سم المركبات الأتية وفق قواعدIUPAC

3-اكتب صيغة نصف منشورة ثمّ هيكلية

2-متيل بوتانال	3-متيل بوتان-2-ون	2-متيل بوتان -2-ول	حمض-2-هدروكسي بروبانوئيك
N-إيتيل بروبان أميد	بروبانال	2-إيتيل بوتانوات المتيل	N-متيل بروبان-1- أمين

- **الصّيغة العامّة للأغوال:**

تتميّز الأغوال بوجود الزمرة الوظيفيّة OH- مرتبطةً بذرّة كربون نمط تهجينها sp^3 .

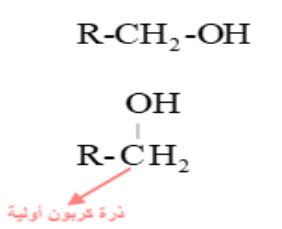
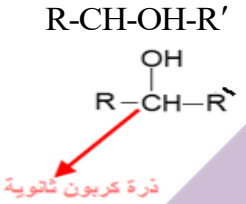
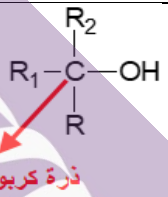
الصّيغة العامّة للأغوال R-OH أو $C_nH_{(2n+1)}OH$.

تصنَّف الأغوال إلى أغوال(أوّليّة، ثانويّة، ثالثيّة) :

الأغوال الأوليّة: ترتبط زمرة الهدروكسيل بذرّة كربون أوّليّة.

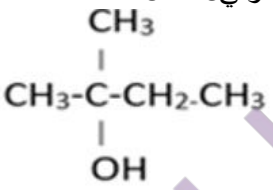
الأغوال الثانويّة: ترتبط زمرة الهدروكسيل بذرّة كربون ثانويّة.

الأغوال الثالثيّة: ترتبط زمرة الهدروكسيل بذرّة كربون ثالثيّة.

الصّيغة العامّة للأغوال R-OH		
		
غول أولي	غول ثانوي	غول ثالثي

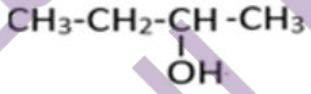
تطبيق(1)

صنّف الأغوال الآتية إلى: أغوال (أولية ، ثانوية ، ثالثية). وسمها وفق قواعد الاتحاد الدوليIUPAC



ثالثي

2-متيل بوتان -2-ول



ثانوي

بوتان-2-ول

أولي

إيتانول

إضاءة :التّسمية الشّائعة لبعض الأغوال.

CH_3-OHالغول الميتيلي	C_2H_5-OHالغول الإيتيلي

- **تحضير الأغوال :**

أولا: من تفاعل ضم الماء إلى الألكن بوجود حمض الكبريت كوسيط

تطبيق(2)

1-اكتب معادلة ضمّ الماء إلى الإيتن وسم المركب العضوي الناتج والوسيط المستخدم

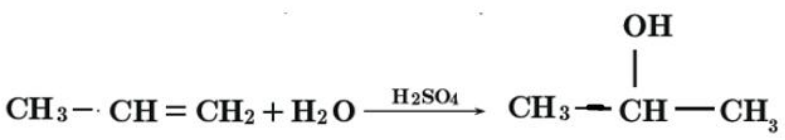
$$CH_2=CH_2+H_2O \xrightarrow[110^0C]{H_2SO_4} CH_3CH_2OH$$

إيتانول اسم الوسيط حمض الكبريت

إضاءة :

قاعدة ماركوفينيكوف : تنصُّ على أنّه ((عند الإضافة (الضم)إلى ألكن، فإنّ الجزء الموجبَ يُضاف إلى ذرّة الكربون المتّصلة بأعلى عددٍ من ذرّات الهدروجين ، بينما يتّجه الجزء السّالب لذرّة الكربون المتّصلة بأقلّ عددٍ من ذرّات الهدروجين)) .

2-اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعُل ضمّ الماء إلى البروبن -1 وسم المركب العضوي الناتج والوسيط المستخدم



بروبان -2-ول اسم الوسيط حمض الكبريت

3-اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعُل ضمِّ الماء إلى البوتن -1 بوجود حمْض الكبريت كوسيط ، ثمّ سمّ المركّب النّاتج

$$CH_3-\underset{\text{بوتن}-1}{CH_2-CH=CH_2}+H_2O\xrightarrow{H_2SO_4}\underset{\text{بوتان}-2-\text{ول}}{CH_3-CH_2-\underset{OH}{CH}-CH_3}$$

ثانياً: من تخمّر الكربوهدرات:

تطبيق(3)يتحوّل السّكر $C_6H_{12}O_6$ بعملية التخمر الغولي عند الدّرجة $37\,^0C$ تقريباً بوجود خميرة البيرة إلى إيتانول اكتب المعادلة: $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{خميرة}} 2C_2H_5OH+2CO_2$

ثالثاً: التّحضير الصّناعيّ للميتانول :

تطبيق(4)يُحضّر الميتانول من تفاعُل أحادي أكسيد الكربون مع الهِدروجين اكتب المعادلة الآتية:

$$CO+2H_2\xrightarrow[100\,atm,250\,^\circ C]{ZnO}CH_3OH$$

- **الخواص الفيزيائيّة للأغوال :**

الخواص الفيزيائية درجة الغليان والانحلال في الماء تتأثر بعاملين هما :

1-الروابط الهدروجينية حيث شرط تشكلها أن يرتبط الهدروجين مع ذرة شديدة الكهرسلبية مثل N أو O وترفع درجة الغليان وتزيد الانحلال في الماء

2-الروابط القطبية: شرط تشكّلها أن ترتبط ذرة مع ذرة شديدة الكهرسلبية مثل N أو O

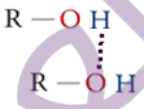
ملاحظة:بازياد الكتلة الجزيئية يقل الانحلال (التمازج)في الماء بسبب نقصان تأثير الجزء (الزمرة)القطبي عند زيادة تأثير الجزء الغير قطبي R وبزيادة الكتلة الجزيئية تزداد درجة الغليان

1-علل مزوجية الإيتانول في الماء بالنّسب كافّةً:بسبب تشكُّل الرّوابط الهدروجينيّة بين جزيئات الإيتانول وجزيئات الماء.

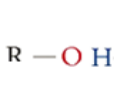
2-علل تناقصَ مزوجية الأغوال في الماء بازدياد كتلها الجزيئيّة: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبيّ OH، وزيادة تأثير الجزء غير القطبيّ R .

3- علل درجةَ غليانِ الأغوال مرتفعةً نسبيّاً مقارنة مع الألكانات الموافقة لها بعدد ذرّات الكربون:بسبب قدرة الأغوال على تشكيل روابط هِدروجينيّة بين جزيئاتها، بينما لا تتشكّل روابط هِدروجينية بين جزيئات الألكانات.

تطبيق(5):وضّح بالرسم الروابط الهدروجينية بين جزيئات الأغوال والروابط الهدروجينية بين جزيئات الأغوال والماء.



روابط هدروجينية بين جزيئات الأغوال



روابط هدروجينية بين جزيئات الأغوال والماء

- **الخواص الكيميائية**

أولاً :تفاعل الغول مع المعدن حيث يزيح H في الزمرة ويحل محلها

تطبيق(6):

1-ضع في بيشر كميّة مناسبة من الإيتانول ،وقطرات من فينول فتالئين ، ثم أضيف قطعة صغيرة من الصّوديوم للإيتانول فيظهر لون بنفسجي، اكتب معادلة التفاعل الحاصل مفسراً ضهور اللون البنفسجي

$CH_3-CH_2-OH+Na\longrightarrow CH_3-CH_2ONa+\frac{1}{2}H_2$ سبب ظهور اللّون البنفسجيّ هو تشكّل إيتوكسيد الصُّوديوم ذي الصِّفة الأساسيَّة.

2- تتفاعل الأغوال مع المعادن النّشيطة كيميائيّاً (الصُّوديوم، البوتاسيوم، ....) الّتي تستطيع إزاحة الهدروجين في الرَّابطةO-H

اكتب المعادلة: $R-OH+Na\longrightarrow R-ONa+\frac{1}{2}H_2$

الكوكسيد الصُّوديوم

3-اكتب معادلة تفاعل الإيتانول مع البوتاسيوم وسمِّ المركَّب العضويّ النَّاتج.

$R-OH+K\longrightarrow R-OK+\frac{1}{2}H_2$

إيتوكسيد البوتاسيوم

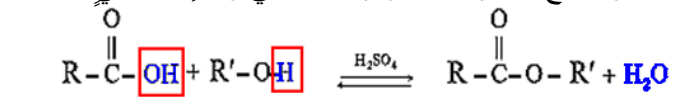
ثانيا: تفاعل الأسترة :

الأسترة: يسمى تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الغول تفاعل الأسترة ، يحدث على الرّابطة C-O في الحمض وعلى الرّابطة O-H في الغول .

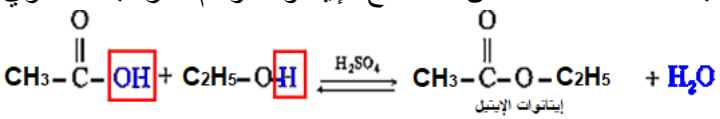
ماء+أستر $\rightleftharpoons$ غول +حمض كربوكسيلي

تطبيق(7):

1-تتفاعل الأغوال مع الحموض الكربوكسيليّة في وسطٍ حمضيٍّ،اكتب المعادلة. وسم الوسيط.



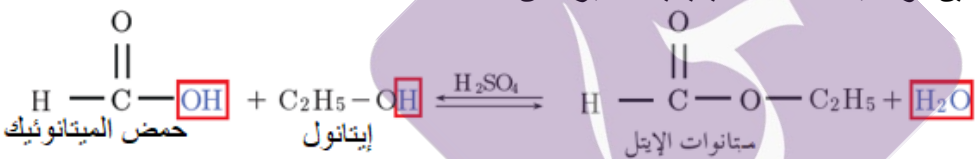
2-أكتب معادلة تفاعل حمض الخلّ مع الإيتانول، وسمّ المركَّب العضويّ النَّاتج.



3- اكتب معادلة تفاعل حمض الميتانوئيك مع البروبان-1-ول ، وسمّ المركب العضويّ النّاتج.

ميتانوات نظامي البروبيل

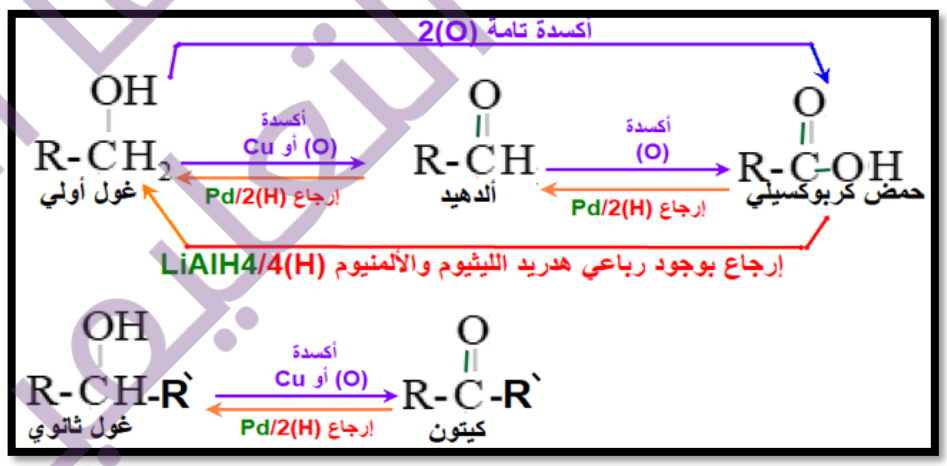
4- يتفاعل حمض كربوكسيليّ وحيد الوظيفة مع غول أولي لإعطاء ميتانوات الإتيل .حدّد صيغة كلٍّ من الحمض والغول المتفاعلين، واكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التَّفاعل الحاصل.



ثالثاً: أكسدة الأغوال:

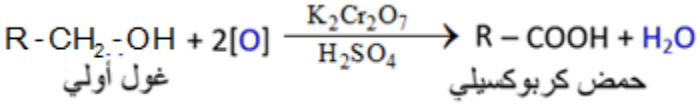
الأكسدة والإرجاع: أكسدة الغول حذف ذرتين هدروجين منه الموجودة في OH والهدروجين الأقرب للـOH والنحاس المسخن يحذف ذرتين هدروجين عكس البلاديومPd الذي يضيف ذرتين هدروجين بينما $LiAlH_4$ يضيف 4 ذرات H.

حيث تتأكسد الأغوال الأوّليّة والثّانويّة ، ولا تتأكسد الأغوال الثّالثيّة في الشّروط ذاتها .

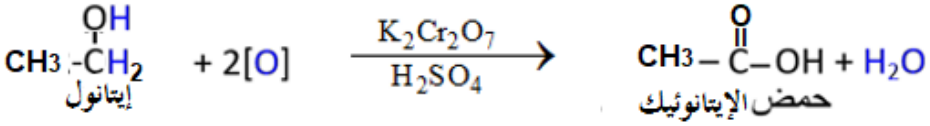


تطبيق(8):

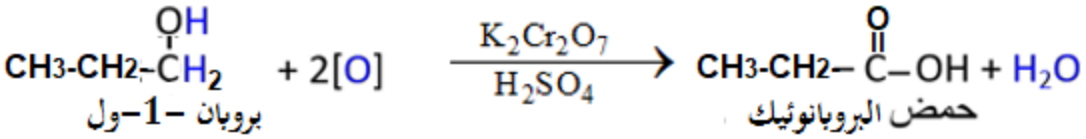
1-تتأكسد الأغوال الأوّليّة أكسدة تامّة في وسط حمضيّ اكتب المعادلة وسم المركّب العضوي الناتج:



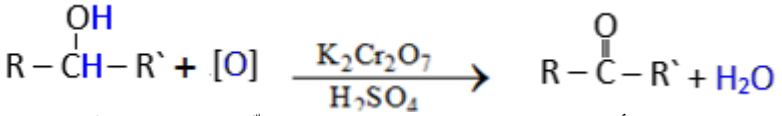
2-اكتب معادلة تفاعل الأكسدة التّامّة للإيتانول في شروط مناسبة ، وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.



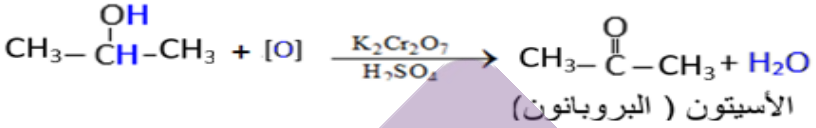
3- اكتب المعادلة المعبّرة عن تفاعل الأكسدة التامة للبروبان-1-ول.



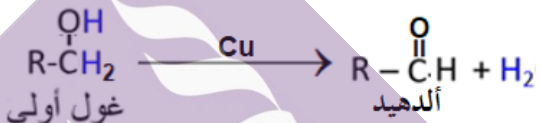
4-تتأكسد الأغوال الثّانوية بوجود عوامل مؤكسدة ، اكتب المعادلة.



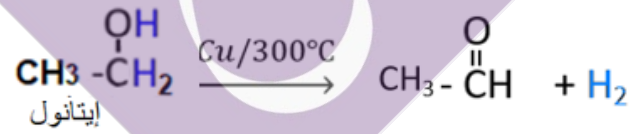
5-اكتب تفاعل أكسدة البروبان -2- ول وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.



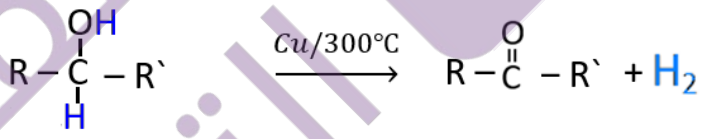
6-يتأكسد الغول الأوّليّ عند إمرار أبخرتِه على مسحوقِ النّحاس المسخَّن للدّرجة°C 300 اكتب المعادلة.



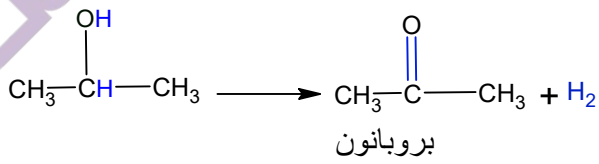
7-غول يعطي عند نزع الهدروجين منه عند امرار ابخرته على مسحوق النحاس المسخن الإيتانال، سمّ هذا الغول، ثمّ اكتب معادلة التّفاعل الحاصلة.



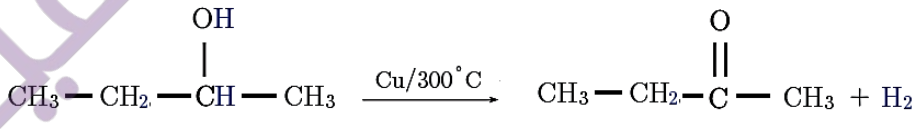
8-يتأكسد الغول الثّانويّ بإمرار أبخرته على مسحوق النّحاس المسخّن للدّرجة°C 300 اكتب المعادلة.



9-يتأكسد البروبان 2- ول بوجود مسحوق النّحاس والدرجة 300 °C ، اكتب معادلة التّفاعل الحاصل، وسمّ المركّب العضويّ



10- غول ثانوي يعطي عند إمراره على مسحوق النّحاس المسخّن للدّرجة 300^0C البوتان -2-ون اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.



إضاءة

- الأغوال الثّالثيّة تقاوم الأكسدة وتحتاج شروط قاسية لتتأكسد، فتتحطّم السّلسلة، وتعطي مزيج من الكيتونات والحموض الكربوكسيليّة.

رابعاً تفاعلات البلمهة:

تفاعل البلمهة : انتزاع جزيئة ماء وهي نوعين بلمهة داخلية انتزاع جزيء ماء من جزيء واحد وبلمهة مابين جزيئية انتزاع جزيء ماء من جزيئتين

تزداد صعوبة البلمهة الدّاخلية من الغول الثّالثي إلى الغول الثّانويّ ، فالأوّليّ.

البلمهة الداخلية وفق قاعدة زايتسف يتمّ حذف الماء من الأغوال بخروج الهدروجين من ذرّة الكربون الأقلّ هدروجيناً والمجاورة لذرّة كربون المرتبطة بزمرة الهدروكسيل ، ويتشكّل الألكِن الأكثر تبادلاً.

تطبيق(9):

1-اكتب معادلة التفاعل المعبّرة عن البلمهة داخل الجزيء للإيتانول وسم الوسيط المستخدم.

$$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_2=CH_2 + H_2O$$

2- اكتب معادلة تفاعل البلمهة الدّاخلية للبوتان 2- ول في شروط مناسبة وسمّ المركّب العضويّ النّاتج وسم الوسيط.

$$\underset{\text{بوتان}-2-\text{ول}}{CH_3-CH_2-\underset{OH}{\underset{|}{C}}H-CH_3} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{2-\text{بوتين}}{CH_3-CH=CH-CH_3} + H_2O$$

3-اكتب معادلة تفاعل البلمهة الدّاخليّة للمركّب 2 – متيل بوتان 2- ول في شروط مناسبة ،وسمّ المركّب العضويّ النّاتج

$$CH_3-CH_2-\underset{OH}{\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}}-CH_3 \xrightarrow[160°C]{H_2SO_4} CH_3-CH=\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}-CH_3 + H_2O$$

2- متيل بوتين -2

4-اكتب معادلة البلمهة مابين الجزيئيّة للإيتانول، وسمّ المركّب النّاتج وسم الوسيط.

$$CH_3-CH_2-OH + CH_3-CH_2-OH \longrightarrow CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 + H_2O$$

إيتوكسي الإيتان الوسيط حمض الكبريت

5-اكتب معادلة البلمهة مابين الجزيئيّة للميتانول، وسمّ المركّب النّاتج وسم الوسيط.

$$CH_3-OH + CH_3-OH \longrightarrow CH_3-O-CH_3 + H_2O$$

ميتوكسي الميتان الوسيط حمض الكبريت

تطبيق(10):

أولاً-اختر الإجابة الصحيحة لكل ممّا يأتي :

1- غول وحيد الوظيفة النّسبة الكتليّة للأكسجين فيه $\frac{8}{37}$ فتكون كتلته المولية (C : 12 , O : 16 , H :1) :

a) 32 b) 44 c) 74 d) 60

$$\frac{8}{37}=\frac{16}{M} \Rightarrow M=74g.mol^{-1}$$

2- مركّب عضويّ ذو الصّيغة R – CHOH- R` يدلّ على:

a) الدهيد b) غول أولي c) غول ثالثي d) غول ثانوي

3- غول وحيد الوظيفة النّسبة الكتليّة للأكسجين فيه 50% هو : (C : 12 , O : 16 , H :1)

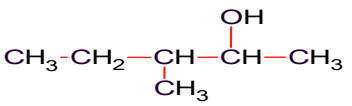
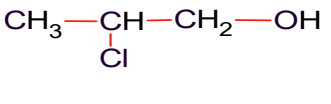
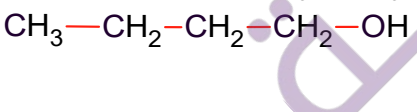
a) ميتانول b) ايتانول c) بوتانول d) بروبانول

$$\frac{50}{100}=\frac{16}{M} \Rightarrow M=32g.mol^{-1} \Rightarrow ROH=32 \Rightarrow R+16+1=32 \Rightarrow R=15g.mol^{-1}$$

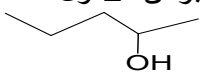
$$C_nH_{2n+1}=15 \Rightarrow 12n+2n+1=15 \Rightarrow n=1 \Rightarrow R=CH_3 \Rightarrow CH_3-OH$$

4- أكسدة الأغوال الثّانوية تعطي:a) الدّهيدات b) حموض كربوكسيلية c) كيتونات d) ايتر

ثانياً: اكتب الصّيغة نصف المنشورة لكلّ من المركّبات الآتية:

3 – ميتيل بنتان – 2- ول 	2 – كلورو بروبان-1-ول 	بوتان-1-ول. 

ثالثاً: اكتب الصّيغة الهيكليّة، ثمّ سمّ كلاً من المركّبات الآتية وفق قواعد الاتّحاد الدّوليّ IUPAC:

C_2H_5OH إيتانول 	$CH_3-CHOH-CH_2-CH_2-CH_3$ بوتان -2-ول 	$(CH_3)_3C-OH$ 2-متيل بروبان -2-ول

رابعاً: أعط تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

1- تتفاعل الأغوال مع المعادن النّشيطة: لأن المعادن النشيطة تستطيع إزاحة الهدروجين في الرابطة O-H .

2- الهكسان- 1 - ول أقلّ مزوجية في الماء من الإيتانول.

بسبب نقصان تأثير الجزء القطبيّ OH، وزيادة تأثير الجزء غير القطبيّ R في الهكسان-1-ول.

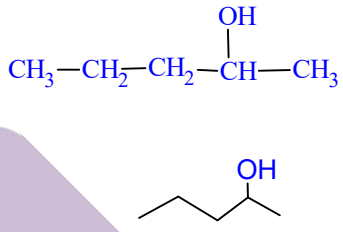
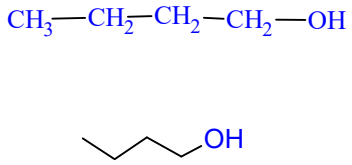
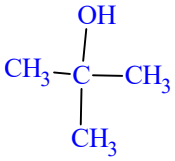
3-ينحلّ الإيتانول في الماء بكافّة النّسب: بسبب تشكل روابط هدروجينية بين جزيئات الإيتانول والماء.

خامساً: لديك الأغوال الآتية:

1- اكتب الصّيغة نصف منشورة ، والصّيغة الهيكليّة لكلّ غول.

2- صنّف الأغوال السَّابقة إلى: أوّليّة – ثانية -ثالثيّة.

3- إثنان من الأغوال السَّابقة متصاوغان مع بعضهما حدّدهما، واذكر نوع التَّصاوغ.

بنتان 2-ول	بوتان-1-ول	2– ميتيل بروبان -2-ول
 ثانوي	 أولي	 ثالثي

المتصاوغان هما بوتان-1-ول و 2– ميتيل بروبان -2-ول نوع التصاوغ تصاوغ موضعي

ملاحظة : المتصاوغات مركبات لها نفس الصيغة المجملة وتختلف بـ:

1-موضع الزمرة الوظيفية:تصاوغ موضعي

2-السلسلة الكربونية: تصاوغ السلسلة

3-الزمرة الوظيفية : تصاوغ وظيفي.

سادسا : حلّ المسائل الآتية:

المسألة 1: غول ثنائيّ نسبة الأكسجين الكتلية $\frac{4}{15}$ من كتلة المركب . المطلوب: 1- أحسب الكتلة الجزيئيّة للغول.

٣- اكتب الصّيغة المجملة والصّيغة نصف منشورة للغول . 3- سمّ الغول حسب IUPAC.(H :1 , O : 16 , C : 12)

-1

$$\frac{4}{15}=\frac{16}{M}\Rightarrow M=60g.mol^{-1}$$

-2 $ROH=60\Rightarrow R+16+1=60\Rightarrow R=43g.mol^{-1}$

$$C_nH_{2n+1}=43\Rightarrow 12n+2n+1=43\Rightarrow n=3\Rightarrow R=C_3H_7$$

الغول C_3H_7OH

الصيغة المجملة للغول C_3H_8O

$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3$

3- بروبان-2-ول

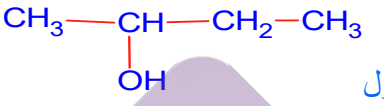
المسألة 2: غول كتلته الجزيئيّة المولية $74g.mol^{-1}$ يمكن الحصول عليه من ضمّ الماء إلى الكِن نظامي ما الصّيغة الجزيئيّة(المجملة)ونصف المنشورة لهذا المركّب، ما هو الألكِن المستعمل في التّفاعل. (C : 12 , O : 16 , H : 1)

$$ROH = 74 \Rightarrow R + 16 + 1 = 74 \quad \Rightarrow R = 57 g.mol^{-1}$$

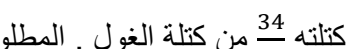
$$C_nH_{2n+1} = 57 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 57 \Rightarrow n = 4 \Rightarrow R = C_4H_9$$

الغول C_4H_9OH

الصيغة المجملة $C_4H_{10}O$



بوتان - 2-ول



2-بوتن

المسألة 3: يتفاعل غول وحيد الوظيفة مع الصُّوديوم فينتج ملح كتلته $\frac{34}{23}$ من كتلة الغول . المطلوب :

1- اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل . 2- احسب الكتلة المولية للغول . 3- استنتج الصّيغة المجملة للغول ، ثم الصّيغة النّصف منشورة وسمّه حسب IUPAC (C : 12 , O : 16 , H : 1 , Na : 23)

$R - OH + Na \longrightarrow R - ONa + \frac{1}{2}H_2$		-1
M	$(M + 23 - 1)$	-2
x	$\frac{34}{23}x$	

$$x(M + 22) = xM\frac{34}{23} \Rightarrow (M + 22) = M\frac{34}{23}$$

$$M = 46\,g.mol^{-1} \Rightarrow ROH = 46 \Rightarrow R + 16 + 1 = 46$$

$$R = 29 g.mol^{-1}$$

$$C_nH_{2n+1} = 29 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 29 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow R = C_2H_5$$

المجملة C_2H_6O

إيتانول $CH_3 - CH_2 - OH$

تفكير ناقد:

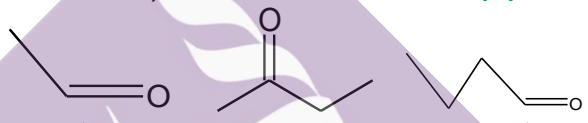
الميتانول أكثر حموضة من الأغوال الثّانويّة والثّالثيّة. فسّر ذلك؟ يعد الجذر الألكيلي دافع للإلكترونات وبزيادة كتلتها الجزيئية يزداد تأثيرها وبالتالي تقل قطبية الرابطة OH مما يؤدي إلى صعوبة التخلي عن بروتون وإضعاف الصفة الحمضية.

الدرس الثاني الألدهيدات والكيتونات

- الألدهيدات والكيتونات بزمرة الكربونيل . تتميّز الألدهيدات بوجود الزّمرة مرتبطة بجذر ألكيلي أو هدروجين.
- تتميّز الكيتونات بوجود الزّمرة الوظيفية مرتبطة بجذرين ألكيليين.
- الصّيغة العامّة للألدهيدات R-CHO أو .
- الصّيغة العامّة للكيتونات R_1-CO-R_2 أو .

إضاءة يعتبرُ الكيتون متناظر عندما $R_2 = R_1$

تطبيق(1): صنّف المركّبات الآتية إلى (ألدهيدات ، كيتونات).



الدهيد..... ....كيتون..... الدهيد

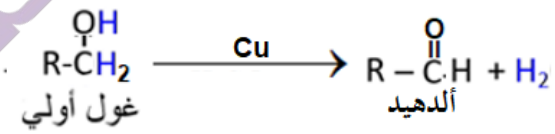
إضاءة :التسمية الشائعة: تطلق على بعض المركّبات الصّناعيّة من الألدهيدات والكيتونات تسمية شائعة:

الصيغة الجزيئية	فورم ألدهيد	أسيت ألدهيد	أسيتون
الاسم الشائع للألدهيد أو الكيتون	HCHO	CH_3-CHO	CH_3-CO-CH_3

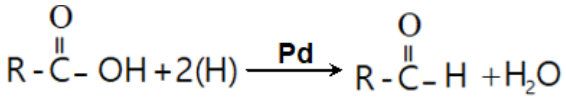
- **التّحضير الصّناعيّ لبعض للألدهيدات:**

تحضّر الألدهيدات صناعياً من خلالِ إمرارِ أبخرة الأغوال الأوّليّة على مسحوق النّحاس عند الدّرجة 300 °C لنحصل على الألدهيدات الموافقة أو من إرجاع الحموض الكربوكسيليّة باستخدام عنصر البلاديوم Pd.

تطبيق(2):اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل الذي يحدث عند إمرار بخار الغول الأولي على مسحوق النّحاس المسخّن للدّرجة 300^0C.



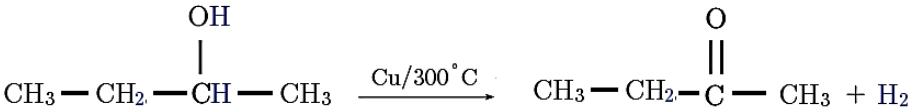
تطبيق(3):اكتب المعادلة المعبّرة عن إرجاع الحمض الكربوكسيلي بالهدروجين بوجود البالاديوم كوسيط.



التّحضير الصّناعي للكيتونات:

يتمّ تحضير الكيتونات صناعياً من خلالِ إمرارِ أبخرة الأغوال الثّانويّة على مسحوق النّحاس عند الدّرجة 300 °C لنحصل على الكيتونات الموافقة.

تطبيق(4):غول ثانوي يعطي عند إمراره على مسحوق النّحاس المسخّن للدّرجة 300^0C البوتان -2-ون اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.



- **الخاصيّات الفيزيائيّة للألدهيدات والكيتونات:**

- تزداد درجة غليان الألدهيدات و الكيتونات بازدياد الكتلة الجزيئيّة.
- درجة غليان الأغوال أعلى من درجة غليان الألدهيدات والكيتونات الموافقة لها، لأنَّ جزيئات الأغوال تشكّل روابط هِدروجينيّة بين جزيئاتِها بينما لا تشكّل الألدهيدات و الكيتونات روابط هدروجينيّة.

- درجة غليان الألدهيدات والكيتونات أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة، لأنّ قطبيّة روابط الألدهيدات والكيتونات أعلى من قطبيّة روابط الألكانات.
- درجة غليان للألدهيدات والكيتونات أعلى من الإيترات الموافقة لأن قطبيّة الرّابطة في $\rangle C=O$ الألدهيدات والكيتونات أقوى من قطبيّة الرّابطة C-O-C في الإيترات.
- تتمازج الألدهيدات والكيتونات ذات الكتل الجزيئيّة المنخفضة في الماء بسبب الصّفة القطبيّة لزمرة الكربونيل.
- تقلّ مزوجية الألدهيدات و الكيتونات تدريجيّاً مع ازدياد كتلتها الجزيئيّة بسبب نقصان تأثير الجزء القطبيّ عند زيادة تأثير الجزء الغير قطبيّ R .

- **بعض الخاصيّات الكيميائيّة للألدهيدات والكيتونات:**

أولاً الأكسدة:

1-التّفاعل مع محلول ثنائيّ كرومات البوتاسيوم في وسطٍ حمضيّ:

- يتأكسد الإيتانال بمحلول ثنائيّ كرومات البوتاسيوم في وسط حمضيّ، وتُرجَع أيّونات ثنائي الكرومات ذات اللّون البرتقالي إلى أيونات الكروم Cr^{3+} ذات اللون الأخضر اكتب المعادلة:

$$8H^+ + 3CH_3CHO + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 3CH_3COOH + 2Cr^{3+} + 4H_2O$$

لا يتفاعل البروبانون مع ثنائيّ كرومات البوتاسيوم.

إضاءة: يستخدم هذا التفاعل للكشف عن الألدهيدات والتفريق بينها وبين الكيتونات.

نتيجة:

تتأكسد الألدهيدات بسهولة إلى حموض كربوكسيليّة بسبب وجود ذرّة هدروجين مرتبطة بذرّة الكربون الزّمرة الكربونيليّة.بينما تقاوم الكيتونات الأكسدة بسبب عدم وجود ذرّة هدروجين مرتبطة بذرّة الكربون الزّمرة الكربونيليّة.

تطبيق(5)وازن معادلة الأكسدة والإرجاع الآتية في وسطٍ حمضيٍّ ثم حدّد تفاعل الأكسدة وتفاعل الإرجاع:

أكسدة

$$8H^+ + 3\,HCHO + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 3\,HCOOH + 2Cr^{3+} + 4H_2O$$

إرجاع

2-التّفاعل مع كاشف تولن:يُرجع الإيتانال أيّونات الفضّة إلى الفضّة الّتي تترسّب على جدران الأنبوب مشكلة مرآة فضّيّة، وتؤكسد أيّونات الفضّة الإيتانال إلى حَمضِ الإيتانوئيك الّذي يتحوّل إلى أيّونات الإيتانوات في وسطٍ أساسيٍّ وفق المعادلة:

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + \underbrace{(2Ag^+ + 3OH^-)}_{\text{محلول تولن لا لون له}} \xrightarrow[\text{وسط قلوي}]{\Delta} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^- + 2Ag + 2H_2O$$

ألدهيد — فضة — أيون الكربوكسيلات

نتيجة:تتفاعل الألدهيدات مع كاشف تولن وفق المعادلة:

$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + \underbrace{(2Ag^+ + 3OH^-)}_{\text{محلول تولن لا لون له}} \xrightarrow[\text{وسط قلوي}]{\Delta} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^- + 2Ag + 2H_2O$$

ألدهيد — فضة — أيون الكربوكسيلات

3-التَّفاعل مع كاشف فهلنغ :

يُرجع الإيتانال أيّونات النّحاس II إلى أيّونات النّحاس I الذي يترسَّب على شكلِ أكسيدِ النُّحاس الأحاديّ، وتؤكسد أيّونات النّحاس II الإيتانال إلى حَمضِ الإيتانوئيك الّذي يتحوَّل إلى أيّونات الإيتانوات في وسط أساسيّ وفقَ المعادلة:

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + \underbrace{(2Cu^{2+} + 5OH^-)}_{\text{المحلول الأزرق (محلول فهلنغ)}} \xrightarrow[\text{وسط قلوي}]{\Delta} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^- + Cu_2O + 3H_2O$$

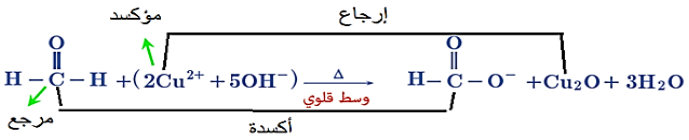
ألدهيد — أكسيد النحاس I راسب أحمر آجري — أيون الكربوكسيلات

نتيجة:تتفاعل الألدهيدات مع كاشف فهلنغ وفق المعادلة:

$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + \underbrace{(2Cu^{2+} + 5OH^-)}_{\text{المحلول الأزرق (محلول فهلنغ)}} \xrightarrow[\text{وسط قلوي}]{\Delta} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^- + Cu_2O + 3H_2O$$

ألدهيد — أكسيد النحاس I راسب أحمر آجري — أيون الكربوكسيلات

تطبيق(6)اكتب معادلة تفاعل الميتانال مع كاشف فهلنغ ثم حدّد تفاعل الأكسدة وتفاعل الإرجاع والعامل المُؤكسِد والعامل المُرجِع.



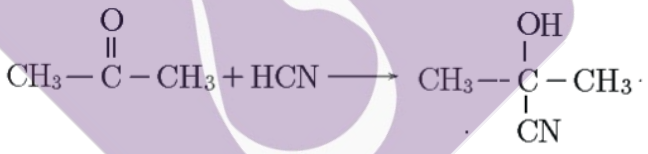
ثانياً: تفاعلات الضَّمّ:

تحوي زمرة الكربونيل C=O على الرَّابطتين σ , π حيث يحدث تفاعل الضَّمّ على الرّابطة الأضعف π .

ضمّ سيانيد الهدروجين HCN :

تطبيق(7):اكتب المعادلة المعبّرة عن تفاعل ضمّ (إضافة)سيانيد الهدروجين إلى الإيتانال وسمِّ المركَّب النَّاتج.

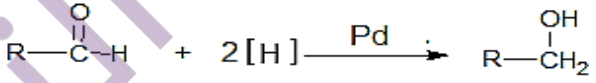
تطبيق(8)أكتب تفاعل ضمّ (إضافة) سيانيد الهدروجين للبروبانون وسمّي النَّاتج.



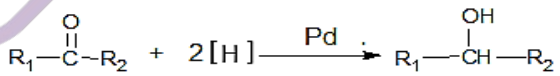
ثالثا: تفاعلات الإرجاع

الإرجاع بواسطة هدريد اللّيثيوم والألمنيوم:يمكن إرجاع الألدهيدات والكيتونات إلى الأغوال الموافقة باستخدام المرجعات مثل:رباعي هدريد اللّيثيوم والألمنيوم أو الهدروجين بوجود البالاديوم كوسيط.

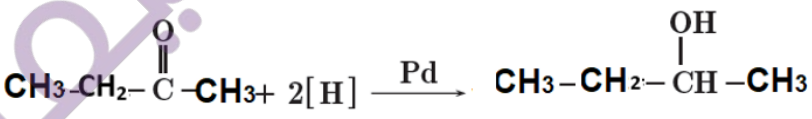
تطبيق(9) اكتب المعادلة المعبّرة عن إرجاع الألدهيد بالهدروجين بوجود البالاديوم كحفاز.



تطبيق(10)اكتب المعادلة المعبّرة عن إرجاع الكيتون بالهدروجين بوجود البالاديوم كحفاز.

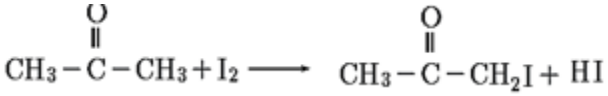


تطبيق(11): يُرجع الكيتون بالهدروجين بوجود البالاديوم كحفاز فينتُج البوتان-2-ول المطلوب اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.

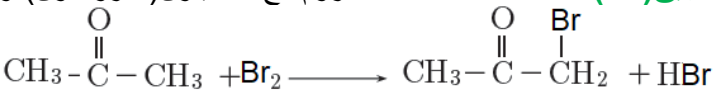


رابعاً: التّفاعل مع الهالوجينات:

يؤدي إضافة محلول اليود المنحل في رابع كلور الكربون ذو اللّون البنفسجي إلى الكيتون لزوال لون اليود، حيث يستبدل اليود بذرّة الهدروجين المجاورة للزُّمرة الوظيفيّة اكتب معادلة تفاعل اليود مع البروبانون:



تطبيق(12):أكتب معادلة تفاعل البروم مع الأسيتون(البروبانون) وسمِّ المركَّب العضويّ النَّاتج.

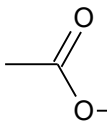
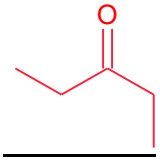
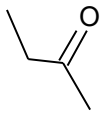
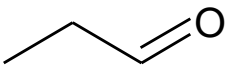


تطبيق(13):

أولاً: اختر الإجابة الصَّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1-تشترك الألدهيدات والكيتونات بوجودِ زمرة: a)الكربونيل b) الفورميل c) الهدروكسيل d) الكربوكسيل

2- إحدى الصِّيغ الآتية تمثّل كيتون متناظر:

a)  b)  c)  d) 

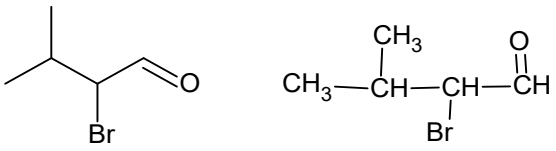
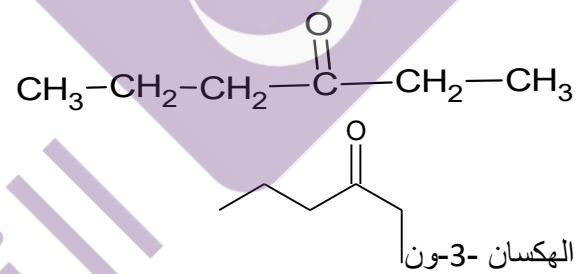
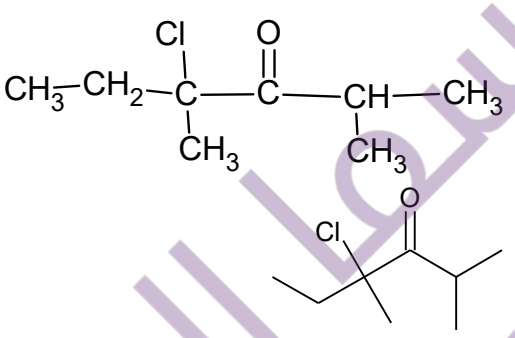
3-يُرجع البروبانون بالهدروجين، بوجود البالاديوم كوسيط وينتج:

a) بروبانال b) حمض البروبانوئيك c) بروبان-2-ول d) بروبان-1-ول.

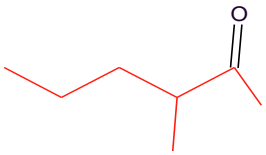
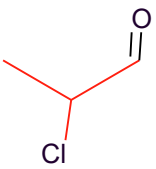
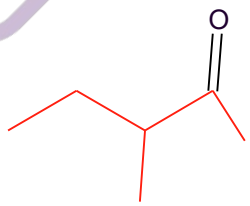
4- المركَّب الّذي يتفاعل مع كاشف فهلنغ من بين المركَّبات الآتية هو

a) بروبان-2-ون b) ميتانوات الإيتيل c) حمض الإيتانوئيك d) إيتانال

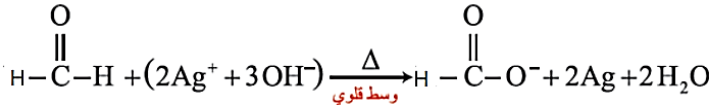
ثانياً:اكتب الصّيغة النّصف منشورة للمركّبات الآتية ثم سمِّها وفق قواعد IUPAC.

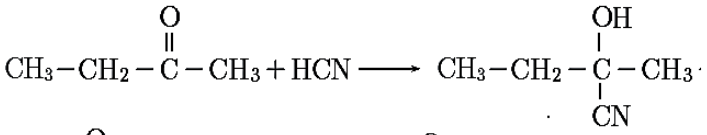
(a) 2-متيل –البوتانال	(b)  2-برومو-3-متيل -البوتانال
(c)  الهكسان -3-ون	(d)  4-كلورو-4,2ثنائي متيل الهكسان -3-ون

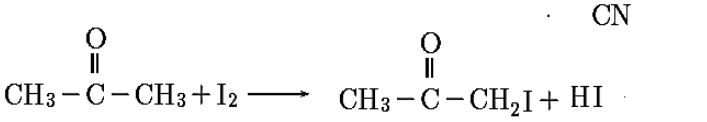
ثالثاً: أكتب الصّيغة الهيكليّة للمركّبات الآتية:

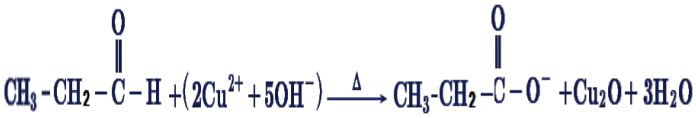
a) 3-متيل هكسان -2-ون 	b) 3،3- ثنائي متيل بوتانال
c) 2-كلورو بروبانال 	d) 3-متيل بنتان -2-ون 

رابعاً: أكمل المعادلات الآتية:









خامساً: وازن معادلة الأكسدة والإرجاع الآتية في وسطٍ حمضيٍّ ، ثمَّ حدّد تفاعل الأكسدة، وتفاعل الإرجاع ، والعاملَ المُؤكسِد ، والعاملَ المُرجِعَ:

$$R-CHO+MnO_4^- \longrightarrow R-COOH+Mn^{2+}$$

تفاعل إرجاع ، MnO_4^- عامل مؤكسد $\quad 5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

تفاعل أكسدة ، $R-CHO$ عامل مرجع $\quad R-CHO+H_2O \longrightarrow R-COOH+2H^+ + 2e^-$

$$2\times(5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O)$$

نوجد عدد إلكترونات تفاعل الأكسدة والإرجاع: $5\times(R-CHO+H_2O \longrightarrow R-COOH+2H^+ + 2e^-)$

$$10e^- + 16H^+ + 2MnO_4^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

بالجمع والاختصار $\quad 5R-CHO+5H_2O \longrightarrow 5R-COOH+10H^+ + 10e^-$

$$6H^+ + 2MnO_4^- + 5R-CHO \longrightarrow 5R-COOH+2Mn^{2+} + 3H_2O$$

سادساً:حلّ المسألتين الآتيتين:

المسألة 1: كيتون متناظر النّسبة المئويّة الكتليّة للأكسجين فيه 18.6% المطلوب:

1-احسبِ الكتلة المولّية لهذا الكيتون. 2-استنتج صيغته النّصف منشورة ، وسمِّه. $(C:12\ ,\ O:16\ ,\ H:1)$

الحل: 1- كل 100 g من الكيتون تحوي 18.6 g أكسجين

كل Mg من الكيتون تحوي 16g أكسجين

$$M=\frac{16\times100}{18.6}=86 gmol^{-1}$$

2-

$$R-CO-R=86\ g.mol^{-1} \Rightarrow 2R+12+16=86 \Rightarrow 2R+28=86$$

$$R=\frac{86-28}{2}=29\ g.mol^{-1} \Rightarrow C_nH_{2n+1}=29 \Rightarrow 12n+2n+1=29$$

$$\Rightarrow n=2 \Rightarrow R=CH_3-CH_2-$$

$$CH_3-CH_2-CO-CH_2-CH_3$$

بنتان -3- ون

المسألة 2:يمرّر بخار غول أوّليّ على مسحوقِ النّحاس المسخّن إلى الدرجة 300^0C، فيتشكّل $2.2\ g$ من ألدهيد، ثمّ يعامل هذا الألدهيد مع كمّيّة كافية من محلول تولن ، فيتشكّل راسب كتلته $10.8\ g$ المطلوب:1-اكتب المعادلتين المعبّرتين عن التّفاعلين الحاصلين. 2-احسب الكتلة الموليّة لكلّ من الألدهيد والغول.3-استنتج الصّيغة النّصف منشورة لكلٍّ من الألدهيد والغول ، واكتب اسم كلّ منهما.$(C:12\ ,\ O:16\ ,\ H:1\quad Ag:108)$

(1

$$R-CH_2-OH \xrightarrow{Cu} R-CHO+H_2$$

$$R-CHO+\left(2Ag^+ + 3OH^-\right)\longrightarrow R-COO^- + 2Ag + 2H_2O$$

$M\ g$	$2\times 108g$
$2.2\ g$	$10.8\ g$

(2

$$M_{\text{ألدهيد}} = \frac{216\times 2.2}{10.8} = 44g.mol^{-1}$$

الكتلة المولية للغول $M' = M+2 = 44+2 = 46g.mol^{-1}$

(3

$$RCHO=44 \Rightarrow R=15\ g.mol^{-1}$$

$$C_nH_{2n+1}=15 \Rightarrow 12n+2n+1=15 \Rightarrow n=1 \Rightarrow R=CH_3$$

الإيتانول CH_3-CH_2-OH

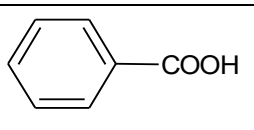
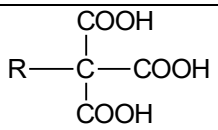
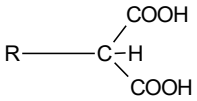
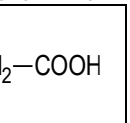
ايتانال CH_3-CHO

تفكير ناقد وضحّ كيف تميّز بين الألدهيد والكيتون بتجربة مناسبة.

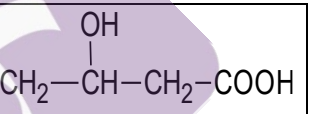
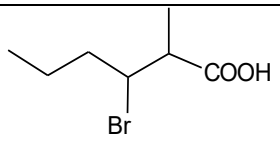
نضيف كاشف فهلنغ لكل من محلولي الألدهيد والكيتون فيتفاعل الألدهيد مع كاشف فهلنغ ويتشكل راسب أحمر آجري

تطبيق (1)

- صنّف الحموض الكربوكسيليّة حسب عدد الزُّمر الوظيفيَّة.
- صنّف الحموض الكربوكسيليّة حسب نوع الجذر الّذي ترتبط فيه الزّمرة الوظيفيّة.
- حدّد نمط تهجين ذرّة الكربون المرتبطة بالزّمرة الوظيفيّة.

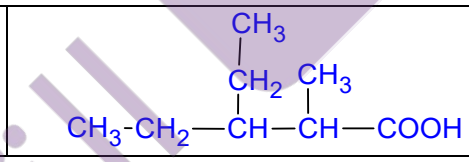
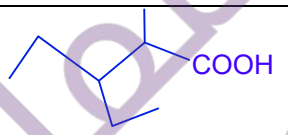
			
أحادي الوظيفة	ثلاثي الوظيفة	ثنائي الوظيفة	أحادي الوظيفة
حمض أريلي (عطري)	حمض إليفاتي	حمض إليفاتي	حمض إليفاتي
sp^2	sp^3	sp^3	sp^3

تطبيق (2): أكتب اسم كلٍّ من المركّبين الآتيين وفق قواعد الاتّحاد الدّوليّ IUPAC

	
حمض 3- هِدروكسي البنتانوئيك	حمض 3- بروموـ2- متيل الهكسانوئيك

تطبيق(3) اكتب الصيغة نصف المنشورة والصيغة الهيكلية للمركب الآتي :

حمض 3- إيتل 2- متيل البنتانوئيك.

إضاءة: التسمية الشائعة لبعض الحموض الكربوكسيلية:

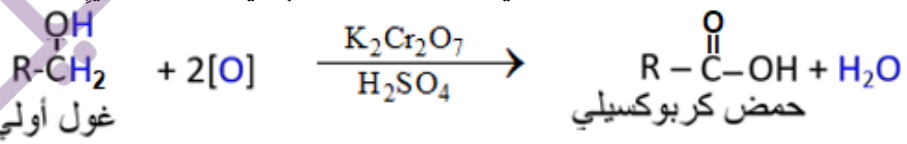
الاسم	حمض النّمل	حمض الزّبدة	حمض الخلّ
الصيغة	HCOOH	C_3H_7COOH	CH_3COOH

تحضير الحموض الكربوكسيليّة:

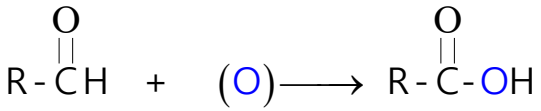
1-الأكسدة التّامّة للأغوال الأوليّة:

تطبيق(4):

اكتب معادلة الأكسدة التّامّة للغول الأوّليّ بوجود مؤكسد قويّ في وسطٍ حمضيٍّ.

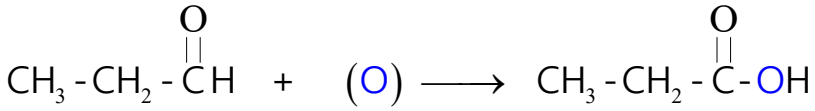


2- أكسدة الألدهيدات :



تطبيق(5):

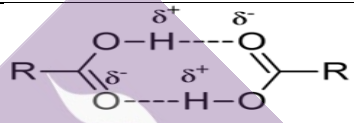
يتأكسد البروبانال في شروط مناسبة، اكتب معادلة التّفاعل الحاصل، وسمِّ المركَّب النَّاتج.



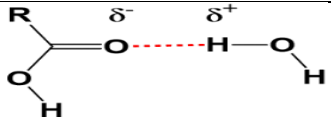
حمض البروبانوئيك

الخاصّيّات الفيزيائيّة:

- فسّر تتمازج الحموض الكربوكسيليّة الّتي تحوي 1-4 ذرّات كربون في الماء بكافة النّسب بسبب تشكّل الرّوابط الهدروجينيّة بين جزيئات الحموض الكربوكسيليّة وجزيئات الماء.
- فسّر تناقص تمازُج الحموض الكربوكسيليّة في الماء بازدياد كتلتها الجزيئيّة: بسبب نقصان تأثير الجزء القطبيّ -COOH وزيادة تأثير الجزء غير القطبيّ R .
- فسّر درجة غليان الحموض الكربوكسيليّة مرتفعة مقارنة مع المركّبات العضويَّة الموافقة: بسبب تفوّق الصّفة القطبيّة للحموض الكربوكسيليّة حيث أنّ زمرة الكربوكسيل تتكون من زمرتين قطبيّتين هما الهِدروكسيل والكربونيل بالإضافة إلى تشكيل رابطتين هدروجينيّتين بين كلّ جزيئين من الحمض الكربوكسيليّ.
- وضّح بالرسم الروابط الهدروجينية بين جزيئات الحموض الكربوكسيلية وبين جزيئات الحموض الكربوكسيلية والماء الهدروجينية بين جزيئات الحمض الكربوكسيلي



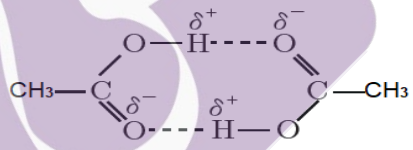
الروابط الهدروجينية بين جزيئات الحمض الكربوكسيلي



الروابط الهدروجينية بين جزيئات الحمض الكربوكسيلي والماء

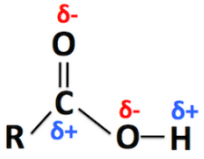
تطبيق(6) تتجمّع جزيئات حمض الخلّ على شكل جزيئات ثنائيّة، وضّح ذلك مستعيناً بالرَّسم.

تتشكل رابطتين الهدروجينين اللتين تتكونان بين كل جزيئين من حمض الخل



الخاصّيّات الكيميائيّة:

1-الخاصّيّة الحمضيّة:



تعود الصّفة الحمضيّة لهذه المركّبات إلى قطبيّة الرّابطة C=O الّتي تزيد من قطبيّة الرابطة O-H ممّا يؤدّي لسهولة تحرّر بروتون H^+ في المحلول المائيّ.

تطبيق(7): أكتب معادلة تأيّن الحَمض الكربوكسيليّ في الماء:

$$R\text{-}COOH + H_2O \rightleftharpoons R\text{-}COO^- + H_3O^+$$

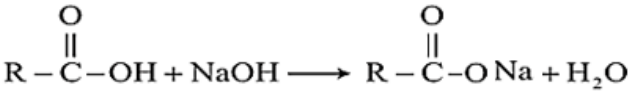
تطبيق(8): أكتب معادلة تأيّن حمض البروبانوئيك وحدّد الأزواج المترافقة بحسب نظريّة برونشتد - لوري.

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3\text{-}CH_2\text{-}COO^- + H_3O^+$$

حمض(1) أساس(2) أساس(1) حمض(2)

a- التّفاعل مع الأسس:

تطبيق (9)أكتب تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع هِدروكسيد الصُّوديوم.



ملح كربوكسيلات الصُّوديوم

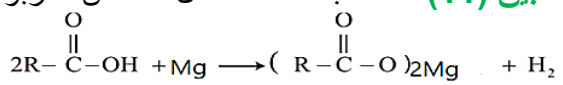
تطبيق:(10) اكتب معادلة تفاعل حمض الخلّ مع هِدروكسيد البوتاسيوم وسمِّ النَّواتج

$$CH_3\text{-}COOH + KOH \longrightarrow CH_3\text{-}COOK + H_2O$$

خلات الصوديوم أو إيتانوات الصوديوم

b-التّفاعل مع المعادن:

تطبيق (11) اكتب معادلة تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع المغنزيوم



تطبيق (12):اكتب معادلة تفاعل حمض الميتانوئيك مع الحديد وسمّ النَّواتج.

$$2H\text{-}COOH + Fe \longrightarrow (H\text{-}COO)_2Fe + H_2$$

غاز الهدروجين - ميتانوات الحديد II

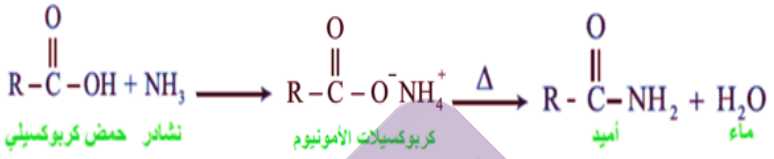
c-التَّفاعل مع الأملاح:

تطبيق (13): يتفاعل حمض الإيتانوئيك مع كربونات الصُّوديوم وينتج ملح إيتانوات الصُّوديوم وينطلق غاز ثنائي أكسيد الكربون الّذي يعكّر رائق الكلس اكتب معادلة التفاعل: $2CH_3\text{-}COOH+Na_2CO_3 \longrightarrow 2CH_3\text{-}COONa+H_2O+CO_2$

تطبيق :(14) اكتب معادلة تفاعل حَمض الميتانوئيك مع كربونات الكالسيوم.

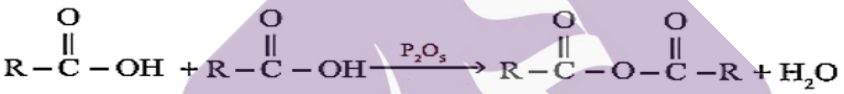
$$2H\text{-}COOH+CaCO_3 \longrightarrow (H\text{-}COO)_2Ca+H_2O+CO_2$$

2- التَّفاعل مع النّشادر: تتفاعل الحموض العضويّة مع النّشادر وينتج ملح كربوكسيلات الأمونيوم الّذي يتفكّك بالتَّسخين إلى الأميد الموافق والماء اكتب معادلة التفاعل:



3-تفاعل البلمهة ما بين جزيئيَّة:

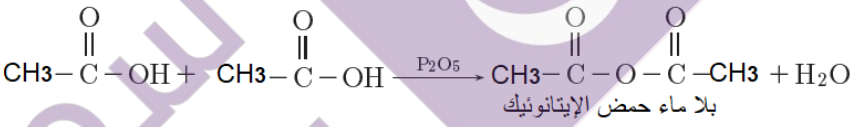
يتمّ فيها حذف جزيئة ماء من جزئيتين من الحمض بوجود خماسيّ أكسيد الفوسفور ويتشكّل بلا ماء الحمض الكربوكسيليّ وفق المعادلة الآتية:



بلا ماء الحمض الكربوكسيليّ

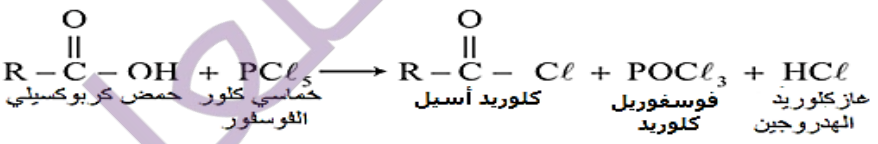
تطبيق(15):

أكتب معادلة تفاعل البلمهة ما بين جزيئيّة لحمض الإيتانوئيك ثم اكتب صيغة الوسيط المستَخْدَمْ، و سمِّ المركَّب العضويّ النَّاتج.



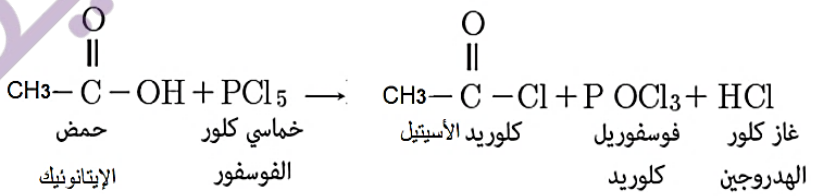
4- التَّفاعل مع خماسيّ كلور الفوسفور :

يَنْتُجُ كلور الحمض عن هذا التَّفاعل الّذي يعدّ مصدر رئيس للعديد من المركّبات العضويّة، حيث يتشكّل من استبدال ذرّة Cl بزمرة OH– وفق المعادلة الآتية:



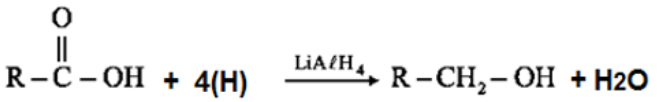
تطبيق(16):

أكتب معادلة تفاعل حمض الإيتانوئيك مع خماسي كلورالفوسفور.



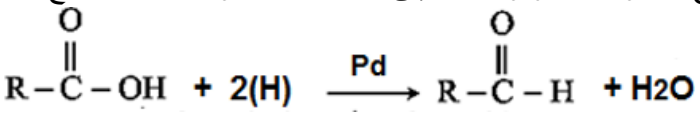
5-تفاعلات الإرجاع:

a-ترجع الحموض الكربوكسيليّة إلى الأغوال الأوّليّة الموافقة باستخدام رباعيّ هدريد اللّيثيوم والألمنيوم وفق المعادلة الآتية:



b -الإرجاع بالبلاديوم:

ترجع الحموض الكربوكسيليّة إلى الألدهيدات الموافقة بتفاعلها مع الهدروجين بوجود وسيط (البالاديوم) وفق المعادلة الآتية:



تطبيق(17):

أولاً: أختر الإجابة الصَّحيحة لكل ممّا يأتي :

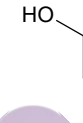
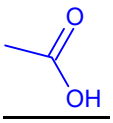
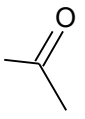
1- يُرّجع حمض الإيتانوئيك بالهدروجين إلى الإيتانال بوجود وسيط :

a) P_2O_5 b) PCl_5 c) $LiAlH_4$ d) Pd

2- يتفاعل حمض البروبانوئيك مع النّشادر بالتّسخين فيتشكّل :

a) البروبانال b) بروبان أميد c) بروبان نتريل d) بروبان أمين

3- المركّب العضويّ الّذي يعدُّ حمضاً كربوكسيليّاً من المركّبات الآتية:

a) b)  c)  d) 

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلٍّ ممّا يأتي:

١- تفوق الصِّفة القطبيّة للحموض الكربوكسيليّة مقارنة مع باقي المواد العضويّة الموافقة.

الزمرة الوظيفية المميزة للحموض الكربوكسيلية تحتوي على زمرتين قطبيتين هما زمرة الهدروكسيد OH-وزمرة الكربونيل C=O

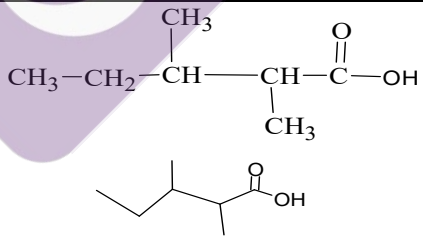
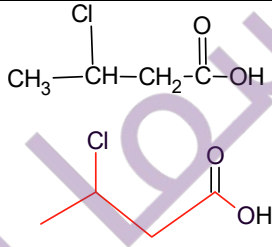
٢- نقصان مزوجية الحموض الكربوكسيليّة في الماء بارتفاع كتلتها الجزيئيّة.

بسبب نقصان تأثير الجزء القطبي COOH- وزيادة تأثير الجزء غير القطبي R

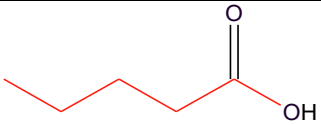
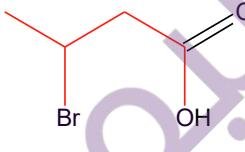
3-درجة غليان الحموض الكربوكسيليّة أعلى من درجة غليان الألدهيدات الموافقة.

بسبب الرابطتين الهدروجينية اللتين تتكونان بين كل جزيئين من الحمض الكربوكسيلية بينما الألدهيدات لا تشكل روابط هدروجينية

ثالثاً: أكتبُ الصّيغة نصف المنشورة والصّيغة الهيكليّة لكلّ من المركّبين الآتيين :

حمض 3,2 - ثنائي متيل البنتانوئيك	حمض 3 – كلورو البوتانوئيك
	

رابعا: اكتب الصّيغة الهيكليّة لكلّ من المركّبين الآتيين، ثمّ سمّيهما وفق قواعد IUPAC

$CH_3 - (CH_2)_3 - COOH$	$CH_3 - CHBr - CH_2 - COOH$
حمض البنتانوئيك 	 حمض 3-برومو البوتانوئيك

خامسا:عبّر عن التّفاعلات الآتية بمعادلات كيميائيّة، وسمِّ النّواتج

١- إرجاع حمض الإيتانوئيك بوجود رباعيّ هدريد اللّيثيوم والألمنيوم .

$$CH_3 - COOH + 4(H) \xrightarrow{LiALH_4} CH_3 - CH_2 - OH + H_2O$$

الايتانول

٢- البلمهة ما بين جزيئيّة لحمض الميتانوئيك بوجود خماسيّ أكسيد الفوسفور .

$$H-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH + H-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow{P_2O_5} H-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-H + H_2O$$

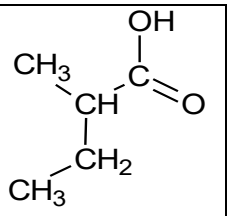
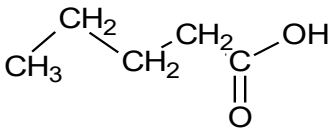
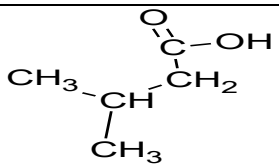
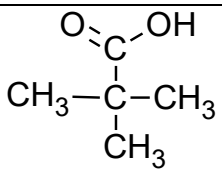
بلا ماء حمض الميتانوئيك

٣- تفاعل حمض الميتانوئيك مع كربوناتِ الكالسيوم.

$$2H-COOH + CaCO_3 \longrightarrow (H-COO)_2Ca + H_2O + CO_2$$

ثنائي أكسيد الكربون الماء ميتانوات الكالسيوم

سادساً: حمض كربوكسيليّ نظاميّ صيغته المجملة $C_5H_{10}O_2$.اكتب متصاوغاته وسمّها، ثم اذكر نوع التَّصاوغ

 **حمض 2-متيل البوتانوئيك**  **حمض البنتانوئيك**	 **حمض3-متيل البوتانوئيك**	 **حمض 2,2- ثنائي متيل بروبانوئيك**

سابعاً: حلّ المسائل الآتية:

المسألة الأولى :حمض كربوكسيليّ يحوي 69.56% من كتلتِه أكسجين .المطلوب :(C : 12 , H : 1 , O :16)

1- أحسب الكتلة الجزيئيّة الموليّة للحمض .2- اكتب الصّيغة النّصف منشورة للحمض ، وسمّه .

كل 100g حمض كربوكسيلي تحوي 69.56g اكسجين

كل M حمض كربوكسيلي تحوي 32g اكسجين

$$M=\frac{100\times 32}{69.56}\Rightarrow M=46g.mol^{-1}$$

$$R-COOH=46\Rightarrow R+12+16+16+1=46.$$

$$\boxed{R=1\Rightarrow R=H}\Rightarrow H-COOH$$ **حالة خاصة**

حمض الميتانوئيك

المسألة الثَّانية:يتفاعل حمض كربوكسيليّ نظاميّ وحيد الوظيفة R-COOH مع هِدروكسيد الصُّوديوم ويعطي ملحاً كتلته $\frac{5}{4}$ من كتلة الحمض.المطلوب:1)اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل .2)احسب الكتلة الموليّة للحمض .

3)استنتج صيغة الحَمض نصف المنشورة، وسمِّه . (C : 12 , H : 1 , Na : 23 , O :16)

$$RCOOH+NaOH\longrightarrow RCOONa+H_2O \quad (1$$

$$\begin{array}{ll} M\ g & (M+22)g \\ Xg & \frac{5}{4}X\ g \end{array}$$

$$M\tfrac{5}{4}X=X(M+22) \quad (2$$

$$5M=4M+88\Rightarrow M=88g.mol^{-1}$$

$$RCOOH=88\Rightarrow R+45=88 \quad (3$$

$$R=43g.mol^{-1}$$

$$C_nH_{2n+1}=43\Rightarrow 12n+2n+1=43$$

$$\Rightarrow 14n=42\ \Rightarrow n=3\ \Rightarrow R=C_3H_7-$$

$$CH_3CH_2CH_2COOH$$

حمض بوتانوئيك

المسألة الثَّالثة:

ينتج عن تفاعل البلمهة ما بين الجزيئيَّة لحمض كربوكسيليّ وحيد الوظيفة R-COOH مركَّب عضويّ كتلته الموليَّة تساوي $102g.mol^{-1}$، المطلوب:

1-اكتب المعادلة المعبِّرة عن تفاعل البلمهة مابين جزيئيَّة للحمض.

2-احسب الكتلة الموليَّة للحمض الكربوكسيليّ. 3-استنتج صيغة الحمض الكربوكسيليّ وسمّه.

4-استنتج صيغة المركّب العضويّ النَّاتج وسمّه. (C : 12 , H : 1 , O :16)

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow{P_2O_5} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R + H_2O$$

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R = 102$$

$$R+12+16+16+12+16+R=102 \Rightarrow 2R+72=102 \Rightarrow 2R=102-72=30 \Rightarrow R=15 g.mol^{-1}$$

$$M = 15+45 = 60 gmol^{-1}$$

$$R-COOH = 60$$

$$R+45=60 \Rightarrow R=15 \Rightarrow C_nH_{2n+1}=15$$

$$12n+2n+1=15 \Rightarrow 14n=14$$

$$n=1 \Rightarrow R=CH_3-$$

$$CH_3-COOH$$

حمض الإيتانوئيك

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$$ بلا ماء حمض الإيتانوئيك

المسألة الرّابعة: غول أوّليّ مشبع وحيد الوظيفة $R-CH_2-OH$ يؤكسد أكسدة تامّة، ثم يعامل ناتج الأكسدة مع هِدروكسيد البوتاسيوم فينتج ملحاً كتلته $\frac{56}{37}$ من كتلة ناتج الأكسدة، المطلوب:

1-اكتب معادلات التّفاعل الحاصلة. 2-استنتج صيغة ناتج الأكسدة وسمِّه.

3-استنتج صيغة الغول المستَعْمَلْ وسمِّه. (C : 12 , H : 1 , K : 39 , O :16)

$$R-CH_2-OH + 2(O) \longrightarrow R-COOH + H_2O$$

$$R-COOH + KOH \longrightarrow R-COOK + H_2O$$

$R+45$	$R+83$
X	$\frac{56}{37}X$

$$X(R+83) = X(R+45)\frac{56}{37}$$

$$37R+3071 = 56R+2520 \Rightarrow 19R = 551 \Rightarrow R = 29$$

$$C_nH_{2n}+1 = 29 \Rightarrow 12n+2n+1=29 \Rightarrow n = \frac{28}{14} = 2$$

$$R = (CH_3-CH_2-)$$

صيغة ناتج الاكسدة CH_3-CH_2-COOH حمض البروبانوئيك

صيغة الغول $CH_3-CH_2-CH_2-OH$ البروبان-1-ول

تفكير ناقد:

تتآكل طاولات المطابخ المصنوعة من الرخام مع مرور الزمن، ما تفسيرك لذلك؟

بسبب احتواء الكثير من الأطعمة على حموض كربوكسيلية التي تتفاعل مع كربونات الكالسيوم الموجودة في الرخام.

الدرس الرابع مشتقّات الحموض الكربوكسيليّة

أولاً: الإسترات

- الصِّيغة العامَّة للإسترات

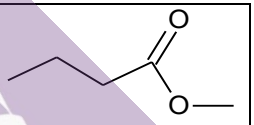
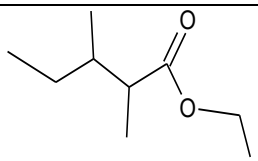
- $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R'$ أو $RCOOR'$

- تحتوي الإسترات على الزّمرة الإسترية $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$

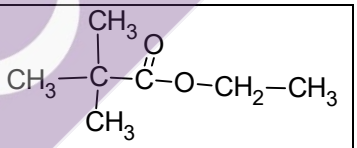
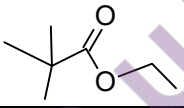
- $R' \neq H$ في الإسترات.

- تسمية الإسترات حسب قواعد الاتّحاد الدّوليّ للكيمياء البحتة والتطبيقيّة IUPAC:

تطبيق(1): أكتب اسم كلاً من المركّبين الآتيين وفق قواعد الاتّحاد الدّوليّ IUPAC

 بوتانوات المتيل	 3,2- ثنائي متيل بنتانوات الإتيل

تطبيق (2): اكتب الصّيغة نصف المنشورة والصّيغة الهيكليّة للمركّب الآتي: 2,2 - ثنائي متيل بروبانوات الإتيل

إضاءة: التسمية الشّائعة لبعض الإسترات.

$CH_3-COO-CH_3$ خلات المتيل (أسيتات المتيل)	$H-COO-C_2H_5$ نملات الإتيل (فورمات الإتيل)

- **تحضير الإسترات:**

1 – تفاعل الإسترة: يسمى تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الغول بتفاعل الأسترة ، يحدث على الرّابطة C-O في الحمض وعلى الرّابطة O-H في الغول كما يأتي:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + R'-OH \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R' + H_2O$$

تطبيق(3): اكتب معادلة تفاعل حمض الميتانوئيك مع البروبان-1-ول ، وسمّ المركب العضويّ النّاتج.

$$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3-CH_2-CH_2-OH \rightleftharpoons H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_2-CH_3 + H_2O$$

ميتانوات نظامي البروبيل

2-تفاعل كلور الحمض الكربوكسيليّ مع الغول أو الفينول:

تطبيق(4): اكتب معادلة تفاعل كلور الأستيل (كلور حمض الاستيك) مع الفينول ، وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl + C_6H_5-OH \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_6H_5 + HCl$$

كلوريد الأستيل — الفينول — إيتانوات الفنيل — غاز كلوريد الهدروجين

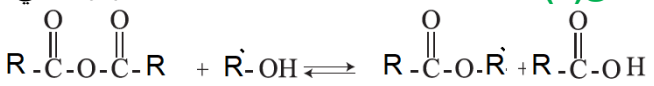
تطبيق(5): اكتب معادلة تفاعل كلور الأستيل مع الإيتانول ، وسمّ المركب العضوي الناتج.

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl + C_2H_5-OH \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5 + HCl$$

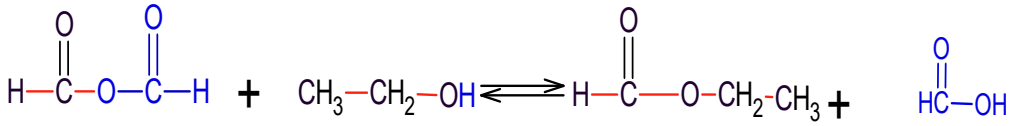
كلوريد الأستيل — إيتانول — إيتانوات الإتيل — غاز كلوريد الهدروجين

3-تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيلي مع الغول.

تطبيق(6)اكتب معادلة تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيليّ مع الغول.



تطبيق(7):اكتب معادلة تفاعل بلا ماء حمض الميتانوئيك مع الإيتانول وسمّ المركّبات العضويّة النّاتجة.



حمض الميتانوئيك ميتانوات الإيتيل

- **الخاصّيّات الفيزيائيّة للإسترات:**

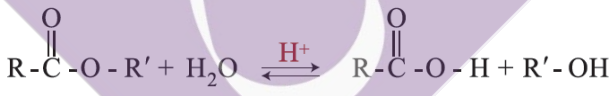
- تزداد **درجة غليان الإسترات** بازدياد كتلها الجزيئيّة، إلا أنّها **أقلّ من درجات غليان الحموض الكربوكسيليّة الموافقة،** لأن الحموض الكربوكسيليّة تشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئات وعدم تشكّلها بين جزيئات الإسترات.
- لا تنحلّ الإسترات في الماء، ولكنّها تنحلّ في معظم المحلّات (المذيبات) العضويّة.

تطبيق(8):فسّر سبب عدم قدرة الإسترات على تشكيل روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها.

لعدم وجود ذرة هدروجين مرتبطة بذرة ذات شديدة الكهرسلبية.

- حلمهة الإسترات:

تطبيق (9)اكتب تفاعل حلمهة الإستر بوجود حمض لا عضوي كحفاز.

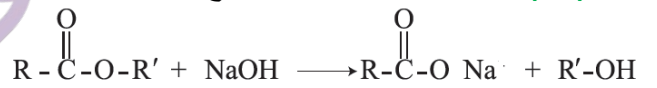


تطبيق(10)اكتب معادلة تفاعل حلمهة إيتانوات المتيل ، وسمّ المركّبات العضويّة النّاتجة.

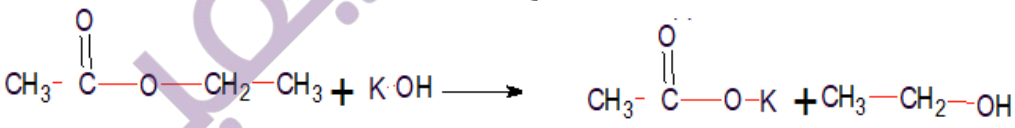
ميتانول حمض الإيتانوئيك

2-تفاعل الإسترات مع القلويات:

تطبيق(11)اكتب معادلة تفاعل الإستر مع هِدروكسيد الصُّوديوم.



تطبيق(12): اكتب معادلة تفاعل إيتانوات الإتيل مع هِدروكسيد البوتاسيوم.



3-إرجاع الإسترات:

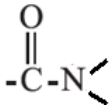
ترجع الإسترات بوجود رباعيّ هدريد اللّيثيوم والألمنيوم إلى غولين.

تطبيق(13)اكتب المعادلة المعبّرة عن إرجاع الإستر بوجود رباعيّ هدريد اللّيثيوم والألمنيوم.

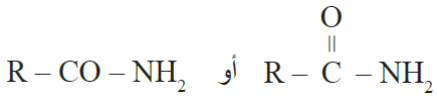
تطبيق(14):اكتب المعادلة المعبّرة عن تفاعل إرجاع ميتانوات الإيتيل بوجود رباعيّ هدريد اللّيثيوم والألمنيوم ، وسمِّ المركَّبات العضويَّة النَّاتجة.

إيتانول ميتانول

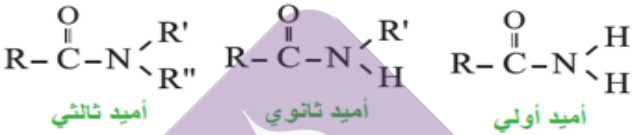
ثانياً: الأميدات



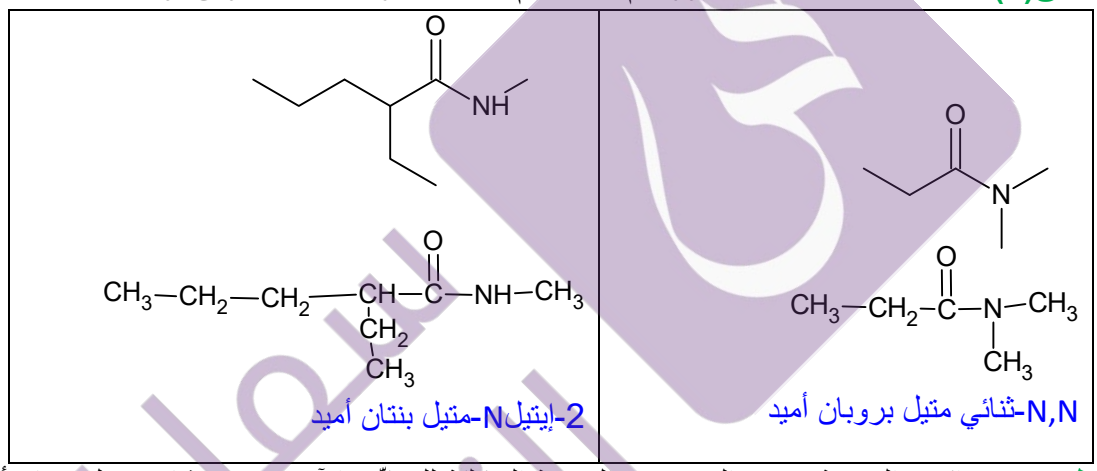
- تحتوي الأميدات على الزّمرة الأميدية .
- الصّيغة العامّة للأميدات



إضاءة:تصنَّف الأميدات إلى أوّليّة وثانويّة وثالثيّة:

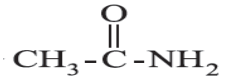


تطبيق(1):أكتب الصيغة نصف المنشورة ثم اكتب اسم كلاً من المركّبين الآتيين وفق قواعد الاتّحاد الدّوليّ IUPAC



تطبيق (2): اكتب الصّيغة نصف المنشورة والصّيغة الهيكليّة للمركّب الآتي :N,N- ثنائي متيل بوتان أميد

إضاءة :

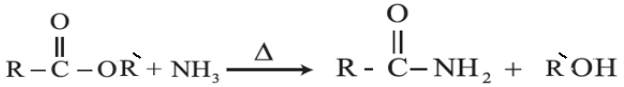
	التّسمية الشّائعة للمركّب أسيت أميد

- تحضير الأميدات:

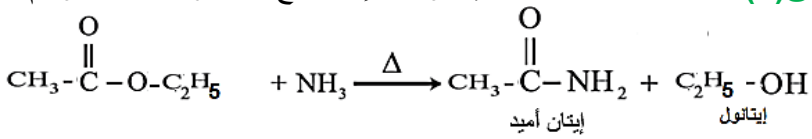
حيث تُحضّر الأميدات بتفاعل النّشادر أو مشتقّاته (الأمينات) مع الحموض الكربوكسيليّة أو مشتقّاتها (الإسترات، كلور الحمض، بلا ماء الحمض)

1- تفاعل النّشادر مع الإستر:

تطبيق(3): أكتب معادلة تفاعل الإستر مع النّشادر بالتّسخين:

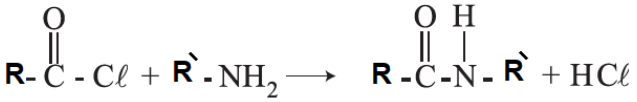


تطبيق(4): أكتب معادلة تفاعل إيتانوات الإيتيل مع النّشادر بالتّسخين وسمّ النّواتج.

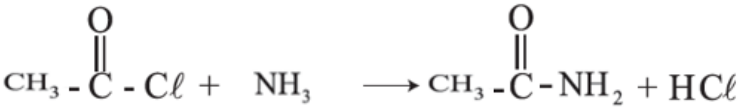


2- تفاعل كلور الحمض الكربوكسيلي مع النّشادر أو الأمينات الأوّليّة:

تطبيق(5) اكتب معادلة تفاعل كلور الحمض الكربوكسيليّ مع الأمين الأوّليّ.



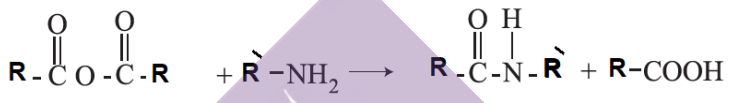
تطبيق(6): اكتب معادلة تفاعل كلور الأستيل مع النّشادر وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.



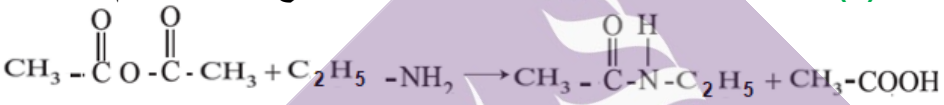
إيتان أميد

3-تفاعل بلا ماء الحموض الكربوكسيليّ مع الأمين الأوّليّ.

تطبيق(7):اكتب معادلة تفاعل بلا ماء الحمض الكربوكسيليّ مع الأمين.



تطبيق(8): اكتب معادلة تفاعل بلا ماء حمض الإيتانويك مع إتيل أمين وسمّ المركّبات العضويّة النّاتجة.



حمض الإيتانويك N- إيتيل إيتان أميد

- الخاصّيّات الفيزيائيّة للأميدات:

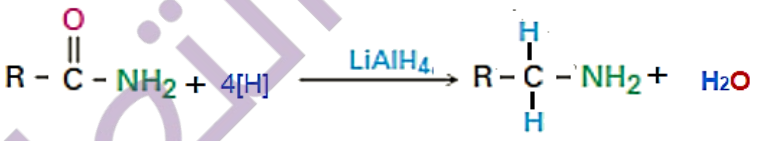
الأميدات مواد صلبة أو سائلة ذات درجات غليان وانصهار مرتفعة نسبياً، حيث تتشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئات الأميدات الأوّليّة والثّانويّة.

تطبيق(9):فسّر سبب عدم تشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئات الأميدات الثّالثيّة.

بسبب عدم وجود ذرة هدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية

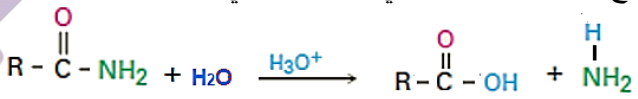
- بعض الخاصّيّات الكيميائيّة للأميدات:

1-إرجاع الأميدات: تُرجَع الأميدات إلى أمينات بوجود رباعيّ هدريد اللّيثيوم والألمنيوم اكتب المعادلة:



2-حلمهة الأميدات:

ينتج عن حلمهة الأميد في وسط حمضي، الحمض الكربوكسيليّ والنّشادر وفق المعادلة:

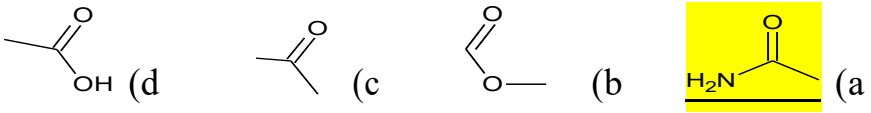


تطبيق(10)أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1-ينتج من تفاعل ميتانوات الإيتيل مع النّشادر:

a)ميتانول b) إيتان أمين c) إيتان أميد d)ميتان أميد

2- المركّب العضويّ الذي يعد أميد من المركّبات الآتية:



3-تفاعل الإسترة يحدث في الحمض الكربوكسيليّ على الرّابطة:

a) C=O b) O-H c) C-C d) C-O

4- أحد المركّبات الآتية يشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئاته:

a) بروبان-2-ون b) 2-متيل بوتانوات الإيتيل c) N- متيل ميتان أميد d) ميتانال

5-الرّابطة $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-N<$ تميّز المركّب العضويّ الآتي:

a) أميد b) أمين c) نتريل d) أستر .

ثانياً: أعط تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

١- درجات غليان الإسترات أقلّ من درجات غليان الحموض الكربوكسيليّة الموافقة.

بسبب تشكل روابط هدروجينية بين جزئيات الحموض الكربوكسيلية وعدم تشكلها بين جزئيات الإستيرات

2- المركّب N,N-ثنائي متيل إيتان أميد غير قادر على تشكيل روابط هدروجينيّة بين جزيئاته.

بسبب عدم وجود ذرة هدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبية

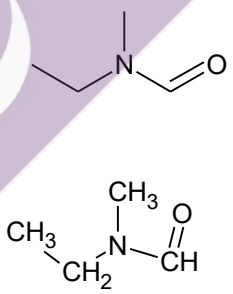
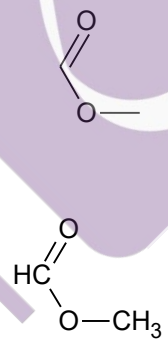
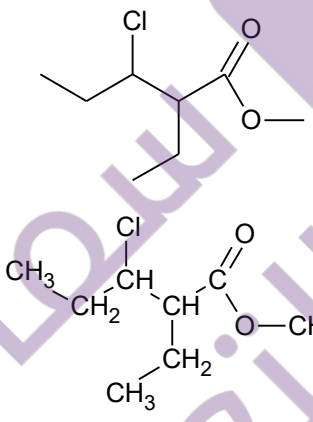
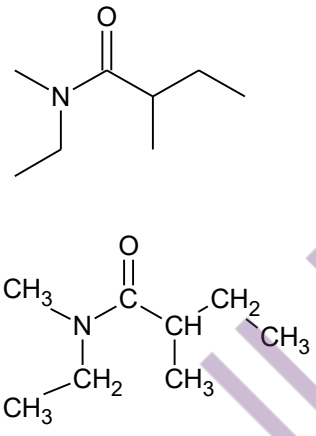
ثالثاً: مركّب عضويّ يتفاعل مع بلا ماء حمض الإيتانوئيك فينتج حمض الإيتانوئيك و N- إيتيل إيتان أميد والمطلوب:

1- ما صيغة هذا المركّب. 2- اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل.

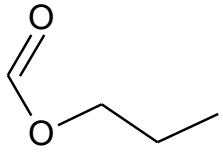
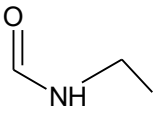
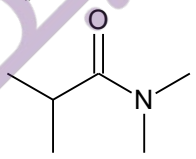
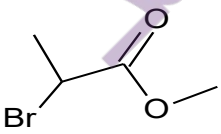
$CH_3-CH_2-NH_2$

$$CH_3-C(=O)-O-C(=O)-CH_3 + CH_3-CH_2-NH_2 \longrightarrow CH_3-C(=O)-N(H)-CH_2CH_3 + CH_3-COOH$$

رابعاً: اكتب الصّيغة النّصف منشورة للمركّبات الآتية ثم سمّها وفق قواعد IUPAC.

(a	(b	(c	(d
 N-إتيل-N-متيل ميتان أميد	 متانوات المتيل	 3-كلورو -2-أيتيل بنتانوات المتيل	 N- إيتيل N,2- ثنائي متيل بوتان أميد

خامساً: أكتب الصّيغة الهيكليّة للمركّبات الآتية:

ميتانوات نظامي البروبيل	N- إيتيل ميتان أميد	N, 2,N - ثلاثي متيل بروبان أميد	٢- برومو بروبانوات الميتيل
			

سادساً: أكمل المعادلات الآتية:

$$CH_3-C(=O)-O-C(=O)-CH_3 + CH_3OH \rightleftharpoons CH_3-C(=O)-OH + CH_3-C(=O)-O-CH_3$$

$$H-C(=O)-NH_2 + 4[H] \xrightarrow{LiAlH_4} CH_3-NH_2 + H_2O$$

$$CH_3-C(=O)-O-C_2H_5 + NaOH \longrightarrow CH_3-C(=O)-ONa + C_2H_5-OH$$

$$CH_3-C(=O)-NH_2 + H_2O \xrightarrow{H_3O^+} CH_3-C(=O)-OH + NH_3$$

سابعاً: حلّ المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:

أميد أولي نسبة النّتروجين فيه 19.17 %، المطلوب:1-أحسب كتلته المولّية.

2-استنتج صيغته نصف المنشورة ، وسمّه. (H:1 C:12 N:14 O:16)

كل 100g اميد اولي تحوي 19.17g نتروجين

كل M اميد اولي تحوي 14g نتروجين

$$R-CO-NH_2$$

$$M=\frac{100\times 14}{19.17}=73gmol^{-1}\Rightarrow R+12+16+14+3=73\Rightarrow R=73-44=29$$

$$R=29\Rightarrow C_nH_{2n}+1=29\Rightarrow 12n+2n+1=29\Rightarrow n=\frac{28}{14}=2\Rightarrow R=(C_2H_5-)$$

بروبان أميد $C_2H_5-CO-NH_2$

المسألة الثّانية:

يتفاعل الإيتانول مع حمض كربوكسيليّ نظاميّ وحيد الوظيفة الكربوكسيليّة فيتشكّل مركّب عضويّ كتلته المولّية $88\ g.mol^{-1}$ ، المطلوب:1-اكتب معادلة التّفاعل الحاصل.2-أستنتج صيغة الحمض الكربوكسيليّ ، وسمّه.

3-استنتج صيغة المركّب العضويّ النّاتج ، وسمّه. (H:1 C:12 O:16)

$$C_2H_5-OH+R-COOH\rightleftharpoons R-COO-C_2H_5+H_2O$$

$$R+44+29=88\Rightarrow R=88-73=15\Rightarrow R=CH_3-$$

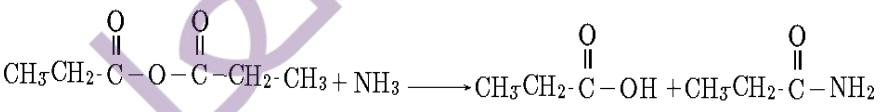
$$C_nH_{2n}+1=15\Rightarrow 12n+2n+1=15\Rightarrow n=1$$

$$R=CH_3$$

حمض الإيتانوئيك CH_3-COOH

ايتانوات الايتيل $CH_3-COO-C_2H_5$

تفكير ناقد:لتحضير مركّب بروبان أميد يتفاعل بلا ماء حمض كربوكسيلي مع النشادر بالتسخين، اكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة عن التفاعل الحاصل.



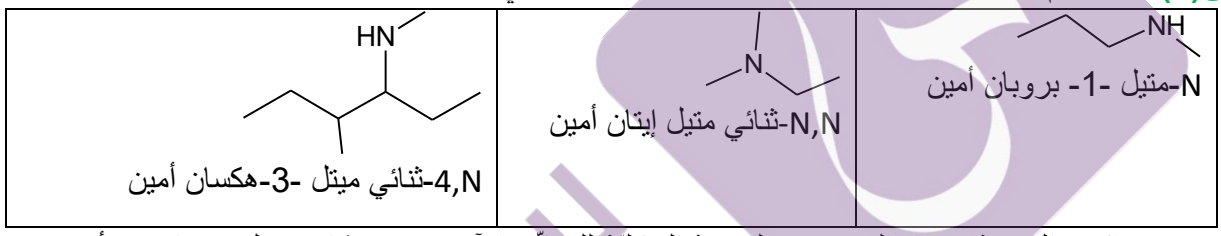
- الرّابطة التي تميّز الأمينات C-N.
- الصّيغة العامّة للأمينات الأوليّة $R-NH_2$.
- الأمينات مركّبات عضويّة مشتقّة من النّشادر(الأمونيا)، حيث يحلّ جذر (ألكيل) أو جذر (أريل) أو أكثر محل ذرّة هدروجين أو أكثر.

إضاءة:

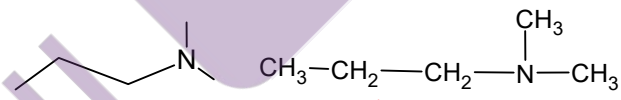
تصنيف الأمينات:

- تسمية الأمينات حسب قواعد الاتّحاد الدّوليّ للكيمياء البحتة والتّطبيقيّة IUPAC:

تطبيق(3): أكتب اسم كلاً من المركّبات الآتية وفق قواعد الاتّحاد الدّوليّ IUPAC



تطبيق (4) : اكتب الصّيغة نصف المنشورة والصّيغة الهيكليّة للمركّب الآتي :N,N- ثنائي متيل بروبان-1- أمين



بعض طرق تحضير الأمينات:

1- تفاعل النّشادر مع هاليد الألكيل:

تطبيق(5): اكتب معادلة تفاعل هاليد الألكيل مع النّشادر في شروط مناسبة: $R-X+NH_3 \longrightarrow RNH_2 + HX$

تطبيق(6): أكتب معادلة تفاعل يودو الإيتان مع النّشادر: $CH_3-CH_2-I+NH_3 \longrightarrow CH_3-CH_2-NH_2+HI$

2- تفاعل الغول مع النّشادر:

تطبيق(7): اكتب معادلة تفاعل الميتانول مع النّشادر بشروط مناسبة وبوجود أكسيد الألمنيوم كوسيط.

$$CH_3-OH+NH_3 \longrightarrow CH_3NH_2 + H_2O$$

تطبيق(8) أكتب معادلة تفاعل ميتان أمين مع الميتانول بشروط مناسبة وبوجود أكسيد الألمنيوم كوسيط ثم صنّف الأمين النّاتج (أولي – ثانوي - ثالثي)

$$CH_3-OH+CH_3-NH_2 \xrightarrow{Al_2O_3} CH_3-\underset{CH_3}{NH} + H_2O$$

أمين ثانوي

3-إرجاع النتريلات:

تطبيق(9): اكتب معادلة تفاعل إرجاع البروبان نتريل بوجود الهدروجين على سطح حفاز من النيكل وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.

$$CH_3-CH_2-CN+4[H] \longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$$

بروبان -1-أمين

تطبيق(10): اكتب معادلة تفاعل إرجاع بوتان نتريل بالهدروجين على سطح حفاز من النّيكل وسمّ المركّب العضويّ النّاتج.

$$CH_3-CH_2-CH_2-CN+4[H]\longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$$

- **الخاصّيّات الفيزيائيّة للأمينات:**

-الأمينات ذات الكتل الجزيئيّة المنخفضة مزوجيتها شديدة في الماء، وتقلّ مزوجيتها في الماء بزيادة كتلتها الجزيئيّة.

-تمتاز الأمينات بروائح نشادريّة واخزة مميزة، والأمينات العليا روائحها كريهة جداً .

-الأمينات الأوّليّة والثّانويّة تشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها ممّا يرفع من درجة غليانها.

تطبيق(11):درجة غليان الأمينات الأولية والثّانوية أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة، فسّر ذلك؟

الأمينات الأوّليّة والثّانويّة تشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها بينما لا تشكّل الألكانات روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها.

- بعض الخاصّيّات الكيميائيّة للأمينات:

الخاصّيّة الأساسيّة:تحتوي الأمينات على زوج إلكترونيّ غير رابط على ذرّة النّتروجين قادرة على منحه أو استقبال بروتون مما يكسبها خاصّيّات أساسيّة.

1- تأيّن الأمينات في الماء

تطبيق(12): أكتب معادلة تأين الأمين الأوّليّ: $RNH_2+H_2O\rightleftharpoons RNH_3^+ +OH^-$

تطبيق(13)اكتب معادلة تأين ميتان أمين ثمّ حدّد الأزواج المترافقة بحسب نظريّة برونشتد لوري.

$$CH_3NH_2+H_2O\rightleftharpoons CH_3NH_3^+ +OH^-$$

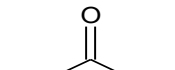
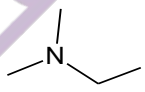
2-تفاعل الأمينات مع الحموض.

تطبيق(14):اكتب معادلة تفاعل إيتان أمين مع حمض كلور الماء. $CH_3-CH_2-NH_2+HCl\longrightarrow CH_3-CH_2-NH_3^+ +Cl^-$

تطبيق(15):أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1-ينتج من تفاعل إرجاع بروبان نتريل: a)بروبان أميد b) بروبان أمين c) إيتان أمين d)إيتان أميد

2-المركّب العضويّ الذي يعد من الأمينات في المركّبات الآتية:

(a (b  (c (d 

ثانياً: إذا علمتَ أنّ قيمة ثابت تأيّن النّشادر $K_b=2\times10^{-5}$ وقيمة ثابت تأيّن ميتان أمين $K_b=2\times10^{-4}$ المطلوب:

1-اكتب معادلة تأيّن كل منهما. 2-حدّد أيّهما أساس أقوى مفسّراً إجابتك.

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

$$CH_3NH_2+H_2O\rightleftharpoons CH_3NH_3^+ +OH^-$$

ميتان أمين يعد أساس أقوى من النشادر لأن $K_b(CH_3NH_2)>K_b(NH_3)$

ثالثاً: أعط تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

1- درجات غليان الأمينات الأوليّة والثّانويّة أعلى من درجة غليان الألكانات الموافقة.

الأمينات الأوّليّة والثّانويّة تشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها بينما لا تشكّل الألكانات روابط هدروجينيّة بين جزيئاتها.

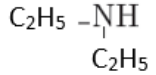
2- مزوجية ميتان أمين شديدة في الماء.

بسبب قطبية روابطه بالإضافة إلى تشكيل روابط هدروجينية بين جزيئاته وبين جزيئات الماء.

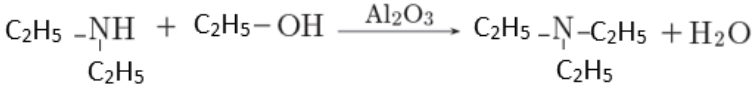
رابعاً: مركّب عضويّ يتفاعل مع الإيتانول وينتج N,N ثنائيّ إيتيل إيتان أمين والماء، المطلوب:

1- ما صيغة هذا المركّب. 2- اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل.

-1



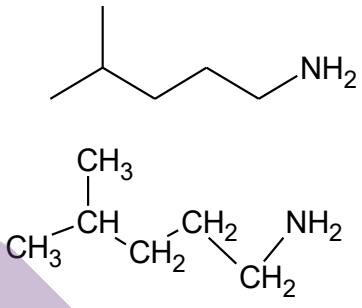
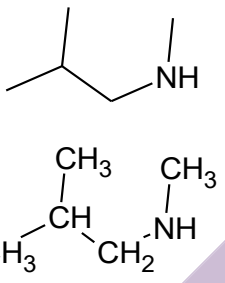
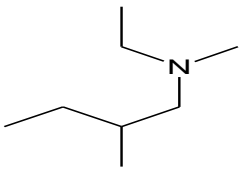
-2



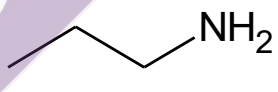
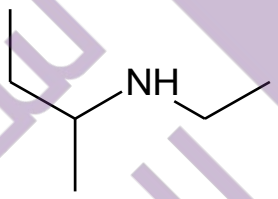
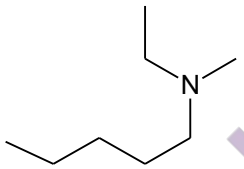
خامساً: لديك الصّيغ الهيكليّة للأمينات الآتية المطلوب :

1-اكتب الصّيغة النّصف منشورة للمركّبات الآتية ثمّ سمها وفق قواعد IUPAC.

2- صنّفها إلى أمينات (أوّليّة – ثانويّة - ثالثيّة)

(a	(b	(c
		
4 - متيل بنتان -1- أمين أمين أولي	2,N- ثنائي متيل بروبان -1- أمين أمين ثانوي	N-إيتيل- 2,N-ثنائي متيل بوتان -1-أمين أمين ثالثي

سادساً: أكتب الصّيغة الهيكليّة للمركّبات الآتية:

(a	(b	(c
بروبان-1- أمين 	N- إيتيل بوتان-2- أمين 	N- إيتيل N- متيل بنتان -1-أمين 

سابعاً: أكمل المعادلات الآتية:

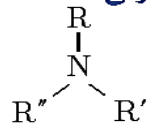
$$C_2H_5-CN + 4[H] \longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2NH_2$$

$$C_2H_5-Br + NH_3 \longrightarrow C_2H_5-NH_2 + HBr$$

$$CH_3-CH_2-OH + CH_3-CH_2NH_2 \longrightarrow CH_3-CH_2NH + H_2O$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad CH_3-CH_2$$

ثامناً: حلّ المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:

أمين ثالثي  نسبة النّتروجين فيه 13.86% المطلوب:

1. احسب كتلته المولّية.
2. استنتج صيغته نصف المنشورة وسمّه علماً أنّ $R = R' = R''$.

(H:1, C:12, N:14)

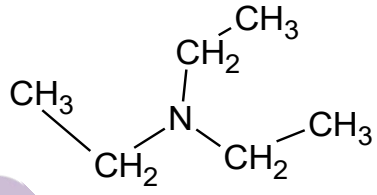
-1 كل 100 تحتوي 13.86

كل M تحتوي 14

$$M=\frac{14\times100}{13.86}=101g.mol^{-1}$$

$$3R=87\Rightarrow R=29\Rightarrow C_nH_{2n+1}=29\Rightarrow 14n=28\Rightarrow n=2$$

$$\Rightarrow R=CH_3-CH_2-$$



اسم المركب N,N-ثنائي إيتيل إيتان أمين

المسألة الثَّانية:

محلول مائي للميتان أمين تركيزه $0.5\ mol.L^{-1}$ وقيمة pH=12 المطلوب:1- أكتب معادلة تأيّنه ثمّ حدّد الأزواج المترافقة بحسبِ برونشتد لوري.2-أحسب قيمة درجة تأيّنه. 3-أحسب قيمة ثابت تأيّنه. $(H:1,C:12,N:14,O:16)$

$$CH_3NH_2+H_2O\rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^- \quad -1$$

أساس(2) حمض(1) حمض(2) أساس(1)

$$pH+pOH=14\Rightarrow pOH=2$$

$$\left[OH^-\right]=10^{-pOH}=10^{-2}\ mol.L^{-1} \quad -2$$

$$\alpha=\frac{\left[OH^-\right]}{C_b}=\frac{10^{-2}}{0.5}=2\times10^{-2}$$

$$\left[OH^-\right]=\sqrt{C_b.K_b}\Rightarrow 10^{-2}=\sqrt{0.5\times K_b}\Rightarrow K_b=2\times10^{-4} \quad -3$$

تفكير ناقد:يعدّ إيتيل أمين أساساً أقوى من متيل أمين ما تفسيرك لذلك؟تعد الجذور الألكيلية دافعة للإلكترونات وعند كبر الجذر الألكيلي يزداد تأثير مما يؤدي إلى زيادة توضع الكثافة الإلكترونية على ذرة النتروجين مما يزيد من إمكانية استقبال بروتون وبالتالي تزداد الصفة الأساسية وهذا ما يجعل إيتيل أمين أساس أقوى من متيل أمين.

أسئلة الوحدة

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل ممّا يأتي :

1-الرّابطة C-N تميّز المركّب العضويّ الآتي: a) أميد b) نتريل c) أمين d) أستر

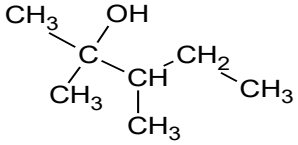
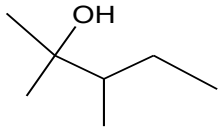
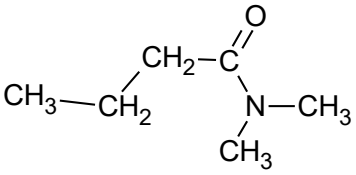
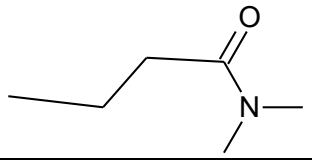
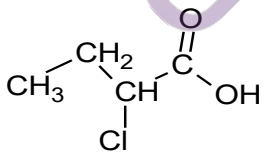
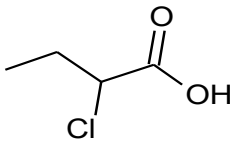
2- ينتج حمض البروبانوئيك من تفاعل: a) أكسدة البروبانون b) إرجاع البروبان-2-ول

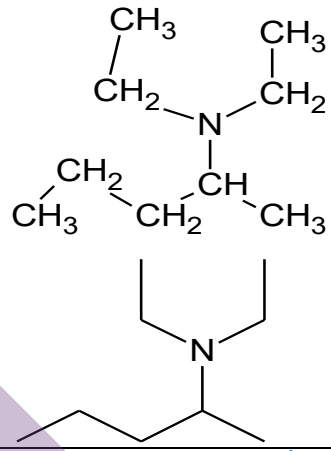
c) أكسدة البروبانال d) امرار البروبان -1-ول على مسحوق النحاس المسخّن

3- أحد المركّبات الآتية لا يشكّل روابط هدروجينيّة بين جزيئاته:

a) بروبان-2-ول b) حمض الميتانوئيك c) N- متيل إيتان أمن d) إيتانال

ثانياً- اكتب الصِّيغة نصف المنشورة ثمّ الصيغة الهيكلية لكلّ من المركّبات الآتية:

3,2 – ثنائي ميتيل بنتان – 2- ول	N, N- ثنائي متيل بوتان أميد	حمض 2 – كلورو البوتانوئيك
 	 	 

N, N- ثنائي إيتيل بنتان-2- أمين 		

ثالثاً- حلّ المسائل الآتية:

المسألة 1: نأخذ 50mL من محلول الإيتانول ونضيف إليه كمّيّة مناسبة من البوتاسيوم، فينطلق غاز حجمه في الشَّرطين النِّظاميين 224mL . المطلوب: 1- اكتب معادلة التَّفاعل الحاصل.

2- احسب تركيز محلول الإيتانول مقدّراً بـ $g.L^{-1}$, $mol.L^{-1}$.

٣- يراد الحصول على 5L من الإيتانول السابق من ضمّ الماء إلى الإيتِن .احسب حجم غاز الايتِن اللازم لذلك في الشَّرطين النَّظاميين . (k: 39 , C : 12 , O : 16 , H : 1)

$$C_2H_5\text{-}OH + K \longrightarrow C_2H_5OK + \frac{1}{2}H_2$$

$1mol$ $\quad\quad$ $\frac{1}{2}\times 22.4L$

$nmol$ $\quad\quad$ $0.224L$

$$n = \frac{0.224}{\frac{1}{2}\times 22.4} = 0.02\,mol$$

$$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{v} = \frac{0.02}{0.05} = 0.4mol.l^{-1}$$

$$C_{g.l^{-1}} = C_{mol.L^{-1}}.M = 0.4\times 46 = 18.4g.l^{-1}$$

$$CH_2 = CH_2 + H_2O \longrightarrow C_2H_5\text{-}OH \quad \text{-2}$$

$22.4L$ $\quad\quad$ $1mol$

vL $\quad\quad$ $2mol$

$$n = c\times v = 0.4\times 5 = 2mol$$

$$v = 22.4\times 2 = 44.8L$$

المسألة 2: نعامل ml (10) من محلول الإيتانال تركيزه $0.5mol.L^{-1}$ بكمية كافية من محلول فهلنغ فيتكوّن راسب أحمر آجري من أكسيد النحاس I المطلوب: 1-اكتب معادلة التفاعل واحسب كتلة الراسب.

2.للحصول على 5L من محلول الإيتانال السابق نمرر بخارالإيتانول على مسحوق النحاس المسخن، أكتب معادلة التفاعل ثم احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك (H:1 O:16 C:12 Cu:63.5)

$$CH_3\text{-}CHO + \left(2Cu^{2+} + 5OH^-\right) \longrightarrow CH_3\text{-}COO^- + Cu_2O + 3H_2O$$

$1mol$ $\quad\quad$ $143g$

$0.005mol$ $\quad\quad$ mg

$$n = c \times v = 0.5 \times 0.01 = 0.005mol$$

$$m = \frac{143 \times 0.005}{1} = 0.715g$$

$$CH_3 - CH_3 - OH \xrightarrow[200\text{-}300^0C]{Cu} CH_3 - CHO + H_2$$

46g	1mol
xg	2.5mol

$$n = 0.5 \times 5 = 2.5mol$$

$$x = 46 \times 2.5 = 115g$$

المسألة 3: نعامل 0.5ℓ من محلول الإيتانال بكمية كافية من كاشف تولن فيتشكل راسب كتلته 5.4g ، المطلوب:

1-أكتب معادلة التفاعل 2- احسب التركيز المولي للإيتانال 3-أحسب كتلة الإيتانول اللازمة للحصول على 10L من محلول الإيتانال السابق. (Ag : 108 C:12 O:16 H:1)

1- $CH_3 - CHO + \left(2Ag^+ + 3OH^-\right) \longrightarrow CH_3 - COO^- + 2Ag + 2H_2O$

1mol	216g
nmol	5.4g

$$n = \frac{5.4}{216} = 0.025mol$$

$$C = \frac{n}{v} = \frac{0.025}{0.5} = 0.05mol.l^{-1}$$

$$CH_3 - CH_2 - OH + (O) \longrightarrow CH_3 - CHO + H_2O$$

46g	1mol
xg	0.5mol

$$n = C \times V = 0.05 \times 10 = 0.5mol$$

$$x = 46 \times 0.5 = 23g$$

المسألة 4: يُؤكسد 23g من الإيتانول أكسدة تامّة و يكمل الحجم بالماء المقطر إلى 250ml ثم يعاير المحلول الناتج باستعمال هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $1mol.l^{-1}$ ، المطلوب : 1- اكتب جميع معادلات التفاعلات الحاصلة

2-احسب حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازم للمعايرة 3-احسب التركيز المولي للملح الناتج في المحلول بعد المعايرة.

4-تؤخذ عينة مماثلة لهيدروكسيد الصوديوم ويضاف إليها تسع أضعافها ماء احسب تركيزها الجديد واحسب الـpH في هذه الحالة لهذا المحلول. (Na:23 C:12 O:16 H:1)

1- $C_2H_5OH + 2(O) \longrightarrow CH_3 - COOH + H_2O$

$$CH_3 - COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

2- $C_2H_5OH + 2(O) \longrightarrow CH_3 - COOH + H_2O$

46g	1mol
23g	nmol

$$n_{(CH_3\text{-}COOH)} = \frac{23}{46} = 0.5mol$$

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

$$n_{CH_3COOH} = n_{NaOH}$$

$$0.5 = c_2 \times v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{0.5}{1} = 0.5L$$

$$n_{CH_3COOH} = n_{CH_3COONa} \Rightarrow n_{CH_3COONa} = 0.5mol$$

$$C = \frac{n}{v_1 + v_2} = \frac{0.5}{0.25 + 0.5} = \frac{0.5}{0.75} = \frac{2}{3} mol.L^{-1}$$

$$n_1 = n_2 \Rightarrow c_1 \times v_1 = c_2 \times 10v_1$$

$$1 \times v_1 = c_2 \times 10v \Rightarrow c_2 = 0.1mol.l^{-1}$$

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

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

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

المسألة 5 : محلول حمض الخل تركيزه $0.05mol.L^{-1}$ ثابت تأينه $2X10^{-5}$ ، المطلوب :1-أحسب pH المحلول.

2-لاستحصال 5L من المحلول السابق نؤكسد الإيتانول أكسدة تامة:

a)اكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة عن التفاعل الحاصل.b)احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك.

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a C_a} = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0.05} = 10^{-3} mol.L^{-1}$$

$$pH = -Log[H_3O^+] = -\log 10^{-3} = 3$$

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

$$46g \qquad\qquad 1mol$$

$$mg \qquad\qquad 0.25mol$$

$$n = c \times v = 0.05 \times 5 = 0.25mol$$

$$m = 46 \times 0.25 = 11.5g$$

المسألة 6 : نعامل 6g من حمض كربوكسيليّ وحيد الوظيفة مع ملح كربونات الصُّوديوم فينطلق غاز حجمه 1.12L في الشّرطيين النّظاميين . المطلوب:1- اكتب معادلة التّفاعل الحادثة واحسب الكتلة المولّية للحمض .

2- أوجد الصّيغة نصف المنشورة للحمض وسمّه . 3- نحلّ 3g من الحمض السّابق في ليتر من الماء ، فإذا علمتَ أنَّ درجة تأيّنه 2% أحسب pH المحلول (C : 12 , H : 1 , Na : 23 , O :16)

$$2R - COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2R - COONa + H_2O + CO_2$$

$$2M \qquad\qquad 22.4L$$

$$6g \qquad\qquad 1.12L$$

$$M = \frac{22.4 \times 6}{1.12 \times 2} = 60gmol^{-1}$$

$$RCOOH = 60$$

$$R + 45 = 60 \Rightarrow R = 15 \Rightarrow C_nH_{2n+1} = 15 \Rightarrow 12n + 2n + 1 = 15$$

$$\Rightarrow n = 1 \Rightarrow R = CH_3 -$$

$CH_3 - COOH$ حمض الإيتانوئيك

$$n=\frac{m}{M}=\frac{3}{60}=0.05mol \qquad -3$$

$$c=\frac{n}{v}=\frac{0.05}{1}=0.05mol.L^{-1}$$

$$\frac{2}{100}=\frac{\left[H_3O^+\right]}{Ca}\Rightarrow\left[H_3O^+\right]=\frac{2\times0.05}{100}=10^{-3}mol.l^{-1}$$

$$pH=-Log\left[H_3O^+\right]=-Log10^{-3}=3$$

المسألة 7: للحصول على 5L من محلول حمض الخلّ تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ نؤكسد الإيتانول أكسدة تامّة والمطلوب :

1- اكتب معادلة التّفاعل الحاصل .2-احسب كتلة الإيتانول اللّازمة لذلك. 3-نفاعل 1L من الحمض السّابق مع هِدروكسيد الصُّوديوم احسب كتلة الملح النَّاتج . (C : 12 , H : 1 , Na : 23 , O :16)

-1

$$\underset{46g}{CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH}+2(O)\longrightarrow\underset{1mol}{CH_3\text{-}COOH}+H_2O$$

$$m \qquad\qquad 0.25mol$$

-2 $n=c\ v\Rightarrow n=0.05\times5=0.25mol$ حمض الخل

$m=46\times0.25=11.5g$ إيتانول

-3 $n=c\ v\Rightarrow n=0.05\times1=0.05mol$ حمض الخل

$$\underset{1mol}{CH_3\text{-}COOH}+NaOH\longrightarrow\underset{82g}{CH_3\text{-}COONa}+H_2O$$

$$0.05mol \qquad\qquad \tilde{m}$$

$$m=82\times0.05=4.1g$$

ملاحظات العضوية

الصّيغة العامّة للأغوال R-OH **تصنف إلى أولية – ثانوية - ثالثية**

تسمية الأغوال: رقم/فرع/سلسلة كربونية ترقم **من الطرف الأقرب** إلىOH /موقع الزمرة (إذا كان عدد C من 3 فما فوق) ثم اللاحقة ول

الصيغة العامّة للألدهيدات **R-CHO** أو $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$.

تسمية الألدهيدات: رقم/فرع /سلسلة كربونية **ترقم بدءاً** من $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$الزمرة الألدهيدية / اللاحقة ال

الصّيغة العامّة للكيتونات R_1-CO-R_2 أو $R_1-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R_2$ **حيث يعتبرُ الكيتون متناظر عندما** $R_2 = R_1$

تسمية الكيتونات: رقم/فرع/سلسلة كربونية ترقم **من الطرف الأقرب** إلى الزمرة /موقع الزمرة (إذا كان عدد C من 4 فما فوق) ثم اللاحقة ون

الصيغة العامة للحمض الكربوكسيلي $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ أو RCOOH

تسمية الحموض الكربوكسيلية: حمض/رقم/ فرع /سلسلة كربونية ترقم بدءا من الزمرة / اللاحقة وئيك

الصِّيغة العامَّة للإسترات $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R'$ أو RCOOR′

تسمية الأستيرات: رقم/ فرع /سلسلة كربونية **ترقم بدءاً** من الزمرة / اللاحقة وات/ ثم نسمي R′

تحتوي الأميدات على الزّمرة الأميدية . $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-N<$ الصّيغة العامّة للأميدات $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$ أو $R-CO-NH_2$

تسمية الأميدات: رقم/فرع /سلسلة كربونية **ترقم بدءاً** من الزمرة $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-N<$/ اللاحقة أميد **تصنف إلى أولية – ثانوية - ثالثية**

الصّيغة العامّة للأمينات الأوليّة $R-NH_2$ **الرّابطة التي تميّز الأمينات C-N.**

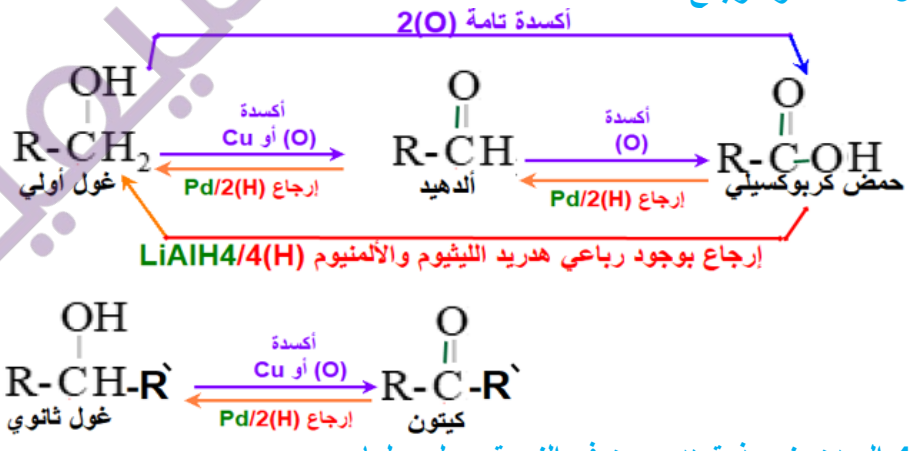
تسمية الأمينات رقم/فرع /سلسلة كربونية ترقم **من الطرف الأقرب** إلى N/موقع الزمرة (إذا كان عدد C من 3 فما فوق) ثم اللاحقة أمين

تصنف إلى أولية – ثانوية - ثالثية

1- غول $\underset{\text{بلمهة داخلية}}{\overset{\text{تفاعل ضم}}{\rightleftharpoons}}$ ماء+ ألكن (الزمرة لاتحب التواجد على الأطراف)

2- **تفاعل الاسترة : ماء+أستر $\rightleftharpoons$ غول +حمض كربوكسيلي**

3-الأكسدة والأرجاع



4-المعدن يزيح ذرة هدروجين في الزمرة ويحل محلها.

5- إذا تفاعل H معX ينتج HX

6- تأين الحموض والاسس العضوية الضعيف في الماء مثل الحموض الكربوكسيليةوالأمينات (أسس ضعيفة)

7- إذا تفاعل مركب يحوي C=O مع مركب يحوي N ينتج أميد $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-N<$

8-يرجع بـ 4H كل من الأستر إلى غولين والأميد والنتريل إلى أمين

9-بلا ماء الحمض بيعطي حمض