الكيمياء النووية

الذرة: 1- نواة تحتوي بروتونات موجبة ونترونات معتدلة
2- وإلكترونات شحنتها سالبة تدور حول النواة.
- تكون النواة موجبة الشحنة: لأن البروتونات تحمل شحنة موجبة.

$^{A}_{Z}X$ العدد الكتلي / العدد الذري

تركيب النواة:
- العدد الذري Z: هو عدد البروتونات في النواة و يساوي عدد الإلكترونات في الذرة.
- العدد الكتلي A: هو مجموع عددي البروتونات و النيوترونات N.

الاستقرار النووي: النواة مستقرة $\left(\frac{N}{Z}\right)\frac{N}{P}=1 \Rightarrow$

$N \neq P$	
$N > P$	$P > n$
$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e +$ طاقة النيوترون يتحول إلى بروتون بإطلاق جسيمات بيتا و يكون للأنوية التي تكون فوق حزام الاستقرار	$^{1}_{1}P \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e +$ طاقة يتحول البروتون إلى نيوترون بإطلاق بوزيترون ويكون للأنوية التي تقع تحت حزام الاستقرار

رموز بعض الجسيمات النووية:

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

النشاط الإشعاعي:
عملية تلجأ إليها النواة الغير المستقرة للوصول إلى حالة الاستقرار:
النشاط الإشعاعي:
- نشاط إشعاعي طبيعي
- نشاط إشعاعي صنعي

أولاً: النشاط الإشعاعي الطبيعي (التحولات النووية الطبيعية)

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

$$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e$$

يعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}\gamma + {}^{0}_{-1}e + Energy$$

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

$$^{231}_{90}Th \longrightarrow {}^{231}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e + Energy$$

- التحول من نوع بيتا.

2- تحول من النوع بوزيترون: يحدث في النّوى التي تقع تحت حزام الاستقرار نتيجة تحوّل بروتون إلى نيوترون وفق المعادلة الآتية:

$$^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$$

يعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}\gamma + {}^{0}_{+1}e + Energy$$

تتحول نواة الكربون المشعّ $^{11}_{6}C$ إلى نواة البور المستقرّ بإطلاقها بوزيترون، اكتب المعادلة النووية المعبرّة عن هذا التحول:

$$^{11}_{6}C \longrightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{0}_{+1}e + Energy$$

3- الأسر الإلكتروني: يحدث في النّوى التي تقع تحت حزام الاستقرار و لا تملك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون، حيث تلتقط النواة إلكتروناً من السحابة الإلكترونية المحيطة بها ليرتبط بروتون فيشكل نيوترون وفق المعادلة الآتية:

$$^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{1}_{0}n$$

يعبر عن هذا النوع من التحوّل بالمعادلة النوويّة العامة الآتية:

$$^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}\gamma + Energy$$

تطبيق (3):
تتحوّل نواة الروبيديوم Rb إلى نواة الكربتون $^{81}_{36}Kr$ عندما تأسر أحد إلكترونات السّحابة الإلكترونية المحيطة بها،
اكتب المعادلة النّوويّة المعبرة عن التحول:

$$^{81}_{37}Rb + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{81}_{36}Kr + Energy$$

4- التحول من النوع ألفا: يمكن أن يحدث في النوى التي يزيد عددها الذري عن 83
تتحول نواة الرّاديوم $^{226}_{88}Ra$ إلى نواة الرّادون Rn بإطلاق جسيم ألفا، اكتب المعادلة النّوويّة المعبرة عن التحول:

$$^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He + Energy$$

اكتب التحولات النوويّة الآتية، ثم حدد نوع كل منها:

تحول من نوع ألفا	$^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{231}_{90}Th + {}^{4}_{2}He + E$
تحول من نوع بيتا	$^{90}_{38}Sr \longrightarrow {}^{90}_{39}Y + {}^{0}_{-1}e + E$
أسر إلكتروني	$^{92}_{44}Ru + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{92}_{43}TC + E$
تحول من نوع ألفا	$^{212}_{84}Po \longrightarrow {}^{208}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He + E$
تحول من نوع بيتا	$^{212}_{83}Bi \longrightarrow {}^{212}_{84}Po + {}^{0}_{-1}e + E$
أسر إلكتروني	$^{40}_{19}K + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{40}_{18}AR + E$
تحول من نوع ألفا	$^{220}_{86}Rn \longrightarrow {}^{216}_{84}Mo + {}^{4}_{2}He + E$

خاصيات جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة غاما

	جسيمات ألفا (α)	جسيمات بيتا (β)	أشعة غاما (γ)
الطبيعة	تطابق نواة الهليوم $^{4}_{2}He$	إلكترونات عالية السرعة	امواج كهرطيسية طاقتها عالية جداً
الشحنة	تحمل شحنتين موجبتين	تحمل شحنة سالبة	لا تحمل شحنة كهربائية
الكتلة	كتلتها تساوي أربعة أضعاف كتلة الهيدروجين العادي	كتلتها تساوي كتلة الإلكترون	ليس لها كتلة سكونيّة
تأيين الغاز	تأيّن الغازات التي تمر من خلالها	أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات ألفا	أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات بيتا
النفوذية	نفوذيتها ضعيفة	نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات ألفا	نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات بيتا
السرعة بالنسبة لسرعة الضوء	$0.05C$	$0.9C$	تساوي سرعة الضّوء C
التأثر بالحقل الكهربائي	تنحرف نحو اللبوس السالب لمكثفة مشحونة	تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحنة	لا تتأثر (علل!)
التأثر بالحقل المغناطيسي	تنحرف بتأثير قوة لورنز	تنحرف بتأثير قوة لورنز بجهة معاكسة لجهة انحرف جسيمات ألفا	لا تتأثر (علل!)

سلاسل النشاط الإشعاعي:
يتحول اليورانيوم المشع $^{235}_{92}U$ إلى الرّصاص المستقر $^{207}_{82}Pb$ ، والمطلوب:
1- احسب عدد التحولات من النمط ألفا، وعدد التحولات من النمط بيتا التي يقوم بها اليورانيوم حتى يستقر.
2- اكتب المعادلة النووية الكلية.

$$^{235}_{92}U \longrightarrow X\,{}^{4}_{2}He + Y\,{}^{0}_{-1}e + {}^{207}_{82}Pb + E$$

1. $92 = 2X + Y(-1) + 82$
$92 = 14 - Y + 82$
$92 = -Y + 96$
$Y = 4$

$235 = 4X + Y(0) + 207$
$235 = 4X + 207$
$4X = 28$
$X = 7$

2. $^{235}_{92}U \longrightarrow 7\,{}^{4}_{2}He + 4\,{}^{0}_{-1} + {}^{207}_{82}Pb + E$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

اختر الإجابة الصحيحة:

1. تتفكك نواة الثوريوم $^{228}_{90}TH$ بإطلاقها لجسيمات ألفا متحولةً إلى نواة البولونيوم $^{216}_{84}PO$ فإن عدد جسيمات ألفا المنطلقة خلال هذا التحول يساوي:

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

الحل: $Th \longrightarrow X\,^4_2He + ^{216}_{84}Po + E$

$228 = 4X + 216$

$12 = 4X \Longrightarrow X = \frac{12}{4} \Longrightarrow X = 3$

2 . عند تحوّل نواة النتروجين $^{14}_7N$ إلى نواة الكربون المشع $^{14}_6C$ فإن:

a) تلتقط نيوترون وتطلق ألفا	b) تلتقط بروتون وتطلق نيوترون	c) تلتقط بوزيترون وتطلق نيوترون	d) تلتقط نيوترون وتطلق بروتون

الحل: بالتجريب (d)

3 . تطلق نواة عنصر مشع ^A_ZX جسيم ألفا ثمّ تطلق النواة الناتجة جسيم بيتا، فتنتج نواة:

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

الحل: $^A_ZX \longrightarrow {}^4_2He + {}^0_{-1}e + {}^{A-4}_{Z-1}Y + E$

طاقة الارتباط: هي الطاقة اللازمة لفصل مكونات النواة عن بعضها البعض أو (لربط مكونات النواة مع بعضها البعض)

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

حيث: C : سرعة الضوء $m.s^{-1}$ - Δm: النقصان في الكتلة (kg) - ΔE: طاقة الارتباط(J)

$$\Delta m = m_2 - m_1$$

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

- تشع الشمس طاقة مقدارها $38 \times 10^{+27}$ في كلّ ثانية، احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال ثلاث دقائق علماً أن $C = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$

الحل:

$\Delta E = \Delta m.C^2 \Longrightarrow \Delta m = \frac{\Delta E}{C^2} \Longrightarrow \Delta m = \frac{38\times10^{+27}\times180}{9\times10^{16}}$

وبما أنه نقصان فالكتلة: $\Delta m = 76 \times 10^{+12}$

$\Delta m = -76 \times 10^{+12} kg$

- تنقص كتلة نواة الأوكسجين $^{16}_8O$ عن مكوناتها وهي حرّة بمقدار $\Delta m = -0.23 \times 10^{-27} kg$، و المطلوب: احسب طاقة الارتباط لهذا النّواة. علماً أن: سرعة انتشار الضوء في الخلاء $(C = 3 \times 10^8 m.s^{-1})$

الحل:

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

$\Delta E = -0.23 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$

$\Delta E = -207 \times 10^{-13} J$

- طاقة ارتباط النواة تساوي بالقيمة وتعاكس بالإشارة الطاقة المنتشرة

$\Delta E = +207 \times 10^{-13} J$

عمر النصّف للمادة المشعة:

يحسب عمر النصف للمادة المشعة من العلاقة $t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n}$ حيث:

- t: الزمن الكلّي.
- n: عدد مرّات التكرار.

- يتعلق عمر النصف بنوع المادة المشعة (اختر) $n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}$ / $t = t_{\frac{1}{2}} \times n$

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

الحل: $t = t_{1/2} \times n$

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

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

الحل: $t = t_{1/2} \times n$

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

$\Longrightarrow n = 3 \Longrightarrow t_{1/2} = \frac{150}{3} = 50S$

- يبلغ عمر النصف لمادة مشعّة $t_{1/2} = 24days$ وكتلتها $1kg$، تكون نسبة ما تبقى منها بعد $72days$ مستويةً:

الحل: $n = \frac{t}{t_{1/2}} \Longrightarrow n = \frac{72}{24} \Longrightarrow n = 3$

$1 \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{1}{2} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{1}{4} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{1}{8}$

ثانياً: النشاط الإشعاعي الصنعي:

التفاعلات النووية:

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

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

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

2- تفاعلات التطافر: تحدث عندما تتحول النواة المقذوفة بجسيم إلى عنصر جديد مطلقة جسيم آخر.

- عند قذف نواة النتروجين $^{14}_7N$ بجسيم ألفا تتحول إلى نواة الاوكسجين مطلقة بروتون، اكتب المعادلة النوويّة المعبرة:

$^{14}_7N + {}^4_2He \longrightarrow {}^{17}_8O + {}^1_1H + Energy$

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

- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:

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

- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:

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

4- تفاعلات الإندماج النووية:

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

- تندمج نواتا نظيري الهيدروجين الدّتيريوم ^2_1H و التريتيوم ^3_1H لينتج نواة الهيليوم ونيوترون ، اكتب المعادلة المعبرة عن هذا التفاعل:

$^2_1H + {}^3_1H \longrightarrow {}^4_2He + {}^1_0n + Energy$

- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:

$4\,{}^1_1H \longrightarrow {}^4_2He + 2\,{}^0_1e + Energy$

➢ أكمل كلاً من التفاعلات النووية الآتية، ثم حدد نوع كل منها:

من نوع إلتقاط	$^{63}_{29}Cu + {}^1_0n \longrightarrow {}^{64}_{29}Cu + Energy$
تطافر	$^{10}_5B + {}^1_0n \longrightarrow {}^7_3Li + {}^4_2He + Energy$
إنشطار نووي	$^{236}_{92}U \longrightarrow {}^{132}_{51}Sb + {}^{101}_{41}Nb + 3\,{}^1_0n + Energy$

❖ اعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1. يعد النيوترون أفضل قذيفة.

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

2. كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرّة.

ج: بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة.

3. إطلاق النواة للبوزيترون.

ج: بسبب تحول بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة فينطلق بوزيترون خارج النواة.

4. يرافق تفاعل الإندماج النووي انطلاق طاقة هائلة.

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

5. إطلاق النواة للإلكترونات المؤلفة لجسيمات بيتا:

ج: بسبب تحول نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فينطلق جسيم بيتا خارج النواة.

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

1- اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول.

2- احسب النسبة المتبقية من اليود المشع بعد $24\ days$، ثم احسب النسبة المتفككة.

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

2- $t = t_{1/2} \times n \Longrightarrow n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} \Longrightarrow n = \frac{24}{8} \Longrightarrow n = 3$

$1 \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{1}{2} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{1}{4} \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} \frac{1}{8}$

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

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

الغازات

قانون الغازات العام:

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

حيث:
- T: درجة الحرارة
- R: ثابت الغازات العام.
- n: عدد المولات:
- V: الحجم.
- P: الضغط

- في عينة غازية: $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

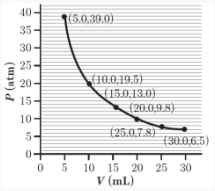
العلاقة بين حجم الغاز وضغطه " قانون بويل":

أجريت تجارب مخبرية على عينة غازية لإيجاد العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه عند درجة حرارة ثابتة وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

$P \times V(pa \times ml)$	الضغط $P(Pa)$	الحجم $V(ml)$
195	39.00	5
195	19.50	10
195	13.00	15
195	9.75	20

a- ارسم الخط البياني لتغير الضغط بدلالة الحجم، وماذا تستنتج من الرسم؟

b- اكتب بالرموز العلاقة الرياضية المعبرة عنها النتيجة التي وصلت إليها.



الحل:

a- جداء حجم عينة من غاز في ضغطه مقدار ثابت عند درجة حرارة ثابتة $PV = const$
يتناسب حجم عينة من غاز عند درجة حرارة ثابتة عكساً مع ضغط ذلك الغاز.

b- $PV = P_1V_1 = P_2V_2 = \cdots .. = const$

- عينة من غاز NO_2 حجمها $1.5L$ عند الضغط $5.6 \times 10^3 Pa$، احسب حجم الغاز عندما يصبح ضغطه $1.5 \times 10^4 Pa$ بثبات درجة الحرارة.

الحل: $P_1V_1 = P_2V_2$

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{5.6\times10^3\times1.5}{1.5\times10^4} = 0.56L$$

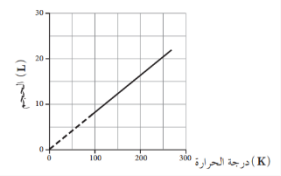
العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة " قانون شارل"

أجريت تجارب مخبرية على عينة غازية، لإيجاد العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ضغط ثابت وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

$V/T(L.K^{-1})$	الضغط $P(Pa)$	الحجم $V(l)$
0.081	270	22
0.081	259	21
0.081	220	18
0.081	111	9

a- ارسم الخط البياني لتغير الحجم بدلالة درجة الحرارة مقدرة بالكلفن، ماذا تستنتج من الرسم.

b- اكتب بالرموز العلاقة الرياضية المعبرة عنها والنتيجة التي وصلت إليها.



الحل:

a- نسبة حجم عينة من غاز إلى درجة حرارته مقدرة بالكلفن تبقى ثابتة عند ضغط ثابت $\frac{V}{T} = const$، يتناسب حجم عينة من غاز طرداً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغط الغاز.

b- $\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \cdots \ldots . const$

- يبلغ حجم عينة من غاز النيون $0.3L$ عند الدرجة $330K$ وضغط ثابت، تسخّن هذه العينة إلى الدرجة $550K$مع بقاء الضغط ذاته، احسب حجم هذه العينة عندئذٍ.

الحل:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Longrightarrow V_2 = \frac{V_1\times T_2}{T_1} \Longrightarrow V_2 = \frac{3\times10^{-1}\times550}{330} = V_2 = 5 \times 10^{-1}L$$

العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة الحرارة "قانون غاي لوساك"

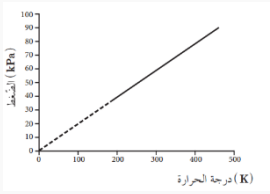
أجريت تجارب مخبرية على عينة غازيّة لإيجاد العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند حجم ثابت وكانت النتائج كما في الجدول:

$P/T(kpa.K^{-1})$	درجة الحرارة $T(K)$	الضغط $P(Kpa)$
0.208	173	36.5
0.208	223	46.4
0.208	273	56.8
0.208	323	67.2

a- ارسم الخط البياني لتغير الضغط بدلالة درجة الحرارة مقدّرة بالكلفن، ماذا تستنتج من الرسم.

b- اكتب بالرموز العلاقة الرياضية المعبرة عنها النتيجة التي وصلت إليها.

الحل:



a- نسبة ضغط عيّنة من غاز إلى درجة حرارته مقدرة بالكلفن ثابتة عند حجم ثابت $\frac{P}{T} = consT$
يتناسب ضغط عينة من غاز طرداً مع درجة حرارته المطلقة عند ثابت حجم الغاز.

b- $\frac{P}{T} = \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \ldots \ldots = const$

- علبة معدنية تحوي غاز البوتان ضغطه $360kpa$ عند درجة $27°C$ ، احسب قيمة الضغط الجديد للغاز في العلبة إذا تركت في سيارة و ارتفعت درجة حرارتها إلى $47°C$ في يوم حار (بإهمال تمدد العلبة)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Longrightarrow P_2 = \frac{P_1\times T_2}{T_1} \Longrightarrow P_2 = \frac{360\times320}{300} \Longrightarrow P_2 = 384\ kpa$$

العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه " قانون أفوغادرو":

$$V = V_{mol} \times n$$
$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \cdots \ldots const$$

- عينة من غاز الأوكسجين O_2 حجمها $12L$ وعدد مولاتها $0.6mol$ عند الضغط $1atm$ ودرجة الحرارة $25°C$، إذا تحوّل غاز الأوكسجين O_2 إلى غاز الأوزون O_3 عند الضغط نفسه ودرجة الحرارة ذاتها، المطلوب حساب:

1- عدد مولات غاز الأوزون الناتج.

2- حجم غاز الأوزون الناتج.

الحل:

$$3O_2 \longrightarrow 2O_3$$
$$3mol \quad 2mol$$
$$0.6mol \quad n_2mol$$
$$n_2 = \frac{2\times6\times10^{-1}}{3} = 0.4mol$$
$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Longrightarrow V_2 = \frac{V_1\times n_2}{n_1} \Longrightarrow V_2 = \frac{12\times4\times10^{-1}}{6\times10^{-1}} \Longrightarrow V_2 = 8L$$

- عينة من غاز النتروجين عدد جزئياتها 3.011×10^{23} وعدد أفوغادرو 6.022×10^{23}، احسب عدد مولاتها.

$$n = \frac{3.011\times10^{23}}{6.022\times10^{23}} = 0.5mol$$

كثافة الغاز:

- يرتفع المنطاد في الجوّ عند تسخين الهواء داخله، استنتج القانون الذّي يعمل بموجبه المنطاد، وأُفسر ذلك!

الحل: قانون الغازات العامّ: $PV = nRT$

$$\frac{n}{V} = \frac{P}{RT}$$
$$\frac{m}{MV} = \frac{P}{RT}$$
$$\frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$$

تُعطى كثافة الغاز بالعلاقة: $d = \frac{m}{V}$

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

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

- غاز كثافته $10g.l^{-1}$ عند درجة الحرارة $47°C$ والضغط $8.2atm$ احسب الكتلة المولية لهذا الغاز.
علماً أن: $(R = 0.082atm.l.mol^{-1}.K^{-1})$

الحل: $d = \frac{P.M}{R.T} \Longrightarrow M = \frac{d.R.T}{P} \Longrightarrow M = \frac{10\times82\times10^{-3}\times320}{82010^{-1}} \Longrightarrow$

$$M = 32g.mol^{-1}$$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

قانون دالتون للضغوط الجزئية:

يعبر عنه بالعلاقة: $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \cdots \ldots$

استنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج مكون من ثلاثة غازات مختلفة بثبات درجة الحرارة والحجم.

أطبق قانون دالتون:

$P_T = P_1 + P_2 + P_3$ يعطى ضغط كل غاز وفق قانون الغازات العام

- $P_1 = n_1\frac{RT}{V}, P_2 = n_2\frac{RT}{V}, P_3 = n_3\frac{RT}{V}$
- $P_t = n_1\frac{RT}{V} + n_2\frac{RT}{V} + n_3\frac{RT}{V} + \cdots ..$
- $P_t = (n_1 + n_2 + n_3 + \cdots .)\frac{RT}{V} \Rightarrow$

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

علاقة الضغوط الجزئية بالكسور المولية

استنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج غازي بدلالة الكسر المولي.

الحل: الضغط الجزئي لغاز $P_1 = n_1\frac{RT}{V}$ و الضغط الكليّ للمزيج الغازي $P_t = n_t\frac{RT}{V}$، انسب الضغط الجزئي إلى الضغط الكلي:

$$\frac{P_1}{P_t} = \frac{\frac{n_1RT}{V}}{\frac{n_tRT}{V}} = \frac{P_1}{P_t} = \frac{n_1}{n_T}$$

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

قانون غراهام في الانتشار و التسرب $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M2}{M_1}}$

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

- وضعت عبوتان من محلول حمض كلور الماء المركز، ومحلول النشادر المركز بجانب بعضهما ثم نُزع غطاء كلاً منهما، فتكونت أبخرة بيضاء بالقرب من عبوة الحمض، المطلوب:

1. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.
2. فسر: تكون الأبخرة بيضاء بالقرب من عبوة الحمض.

علماً أن: $(H:1 \quad - \quad Cl:35.5 - N:14)$

الحل:

1. $HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \longrightarrow NH_4CL_{(s)}$
2. $M(Hcl) > M(NH_3)$: لأن الكتلة المولية لغاز النشادر أصغر من الكتلة المولية لغاز HCl أي أن غاز النشادر أسرع من غاز HCl وفق قانون غراهام.

- عند رش كمية صغيرة من العطر في غرفة، ألاحظ انتشار الرائحة في كامل أرجاء الغرفة؛ علل!

ج: بسبب الحركة العشوائية لجزيئاتها لتملأ الحيز الذي توجد فيه بشكل متجانس.

- لديك العينات الغازية الآتية الموجودة عند الضغط نفسه ودرجة الحرارة ذاتها $(H_2 - O_2 - CH_4 - SO_2)$
- -a رتب هذه العينات حسب تزايد سرعة انتشارها معللاً إجابتك، علماً أن $(H:1 - C:12 - O:16 - S:32)$

الحل:

$M(SO_2) = 64g.mol^{-1} - M(CH_4) = 16g.mol^{-1} - MH_2 = 2g.mol^{-1} - M(O_2) = 32g.mol^{-1}$

تتزايد سرعة انتشار غاز كلما نقصت كتلته المولية وفق قانون غراهام

$$SO_2 \longrightarrow O_2 \longrightarrow CH_4 \longrightarrow H_2 \quad \Longleftarrow$$

- احسب نسبة سرعة انتشار غاز الهيدروجين إلى سرعة انتشار غاز الاوكسجين $(O:16/H:1)$

الحل: $\frac{v_{H_2}}{v_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{MH_2}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = \sqrt{16} = 4$

النظرية الحركية للغازات:

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

- يزداد ضغط غاز موجود في وعاء مغلق عند:

-a زيادة حجم الوعاء
-b زيادة عدد الجزيئات
-c نقصان درجة الحرارة
-d تغير نوع الغاز

الحل: $P = \frac{n^{\nearrow}.R.T^{\nearrow}}{V_{\searrow}}$

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

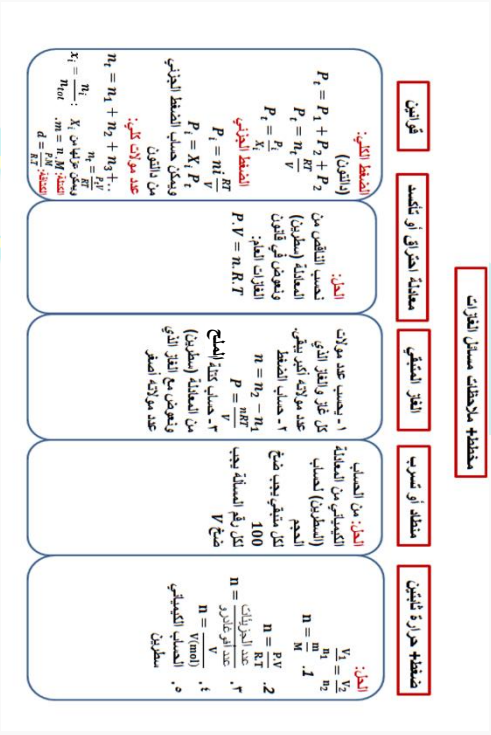
-a حجمه $22.4L$ يحوي مول واحد من الغاز.
-b حجمه $22.4L$ يحوي مولين من الغاز.
-c حجمه $11.2L$يحوي مولين من الغاز.
-d حجمه $11.2L$يحوي مول واحد من الغاز.

الحل: $P = \frac{n^{\nearrow}R^{\times}T^{\times}}{V_{\searrow}}$

- مزيج غازي يحتوي على $2mol$ من النتروجين $4mol$ من الاوكسجين عند ضغط $0.98atm$، إذا استبدل المزيج بـ $6\ mol$ من الأوكسجين تكون قيمة الضغط الناتج:

-a $0.32\ atm$
-b $0.34\ atm$
-c $0.65\ atm$
-d $0.98\ atm$

الحل: $P_t^{\nearrow} = n_t^{\nearrow}\frac{RT}{V} = 2 + 4 = 6$



المسألة الأولى:

منطاد مليء بغاز الهيدروجين يستخدمه مستكشف ليصل به إلى القطب الشمالي وقد حصلنا على غاز الهيدروجين من خلال تفاعل حمض الكبريت الممدد مع برادة الحديد فإذا كان حجم المنطاد في الشرطيين النظاميين $4800m^3$، ونسبة غاز الهيدروجين الضائع المتسرب خلال عملية الملء 20% المطلوب:

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

علماً أن : $Fe:56\backslash O:16\backslash S:32\backslash H:1)$

الحل:

-1 يتسرب 20% ويبقى 80% و بالتالي:

- لملء $80m^3$ يجب ضخ $100m^3$
- لملء $4800m^3$ يجب ضخ Vm^3

$$V = \frac{4800\times100}{80} = 6\times10^3m^3 = 6\times10^6L$$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

$$Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2$$
$$56g \quad 98g \quad 22.4L$$
$$mg \quad m'g \quad 6\times10^6 L$$

-2 $m = \frac{56\times6\times10^6}{224\times10^{-1}} = 15\times10^6 g$

-3 $m' = \frac{98\times6\times10^6}{224\times10^{-1}} = 2.625\times10^7 g$

المسألة الثانية:

يبين الشكل المجاور حوجلتين متماثلتين متصلتان ببعضهما بصمام تحوي الحوجلة الأولى غاز النشادر (NH_3) كتلته $8.5g$ بينما تحوي الحوجلة الثانية غاز كلور الهيدروجين (HCl) كتلته $7.3g$ فإذا علمت ان حجم كل حوجلة $2L$ ودرجة حرارتهما $27°C$ وعند فتح الصمام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلور الهيدروجين وينتج ملح كلوريد الأمونيوم الصلب والمطلوب:

-1 اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل.

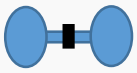
-2 بين حسابياً ما هو الغاز المتبقي بعد نهاية التفاعل؟

-3 احسب الضغط عند نهاية التفاعل بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصلب المتشكل.

-4 احسب كتلة ملح كلوريد الأمونيوم الناتج.

علماً أن: $(R: 0.082 \backslash Cl: 35.5 \backslash H: 1 \backslash N: 14)$

الحل:



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

.2 $n_{(NH_3)} = \frac{m}{M} = \frac{85\times10^{-1}}{17} = 0.5mol$

$n_{(HCl)} = \frac{m}{M} = \frac{73\times10^{-1}}{365\times10^{-1}} = 0.2mol$

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

.3 بما أن نسبة التفاعل 1:1 فإن عدد المولات المتبقي يساوي:

$n_{(NH_3)} = 0.5 - 0.2 = 0.3mol$

$P_{(NH_3)}.V = n_{(NH_3)}RT$

$P_{(NH_3)} = \frac{n(NH_3)RT}{V}$

$P_{(NH_3)} = \frac{3\times10^{-1}\times83\times10^{-3}\times300}{4}$

$P_{(NH_3)} = 184.5\times10^{-2}atm$

.4 $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

$1mol \quad 53.5g$

$0.2mol \quad Y$

$Y = \frac{535\times10^{-1}\times2\times10^{-1}}{1}$

$Y = 10.7g$

المسألة الثالثة:

مزيج حجمه $24.6m^3$ يحوي على $3.2Kg$ من غاز الميتان (CH_4) و $18Kg$ من غاز الإيتان (C_2H_6) وَ $8.8kg$ من غاز البروبان (C_3H_8)، وكمية من غاز مجهول فإذا علمت أن الضغط الكلي للوعاء $1.1atm$ عند الدرجة $27°C$، احسب عدد مولات الغاز المجهول، علماً أن $(R = 0.082 \backslash C: 12 \backslash H: 1)$

الحل:

$n_{(C_2H_8)} = \frac{m}{M}$

$n_{(C_2H_8)} = \frac{88\times10^{-1}\times10^{+3}}{44}$

$n_{(C_2H_8)} = 200mol$

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

$1100 = 200 + 600 + 200 + n_x$

$n_x = 100mol$

$n_{(CH_4)} = \frac{m}{M}$

$n_{(CH_4)} = \frac{32\times10^{-1}\times10^{+3}}{16}$

$n_{(CH_4)} = 200mol$

$n_{(C_2H_6)} = \frac{m}{M}$

$n_{(C_2H_6)} = \frac{18\times10^{+3}}{30}$

$n_{(C_2H_6)} = 600mol$

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

$n_t = \frac{P_tV}{RT}$

$n_t = \frac{11\times10^{-1}\times246\times10^{-1}\times10^{+3}}{82\times10^{-3}\times100}$

$n_t = 1100\ mol$

المسألة الرابعة:

يتأكسد سكر العنب وفق المعادلة الآتية:

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

والمطلوب:

-1 احسب حجم غاز Co_2 نتيجة تأكسد $0.9g$ من سكر العنب عند درجة الحرارة $37°C$ والضغط $0.93atm$

-2 ضغط غاز الاوكسجين اللازم لأكسدة $3g$ إذا كان حجمه $0.6L$ ودرجة الحرارة $300K$ علما أن: $R = 0.082$

الحل:

.1 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

$180g \quad 6mol$

$0.9g \quad nmol$

$n_{(CO_2)} = \frac{6\times9\times10^{-1}}{180} = 0.03mol$

$P.V_{(CO_2)} = n_{(CO_2)}RT$

$V_{(CO_2)} = \frac{n_{(CO_2)}RT}{P}$

$V_{(CO_2)} = \frac{3\times10^{-2}\times82\times10^{-3}\times310}{93\times10^{-2}}$

$V_{(CO_2)} = 0.82L$

.2 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

$180g \quad 6mol$

$3\ g \quad nmol$

$n_{(O_2)} = 0.1mol$

$P_{(O_2)}V = n_{(O_2)}RT$

$P_{(O_2)} = \frac{n_{(O_2)}RT}{V}$

$P_{(O_2)} = \frac{10^{-1}\times82\times10^{-3}\times300}{6\times10^{-1}}$

$P_{(O_2)} = 4.1atm$

المسألة الخامسة:

يحضر مزيج غازي مؤلف من 5% بوتان و 95% أرغون بملء وعاء مخلى من الهواء حجمه $16.4L$ بغاز البوتان حتى يصبح الضغط $1atm$ ودرجة الحرارة $127°C$ والمطلوبحساب:

-1 كتلة غاز الأرغون في المزيج.

-2 الضغط الكلي للمزيج النهائي.

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

الحل:

-1 $P.V = nRT \Longrightarrow n = \frac{PV}{RT}$

$n_{\text{بوتان}} = \frac{1\times164\times10^{-1}}{82\times10^{-3}\times400}$

$n_{\text{بوتان}} = 0.5mol$

- نحسب نسبة غاز البوتان لغاز الأرغون $\frac{1}{19} = \frac{5}{95}$ و بالتالي فإن عدد مولات غاز الأرغون:

$n_{\text{أرغون}} = 19\times n_{\text{بوتان}}$

$n_{\text{أرغون}} = 19\times0.5$

$n_{\text{أرغون}} = 9.5\ mol$

$m_{\text{أرغون}} = n_{\text{أرغون}}\times M$

$m_{\text{أرغون}} = 9.5\times40$

$m_{\text{أرغون}} = 380g$

-2 $P_t = n_t\frac{RT}{V}$

$P_t = \frac{(0.5+9.5)\times82\times10^{-3}\times400}{164\times10^{-1}}$

$P_t = 20\ atm$

المسألة السادسة:

مزيج غازي وفي وعاء حجمه $300L$ يحوي على $48g$ من غاز الميتان CH_4 وَ $10g$ من غاز الهيدروجين H_2 و $56g$ من غاز النتروجين N_2 عند الدرجة $27°C$ ، والمطلوب حساب:

-1 عدد مولات كل غاز .

-2 الضغط الجزئي لكل غاز في المزيج.

-3 الضغط الكلي للمزيج.

-4 الكسر المولي لغاز الهيدروجين. $(R = 0.082 \backslash N: 14 \backslash H: 1 \backslash C: 12)$

الحل:

-1 $n = \frac{m}{M}$

$n_{(CH_4)} = \frac{48}{16} = 3mol$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

$$n_{(H_2)} = \frac{10}{2} = 2mol$$
$$n(N_2) = \frac{56}{28} = 2mol$$

-2
$$P_i = n_i \frac{RT}{V} \begin{cases} P_{(CH_4)} = \frac{3\times82\times10^{-3}\times300}{300} \\ P_{(CH_4)} = 0.246atm \\ P_{(H_2)} = \frac{5\times82\times10^{-3}\times300}{300} \\ P_{(H_2)} = 0.41atm \\ P_{(N_2)} = \frac{2\times82\times10^{-3}\times300}{300} \\ P_{(N_2)} = 0.164\ atm \end{cases}$$

-3
$$P_t = P_{(CH_4)} + P_{(H_2)} + P_{(N_2)}$$
$$P_t = 0.246 + 0.41 + 0.164$$
$$P_t = 0.82\ atm$$

-4
$$X_{(H_2)} = P_{(H_2)}/P_t$$
$$X_{(H_2)} = \frac{0.41}{0.82} = 0.5$$

سرعة التفاعل الكيميائي

السرعة الوسطية للتفاعل:

المسألة الأولى:

يحترق غاز النشادر وفق المعادلة الآتية:

$$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$$

-1 اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك الأوكسجين وعبارة السرعة الوسطية لتشكل NO.

-2 اكتب عبارة السرعة الوسطية للتفاعل.

-3 اكتب عبارة السرعة الوسطية التي تربط استهلاك الأوكسجين مع تكون تجار الماء.

-4 إذا كانت السرعة الوسطية لاحتراق النشادر $0.24mol.l^{-1}$ احسب السرعة الوسطية لتشكل بخار الماء والسرعة الوسطية للتفاعل.

الحل:

-1
$$v_{avg(O_2)} = -\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} \quad \backslash v_a v_g(NO) = +\frac{\Delta[NO]}{\Delta t}$$

-2
$$v_a v_g = -\frac{1}{4}\frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} = -\frac{1}{5}\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{4}\frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = +\frac{1}{6}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$$

-3
$$v_a v_g(O_2) = \frac{5}{6} \times vavg(H_2O)$$

-4
$$v_a V_g(H_2O) = \frac{6}{4} \times v_a v_g(NH_3)$$
$$v_a v_g(H_2O) = \frac{6}{4} \times 24 \times 10^{-2}$$
$$v_a v_g(H_2O) = 36 \times 10^{-2}\ mol.l^{-1}.S^{-1}$$
$$v_a v_g = \frac{1}{4} \times v_a v_g(NH_3)$$
$$v_a v_g = \frac{1}{4} \times 24 \times 10^{-2}$$
$$v_a v_g = 6 \times 10^{-2} mol.l^{-1}.s^{-1}$$

المسألة الثانية:

يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة $A_{(g)} \longrightarrow 2B_{(g)}$

وقد تم تعيين تغير تركيز المادة $B_{(g)}$ خلال الزمن وفق الجدول الآتي:

$[B]mol.l^{-1}$	0	0.06	0.1	0.12
الزمن S	0	20	40	60

والمطلوب:

-1 احسب قيمة السرعة الوسطية لتشكل المادة B بين اللحظتين $(0 \longrightarrow 20s)$

-2 احسب قيمة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A بين اللحظتين $(40 \longrightarrow 60s)$

الحل:

-1
$$v_{0\to20}^{avg(B)} = +\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{(C_2-C_1)}{t_2-t_1} = +\frac{(0.06-0)}{(20-0)} = 0.003mol.l^{-1}.s^{-1}$$

-2
$$v_{40\to60}^{avg(B)} = +\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{(C_2-C_1)}{t_2-t_1} = +\frac{(0.12-0.1)}{(60-40)} = 0.001mol.l^{-1}.s^{-1}$$
$$v_a v_g(A) = \frac{1}{2} \times v_a v_g(B)$$
$$v_a v_g(A) = \frac{1}{2} \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-4} mol.l^{-1}.S^{-1}$$

- راجع المسألة الأولى صفحـ59ـة كتاب

اختر الإجابة الصحيحة:

1. قيمة السرعة الوسطية لتكون المادة C تساوي $0.15mol.l^{-1}.s^{-1}$ فتكون السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A بواحدة $mol.l^{-1}.s^{-1}$ في التفاعل الآتي: $2A + B \longrightarrow 3C$ مساويةً

$0.3\ (d$	$0.15\ (C$	$0.225\ (b$	$0.1\ (a$

الحل:

$$v_a v_g(A) = \frac{2}{3} \times v_a v_g(C)$$
$$v_a v_g(A) = \frac{2}{3} \times 15 \times 10^{-2} = 0.1\ (C)$$

2. يتفكك المركب NO_2 في الدرجة $300C$ وفق التفاعل:

$$2NO_2 \longrightarrow 2NO + O_2$$

فإذا علمت أن تركيز NO_2 يتغير من 0.01 إلى 0.0064 خلال $100S$ فتكون سرعة تشكل الأوكسجين الوسطية مقدرة بـ $mol.l^{-1}.S^{-1}$ مساويةً:

$1.8 \times 10^{-5}\ (d$	$3.4 \times 10^{-3}\ (C$	$6.8 \times 10^{-5}\ (b$	$3.4 \times 10^{-5}\ (a$

$$v_a v_g(NO_2) = -\frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = -\frac{(0.0064 - 0.001)}{100 - 0}$$
$$= 36 \times 10^{-6} mol.l^{-1}.s^{-1}$$
$$v_a v_g(O_2) = \frac{1}{2} \times v_a v_g(NO_2) = \frac{1}{2} \times 36 \times 10^{-6} = 1.8 \times 10^{-5}(d)$$

مراحل حدوث التفاعل الكيميائي:

نظرية التصادمات:

- تقوم نظرية التصادم على فرضيتين ما هما؟

-1 لحدوث تفاعل كيميائي يجب أن تتصادم دقائق المواد المتفاعلة (جزيئات أو ذرات أو أيونات) مع بعضها.

-2 التصادم شرط لازم وغير كافٍ لحدوث التفاعل الكيميائي حيث توجد تصادمات فعالة وأخرى غير فعالة.

- حتى يكون التصادم فعال لابد من توافر شرطين ماهما؟

-1 أن تأخذ دقائق المواد المتفاعلة وضعاً فراغياً مناسباً.

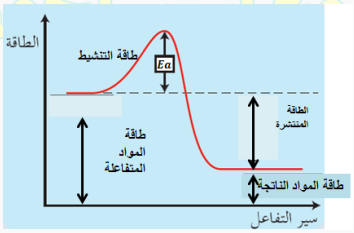
-2 أن تمتلك دقائق المواد المتفاعلة الحد الادنى من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل (طاقة التنشيط)

- ارسم المخطط الطاقي لتفاعل ناشر للحرارة ثم عدد المراحل التي تمر من خلالها التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط وبماذا تتعلق طاقة التنشيط.

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

* تتعلق بطبيعة المواد المتفاعلة / وتمثل الفرق بين المعقد النشط وطاقة المواد المتفاعلة.

*يمكن تغير الرسم إلى تفاعل ماص للحرارة.



فسر ما يلي:

-1 التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تكون سريعة؟

ج: لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون كبيراً.

-2 التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط كبيرة تكون بطيئة؟

ج: لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون صغيراً.

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل:

1. طبيعة المواد المتفاعلة:

فسر: سرعة احتراق غاز البوتان C_4H_{10} أكبر من سرعة احتراق غاز الاوكتان (C_8H_{18})؟

ج: لأن عدد الروابط $C-C$ وC – H في غاز البوتان أقل منها في غاز الاوكتان .

- ليكن لديك التفاعلين الآتيين:

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

إن سرعة تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الفلور أكبر من تفاعل غاز الهيدروجين مع الكلور في الشروط ذاتها علماً أن:

$$\Delta H_b(F-F) = +156.9\ KJ.mol^{-1}$$
$$\Delta H_b(Cl-Cl) = +243KJ.mol^{-1}$$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

الحل: لأن الطاقة اللازمة لتحطيم الرابطة $(Cl-Cl)$ أكبر بكثير من الطاقة اللازمة لتحطيم الرابطة $(F-F)$.

2. درجة الحرارة:

فسر: تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة درجة الحرارة.

بسبب ازدياد عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط فيزداد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل.

3. الوسيط:

مسرع للتفاعل يدعى حفاز – يبطء للتفاعل يدعى مثبط

فسر: تحفظ الأغذية المعلبة لفترة طويلة دون أن تفسد؟

نتيجة إضافة مواد حافظة إليها تبطئ سرعة تفاعل تحللها.

4. تأثير التركيز:

تفاعلات متجانسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في طور واحد.

تفاعلات غير متجانسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في أطوار مختلفة.

- يتفاعل حمض الكبريت الممدد مع قطعة حديد اقترح طريقتين لزيادة سرعة هذا التفاعل؟

1- زيادة تركيز حمض الكبريت.

2- تحويل قطعة الحديد إلى مسحوق لزيادة سطح التماس بين المواد المتفاعلة.

فسر: يحترق مسحوق الفحم في الهواء بسرعة أكبر من احتراق قطعة فحم مماثلة له بالكتلة

أو: احترقا نشارة الخشب أسرع من احتراق قطعة خشب مماثلة له بالكتلة.

أو: تصدأ برادة الحديد بسرعة أكبر من قطعة الحديد؟

الحل: بسبب زيادة مساحة سطح التماس بين المواد المتفاعلة

1- تزداد سرعة التفاعل الكيميائي المتجانس بازدياد تراكيز المواد المتفاعلة.

الحل: بسبب ازدياد عدد التصادمات الفعالة بين جزيئات المواد المتفاعلة.

2- المواد الصلبة والسائلة الصرفة ذات تركيز ثابت؟

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

3- احتراق كتلة معينة من الصوف المعدني بأكسجين نقي 100% أسرع من احتراقها بأكسجين الهواء 21% ؟

الحل: لأن زيادة تركيز الأكسجين تؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل وذلك بسبب زيادة عدد التصادمات ما بين جزيئات المواد المتفاعلة.

السرعة اللحظية للتفاعل:

- يحدث التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية:

$$mA_{(g)} + nB_{(g)} \longrightarrow \text{نواتج}$$

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية.

2- بماذا تتعلق قيمة ثابت السرعة.

الحل:

1- $v = K[A]^m.[B]^n$

2- طبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة

- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية لكل من التفاعلات الأولية الآتية:

1- $C_4HgCL_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_4HgOH_{(aq)} + HCl_{(aq)}$

الحل: $v = K[C_4HgCl]$

2- $CaCO_{3_{(s)}} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2_{(aq)}} + CO_{2_{(g)}} + H_2O_{(l)}$

الحل: $v = K[HCl]^2$

3- $2SO_{2_{(g)}} + O_{2_{(g)}} \longrightarrow 2SO_{3_{(g)}}$

$v = K[SO_2]^2.[O_2]$

4- $C_{(s)} + 2S_{(s)} \longrightarrow CS_{2_{(l)}}$

الحل: $v = K$

- فسر المواد الصلبة (s) و السائلة (l) لا تدخل تراكيزها في عبارة سرعة التفاعل؟

الحل: لأن تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميتها.

رتبة التفاعل:

- يتفاعل أكسد النتروجين مع الهيدروجين وفق المعادلة:

$$XNO_{(g)} + YH_{2_{(g)}} \longrightarrow \text{نواتج}$$

وسجلت على البيانات الآتية عند إجراء التجربة لعدة مرات:

رقم التجربة	$[H_2]mol.l^{-1}$	$[NO]mol.l^{-1}$	سرعة التفاعل $mol.l^{-1}s^{-1}$
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}

والمطلوب:

1- أوجد علاقة سرعة التفاعل وحدد رتبة التفاعل.

2- احسب قيمة ثابت السرعة.

3- احسب سرعة التفاعل عندما يكون:

$[H_2] = 0.3mol.l^{-1}$ $[No] = 0.1mol.l^{-1}$

الحل:

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

- نعوض في نتائج التجربة الأولى:

$v_1 = k(0.1)^x.(0.1)^y = 123 \times 10^{-5}$

- نعوض في نتائج التجربة الثانية:

$v_2 = K(0.1)^x.(0.2)^y = 246 \times 10^{-5}$

- نعوض في نتائج التجربة الثالثة:

$v_3 = k(0.2)^x.(0.1)^y = 492 \times 10^{-5}$

- نقسم $\frac{v_3}{v_1}$

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{k(0.2)^x.(0.1)^y}{k(0.1)^x.(0.1)^y} = \frac{492\times10^{-5}}{123\times10^{-5}} \Longrightarrow (2)^x = 4 \Longrightarrow (x = 2)$$

- نقسم $\frac{v_2}{v_1}$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{K(0.1)^x.(0.2)^y}{k(0.1)^x.(0.1)^y} = \frac{246\times10^{-5}}{123\times10^{-5}} \Longrightarrow (2)^y = 2 \Longrightarrow (Y = 1)$$

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

$x + y$

$2 + 1 = 3$

التفاعل من الرتبة الثالثة

2- $v = k[NO]^2.[H_2]$

- نعوض قيم التجربة الأول $K = \frac{v}{[NO]^2.[H_2]}$

$$K = \frac{123\times10^{-5}}{10^{-2}\times10^{-1}} \Longrightarrow K = 123 \times 10^{-2}$$

3- $v = K[NO]^2.[H_2]$

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

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

رتبة التفاعل:

هي مجموع أسس تراكيز المواد المتفاعلة في عبارة سرعة التفاعل

سرعة التفاعل في التفاعلات ذات الرتبة صفر تتحدد بمجموعة من العوامل منها مساحة سطح التماس أو الحفاز.

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

اختر الإجابة الصحيحة:

يحدث التفاعل الآتي في الغلاف الجوي

$NO_{(g)} + O_{3_{(g)}} \longrightarrow NO_{2_{(g)}} + O_{2_{(g)}}$

على مرحلتين:

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

الثانية: ذات تفاعل سريع: $No_{(g)} + O_{(g)} \longrightarrow NO_{2_{(g)}}$

$v = K[NO].[O]$ - A	$v = K[O_3]$ - B
$v = k[NO].[O_3]$ - C	$v = K[NO][O_3][O]$ - D

الحل: نأخذ عبارة السرعة في المرحلة الأبطأ فالإجابة b

لديك التفاعل الأولي الآتي:

$2Al_{(s)} + 3Cl_{2_{(g)}} \longrightarrow 2ALCL_{3_{(S)}}$

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل وماهي رتبته.

2- اقترح الطرائق التي تزيد من سرعة التفاعل.

3- فسر بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها.

الحل:

1- $v = K[CL_2]^3$ من المرتبة الثالثة.

2- زيادة درجة الحرارة – إضافة حفاز – زيادة تركيز الكلور – وزيادة سطح تماس الألمنيوم .

3- لأنه يوجد تصادمات فعالة وتصادمات غير فعالة ولحدوث التفاعل يجب أن يكون التصادم فعال.

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

مخطط حساب السرعة الابتدائية v_0

1. معي تراكيز البدء فوراً نعوض في عبارة السرعة - معي مولات البدء والحجم نحسب تراكيز البدء $C=\frac{n}{V}$ ونعوض في عبارة السرعة	2.مزج حجم +تركيز نحسب تراكيز البدء من: بعد $n=n'$ قبل $C.V=C'.V'$ $C'=\frac{CV}{V'}$ ونعوض من عبارة السرعة	لإضافة حجم +عدد مولات نحسب تراكيز البدء من $C=\frac{n}{V'}$ حيث: $V':(V_1+V_2)$ ونعوض في عبارة السرعة

المسألة الأولى:

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

-1 قيمة السرعة الابتدائية للتفاعل.

-2 تركيز المادة C وسرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه تركيز المادة A بمقدار $0.1mol.l^{-1}$

الحل:

-1 $v_0=K[A]_0.[B]_0^2$

$v_0=3\times10^{-1}\times2\times10^{-1}\times(4\times10^{-1})^2$

$v_0=96\times10^{-4}mol.l^{-1}.S^{-1}$

-2

	A	+	$2B$	$\longrightarrow$	$2C$
بدء	0.2		0.4		0
بعد زمن	$0.2-x$		$0.4-2x$		$+2x$

- من الفرض $x=0.1mol.l^{-1}$

- $[C]=2x=0.2mol.l^{-1}$
- $[A]=0.2-x\Longrightarrow0.2-0.1=0.1mol.l^{-1}$
- $[B]=0.4-2x\Longrightarrow0.4-0.2=0.2mol.l^{-1}$

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

$v=3\times10^{-1}\times10^{-1}\times(2\times10^{-1})^2$

$v=12\times10^{-4}mol.l^{-1}.S^{-1}$

المسألة الثانية:

وضع $8mol$ من المادة A في وعاء مغلق سعته $10L$ فحدث التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية $2A_{(g)}\longrightarrow2B_{(g)}+C_{(g)}$، والمطلوب:

-1 احسب سرعة التفكك الابتدائية لهذا التفاعل علماً أن: $K=0.2$

-2 احسب تركيز المادة C بعد زمن بتفكك فيه 25% من المادة A

-3 احسب سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه $[B]=0.4mol.l^{-1}$

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

-5 بين بالحساب كيف تتغير السرعة الابتدائية إذا تضاعف الحجم.

-6 بين بالحساب كيف تتغير السرعة الابتدائية إذا تضاعف الضغط.

الحل:

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

$[A]_0=\frac{8}{10}=0.8mol.l^{-1}$

$v_0=K[A]_0^2$

$v_0=2\times10^{-1}\times(8\times10^{-1})^2$

$v_0=128\times10^{-3}mol.l^{-1}.S^{-1}$

-2 كل 0.8 يتفكك منه 2x

كل 100 يتفكك منه 25%

$2x=\frac{8\times10^{-1}\times25}{100}$

$2x=0.2$

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

$[C]=x=0.1mol.l^{-1}$

-3 من الفرض: $[B]=0.4mol.l^{-1}$

$2x=0.4$

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

$[A]=0.8-2x$

$[A]=0.8-0.4$

$[A]=0.4mol.l^{-1}$

$v=k[A]^2$

$v=2\times10^{-1}\times(4\times10^{-1})^2$

$v=32\times10^{-3}mol.l^{-1}$

-4 $V'=\frac{V}{2}\Longrightarrow C'=2C$

$[A]'=2[A]$

$v'=K[A]'^2$

$v'=K(2[A])^2$

$v'=4K[A]^2$

$v'=4v$

تزداد أربع مرات.

-5 $v'=2v\Longrightarrow C'=\frac{C}{2}$

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

$v'=K[A]'2$

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

$v'=\frac{K[A]^2}{4}$

$v'=\frac{v}{4}$ أي تنقص أربع مرات.

-6 $P'=2P\Longrightarrow V'=\frac{V}{2}\Longrightarrow C'=2C$

نتابع الحل كما في الطلب الرابع.

المسألة الثالثة:

مزج $600ml$ من المادة A ذات التركيز $0.8mol.l^{-1}$ مع $200ml$ من المادة B ذات التركيز $0.8mol.l^{-1}$ لتتشكل المادة C في شروط مناسبة وفق التفاعل الأولي الآتي: $3A_{(aq)}+B_{(aq)}\longrightarrow2C_{(aq)}$

-1 احسب سرعة التفاعل الابتدائية يفرض أن $K=0.1$

-2 احسب سرعة التفاعل عندما يصبح تركيز المادة C مساوياً $0.2mol.l^{-1}$

-3 احسب تراكيز المواد $A\backslash B\backslash C$ عند توقف التفاعل.

الحل:

-1 بعد المزج $n=n'$ قبل المزج

$C,V=C'.V'$

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

$[A]_0=\frac{8\times10^{-1}\times600}{800}$

$[A]_0=0.6mol.l^{-1}$

$[B]_0=\frac{8\times10^{-1}\times200}{800}$

$[B]_0=0.2mol.l^{-1}$

$v_0=K[A]_0^3.[B]_0$

$v_0=10^{-1}\times(6\times10^{-1})^3\times2\times10^{-1}$

$v_0=432\times10^{-5}\text{mol.l}^{-1}S^{-1}$

-2

	$3A$	+	B	$\longrightarrow$	$2C$
بدء	0.6		0.2		0
بعد زمن	$0.6-3x$		$0.2-x$		$+2x$

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

$2x=0.2$

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

$[A]=0.6-3x\Longrightarrow0.6-0.3=0.3mol.l^{-1}$

$[B]=0.2-x\Longrightarrow0.2-0.1=0.1\text{mol.l}^{-1}$

$v=K[A]^3.[B]$

$v=10^{-1}\times(3\times10^{-1})^3.10^{-1}$

$v=27\times10^{-5}mol.l^{-1}.s^{-1}$

-3 عند توقف التفاعل $v=0$ لكن $K\neq0$ إما: $[A]=0$

$0.6-3x=0\Longrightarrow3x=0.6\Longrightarrow x=0.2mol.l^{-1}$

$[B]=0.2-x$

$[B]=0.2-0.2$

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

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

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

المسألة الرابعة:

يضاف $200ml$ تحوي على $1.2mol$ من محلول المادة A إلى $200ml$ تحوي على $0.8mol$ من محلول المادة B فيتم التفاعل الأولي الآتي:

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

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

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

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

1- $C = \frac{n}{V'}$

$$[A]_0 = \frac{12 \times 10^{-1}}{400 \times 10^{-3}}$$
$$[A]_0 = 3mol.l^{-1}$$
$$[B]_0 = \frac{8 \times 10^{-1}}{400 \times 10^{-3}}$$
$$[B]_0 = 2mol.l^{-1}$$
$$v_0 = K[A]_0^2.[B]_0$$
$$v_0 = 2 \times 10^{-2} \times 9 \times 2$$
$$v_0 = 36 \times 10^{-2} mol.l^{-1}.s^{-1}$$

2-

	$2A$	$+$	B	$\longrightarrow$	$2C$	$+$	D
بدء	3		2		0		0
بعد زمن	$3-2x$		$2-x$		$+2x$		$+x$

$$[D] = \frac{n}{V'}$$
$$[D] = \frac{4 \times 10^{-1}}{400 \times 10^{-3}}$$
$$[D] = 1mol.l^{-1} \Longrightarrow 2x = 1 \Longrightarrow x = 0.5mol.l^{-1}$$
$$[A] = 3 - 2x \Longrightarrow 3 - 1 = 2mol.l^{-1}$$
$$[B] = 2 - x \Longrightarrow 2 - 0.5 = 1.5\ mol.l^{-1}$$
$$v = K[A]^2.[B]$$
$$v = 2 \times 10^{-2} \times 4 \times 15 \times 10^{-1}$$
$$v = 12 \times 10^{-2} mol^{-1}.s^{-1}$$

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

إما: $[A] = 0$

$$3 - 2x = 0 \Longrightarrow 2x = 3 \Longrightarrow x = 1.5mol.l^{-1}$$
$$[B] = 2 - 1.5 \Longrightarrow 0.5mol.l^{-1}$$
$$[C] = 2x = 3mol.l^{-1}$$

مقبول.

أو $[B] = 0$

$$2 - x = 0 \Longrightarrow x = 2mol.l^{-1}$$
$$[A] = 3 - 2x \Longrightarrow [A] = 3 - 4 = -1mol.l^{-1}$$

مرفوض

التوازن الكيميائي

1- حالة التوازن:

المفهوم الحركي للتوازن الكيميائي:

- ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:

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

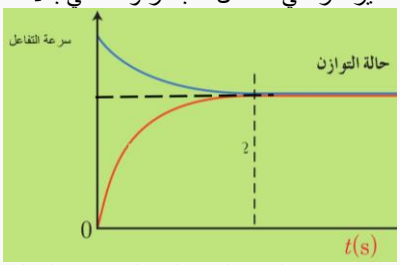
والمطلوب:

1. بين كيف تتغير تراكيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعل المتوازن.
2. اكتب العلاقة بين سرعتي التفاعل المباشر والعكسي عند ثبات التراكيز؟
3. ماذا نسمي الحالة التي تثبت فيها تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة؟
4. ارسم مخططاً بيانياً يوضح:
   a) تغير سرعتي التفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزمن.
   b) تغير تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة بدلالة الزمن.

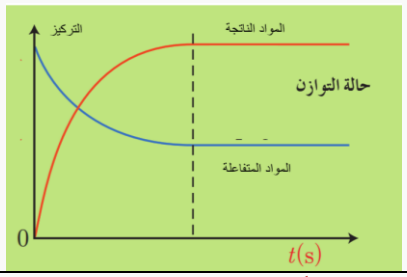
الحل:

1. في بداية التفاعل: تكون تراكيز المواد المتفاعلة كبيرة وأعظمية أي أن سرعة التفاعل المباشر كبيرة وأعظمية في حين تكون تراكيز المواد الناتجة معدومة أي أن سرعة التفاعل العكسي معدومة.
   وبمرور الزمن: تنقص تراكيز المواد المتفاعلة (تستهلك) فتنقص سرعة التفاعل المباشر وتزداد تراكيز المواد الناتجة (تتكون) فتزداد سرعة التفاعل العكسي حتى تتساوى السرعتان فنصل إلى حال التوازن الذي يدعى توازن حركي.
2. ثبات التراكيز يدل على تساوي سرعتي التفاعلين: المباشر و العكسي أي أن: $(v_1 = v_2)$
3. تسمى حالة التوازن وهي الحالة التي تثبت فيها تراكيز المواد المتفاعلة و الناتجة وتكون عندها سرعة التفاعل المباشر تساوي سرعة التفاعل العكسي $(v_1 = v_2)$
4.

a) تغير سرعتي التفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزمن.



b) تغير تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة بدلالة الزمن.



ملاحظة هامة جداً:

عند التوازن:

1- تتساوى سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي.

2- تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة.

اعطِ تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1- يسمى التوازن في التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي.

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

2- لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعل المتوازن.

ج: لأن المواد الناتجة تتفاعل فيما بينها لتعطي المواد المتفاعلة في نفس الشروط.

تمرين: ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:

$$aA + bB \rightleftarrows cC + dD$$

بفرض أن كل من التفاعلين المباشر والعكسي أوليان.

المطلوب: ماهي العبارة الرياضية لسرعة التفاعل المباشر والتفاعل العكسي، ثم استنتج منهما عبارة ثابت التوازن.

الحل:

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

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

عند التوازن يكون: $v_1 = v_2$

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

نعزل الثوابت لطرف والتراكيز لطرف آخر:

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

حيث أن النسبة $\frac{k_1}{k_2}$ مقدار ثابت نرمز له بـ k_C

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

وهي عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز (k_c)

ملاحظات:

1. يمكن التعبير(في التفاعلات الغازية) عن ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية: $k_P = \frac{P_{(C)}^c.P_{(D)}^d}{P_{(A)}^a.P_{(B)}^b}$
2. إن k_P, k_C مقداران ثابتان ليس لهما واحدة.
3. لا تظهر المواد الصلبة (s) و السائلة (l) (كمذيبات فقط مثل الماء) في عبارة ثابت التوازن (علل) لأن تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميتها.
4. لا تتغير قيمة k_P و k_C لتفاعل محدد إلا بتغير درجة الحرارة.
5. العلاقة التي تربط بين k_P و k_C.

$$k_P = k_C(RT)^{\Delta n}$$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

حيث:

- Δn: الفرق بين عدد المولات الغازية الناتجة وعدد المولات الغازية المتفاعلة $(\Delta n = n_2 - n_1)$
- R: ثابت الغازات العام $(R = 0.082(atm.l.mol^{-1}.K^{-1})$
- T: درجة الحرارة المطلقة (كلفن).

- اكتب علاقة ثابتي التوازن k_C و k_P لكل من التفاعلات الآتية، ثم اكتب العلاقة التر تربط بينها لكل منها:

$$C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightleftarrows CH_{4(g)}$$
$$k_C = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2} \quad , \quad k_P = \frac{P_{(CH_4)}}{P^2_{(H_2)}}$$
$$k_p = k_C(RT)^{\Delta n}$$
$$\Delta n = n_2 - n_1 \Longrightarrow \Delta n = 1 - 2 = -1$$
$$k_p = k_c(RT)^{-1} \Longrightarrow k_p = \frac{k_C}{R.T}$$
$$H_{2(g)} + S_{(s)} \rightleftarrows H_2S_{(g)}$$
$$k_C = \frac{[H_2S]}{[H_2]} \quad , \quad k_P = \frac{P_{(H_2S)}}{P_{(H_2)}}$$
$$k_P = k_C(RT)^{\Delta n}$$
$$\Delta n = n_2 - n_1$$
$$\Delta n = 1 - 1 = 0$$
$$k_P = k_C(RT)^0$$
$$\Longrightarrow k_P = k_C$$

اختر الإجابة الصحيحة:

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

2 (a	3 (b	4 (c	5 (d
الجواب b)			

عند مزج حجمين متساويين من غازي الهيدروجين وبخار اليود ذو اللون البنفسجي في شروط مناسبة يلاحظ تضاؤل اللون البنفسجي ثم ثباته، اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل مفسراً بقاء اللون البنفسجي ثم اكتب عبارة كل من k_C , k_p.

الحل:

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

سبب ثبات اللون البنفسجي دليل على عدم استهلاك اليود كلياً على الرغم من مزج لمواد بنسب التفاعل مما يدل على أن التفاعل متوازن:

$$k_C = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]} \quad , \quad k_P = \frac{P^2(HI)}{P(H_2).P(I_2)}$$

أهمية ثابت التوازن:

تبيّن قيمة ثابت التوازن لتفاعل ما:

مدى تحول المواد المتفاعلة إلى نواتج عند حدوث التوازن.

1- إذا كانت قيمة $k_C \gg 1$ (كبيرة) $\Longleftarrow$ كمية المواد الناتجة> كمية المواد المتفاعلة $\Longleftarrow$ البسط > المقام.
$\Longleftarrow$ التفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر.

2- إذا كانت قيمة $k_c \ll 1$ (صغيرة) $\Longleftarrow$ كمية المواد الناتجة < كمية المواد المتفاعلة $\Longleftarrow$ البسط < المقام $\Longleftarrow$ التفاعل لا يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر.

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

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

(b $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2SO_{3(g)} \quad : K_C = 14 \times 10^{+2}$

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

حاصل التوازن:

تماثل عبارة حاصل التفاعل(Q) عبارة ثابت التوازن (k_c) حيث تؤخذ التراكيز في لحظة ما دون شرط الوصول لحلة التوازن ونميز ثلاث حالات:

1- $Q < k_C \Longleftarrow$ تراكيز المواد الناتجة أقل من تراكيزها في حالة التوازن $\Longleftarrow$ يرجح التفاعل المباشر على التفاعل العكسي للوصول إلى حالة التوازن.

2- $Q = k_C \Longleftarrow$ التفاعل في حالة توازن

3- $Q > k_C \Longleftarrow$ تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن $\Longleftarrow$ يرجح التفاعل العكسي على التفاعل المباشر للوصول إلى حالة التوازن.

تطبيق: وضع $(4 \times 10^{-2}mol)$ من Hl مع $(10^{-2}mol)$ من H_2 و $(2 \times 10^{-2}mol)$ من I_2 في وعاء سعته $(2l)$، فإذا علمت أن قيمة ثابت التوازن $(K_C = 50.5)$ عند الدرجة (440℃) للتفاعل الآتي:

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

المطلوب:

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

الحل:

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

$$[HI] = \frac{4\times10^{-2}}{2} = 2 \times 10^{-2}mol.l^{-1}$$
$$[I_2] = \frac{2\times10^{-2}}{2} = 10^{-2}\ mol.l^{-1}$$
$$[H_2] = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \times 10^{-3}mol.l^{-1}$$
$$Q = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]} = \frac{(2\times10^{-2})^2}{(5\times10^{-3})(10^{-2})} = 8$$

2- التفاعل لم يصل إلى حالة التوازن لأن $(Q \neq k_C)$ والتفاعل المباشر هو التفاعل الراجح لأن $(Q < k_C)$

العوامل المؤثرة في حالة التوازن:

قاعدة لوشاتولييه: إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة في جملة كيميائية متوازنة مثل درجة الحرارة أو التركيز أو الضغط يختل التوازن فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي يعاكس فيه هذا التغير.

↑ ناتج $\overset{\text{مباشر}}{\Longrightarrow}$ متفاعل ↓
↓ ناتج $\overset{\text{عكسي}}{\Longleftarrow}$ متفاعل ↑

1- تأثير تغير التراكيز: يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة: $NO_{2(g)} + CO_{(g)} \rightleftarrows CO_{2(g)} + NO_{(g)}$

المطلوب أكمل الجدول الآتي:

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

2- تأثير تغير الضغط:

$\Delta n = 0$	$\Delta n \neq 0$	
لا يؤثر زيادة أو إنقاص الضغط على حالة التوازن لأن عدد المولات متساوي على جانبي التفاعل	زيادة الضغط: ينزاح التوازن في الاتجاه الذي عدد مولاته أقل	نقصان الضغط: ينزاح التوازن في الاتجاه الذي عدد مولاته أكبر

- يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:

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

المطلوب: أكمل الجدول الآتي:

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

- في التفاعل المتوازن الآتي:

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

بين أثر الضغط الكلي على حالة التوازن، فسر إجابتك.

ج: لا تتأثر حالة التوازن لأن عدد المولات الغازية متساوية في الطرفين.

3- تأثير تغير درجة الحرارة:

1. التفاعلات الناشرة للحرارة $\Delta H_{r\times n} < 0$
2. التفاعلات الماصة للحرارة $\Delta H_{r\times n} > 0$

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

$$2SO_{3(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \quad \Delta H = -198k.J$$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

المطلوب أكمل الجدول الآتي:

التأثير على التغير	حالة التوازن	كمية المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
زيادة درجة الحرارة	يرجح التفاعل العكسي	تزداد	تقل	تقل
خفض درجة الحرارة	يرجح التفاعل المباشر	تقل	تزداد	تزداد

- يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:

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

المطلوب أكمل الجدول الآتي:

التأثير على التغير	حالة التوازن	كمية المواد المتفاعلة	كميات المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
رفع درجة الحرارة	يرجح التفاعل المباشر	تتناقص	تزداد	تزداد
خفض درجة الحرارة	يرجح التفاعل العكسي	تزداد	تتناقص	تتناقص

4- تأثير الحفاز على حالة التوازن:

عند إضافة حفاز إلى تفاعل متوازن تزداد سرعة التفاعل المباشر وبالمقدار نفسه سوف تزداد سرعة التفاعل العكسي أي أنه يسرع الوصول إلى حالة التوازن ولا يؤثر على قيمة ثابت التوازن.

اختر الإجابة الصحيحة:

أي من التفاعلات المتوازنة الآتية سوف يرجح التفاعل العكسي عند نقصان حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل:

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

b- $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$

c- $4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftarrows 2Fe_2O_{3(s)}$

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

الحل: نقصان الحجم $\Leftarrow$ زيادة الضغط $\Leftarrow$ الاتجاه الذي مولاته أقل a)

أي من المتغيرات الآتية سوف يؤدي إلى زيادة كمية النشادر في التفاعل المتوازن الآتي: $\Delta H = -91.54kJ$

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

a- زيادة درجة الحرارة b- خفض كمية N_2

c- زيادة الضغط الكلي d- إضافة حفاز

الحل: ©

فسر:

في التفاعل الماص للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند خفض درجة الحرارة؟

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

في التفاعل الناشر للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند زيادة درجة الحرارة؟

ج: لأن التفاعل العكسي يرجح نحو الاتجاه الماص للحرارة وبالتالي تقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

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

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

هل التفاعل ناشر للحرارة أم ماص للحرارة؟ فسر إجابتك.

الحل: عند رفع الحرارة تقل قيمة ثابت التوازن أي يرجح بالاتجاه العكسي الماص للحرارة وبالتالي التفاعل ناشر للحرارة.

- لديك التفاعل المتوازن الآتي:

$$H_2O_{2(g)} \rightleftarrows H_2O_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \quad \Delta H > 0$$

a- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية.

b- اقترح طريقة لزيادة قيمة ثابت التوازن مع التفسير.

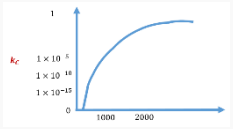
الحل:

a- $k_P = \frac{P(H_2O).P^{\frac{1}{2}}(O_2)}{P(H_2O_2)}$

b- زيادة درجة الحرارة يرجح التفاعل المباشر الماص للحرارة فتزداد قيمة ثابت التوازن.

- لديك الخط البياني الآتي الذي يمثل قيم مختلفة لثابت التوازن:

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



K_c بدلالة درجة الحرارة والمطلوب فيما إذا كان التفاعل ناشر أم ماص للحرارة؟

الحل:

التفاعل ماص للحرارة لأنه عند رفع درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت التوازن وبالتالي يرجح التفاعل المباشر الماص للحرارة.

حساب قيمة ثابت التوازن من خلال المعادلات:

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

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

فتكون قيمة k_C للتفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:

$$4C_{(g)} \rightleftarrows 4A_{(g)} + 2B_{(g)}$$

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

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

$$2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \rightleftarrows 2NOBr_{(g)} \quad k_{C_1} = 2$$

$$2NO \rightleftarrows N_{2(g)} + O_{2(g)} \quad k_{C_2} = 2 \times 10^{+4}$$

المطلوب: احسب قيمة k_C ثم k_p للتفاعل الآتي:

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

حيث: $R = 0.082$

الحل:

تبقى المعادلة الأولى كما هي:

$$2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \rightleftarrows 2NOBr_{(g)} \quad k_{C_1} = 2$$

نعكس المعادلة الثانية:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} \quad k'_{c_2} = \frac{1}{2\times10^{+4}}$$

بجمع المعادلتين:

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

$$k_c = k_{c_1} \times k'_{c_2} \Rightarrow k_C = 2 \times \frac{1}{2\times10^{+4}} \Rightarrow k_c = 10^{-4}$$

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

$$\Delta n = 2 - 3 = -1$$

$$k_p = \frac{k_c}{R.T} \Rightarrow k_p = \frac{10^{-4}}{82\times10^{-3}\times300} \Rightarrow k_p = \frac{10^{-3}}{246} \Rightarrow$$

$$k_p = \frac{1}{246000}$$

مخطط حساب K_C

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
معي تراكيز التوازن نعوض فوراً في عبارة K_C	معي مولات التوازن و الحجم نحسب تراكيز التوازن من $C = \frac{n}{V}$ ونعوض في عبارة ثابت التوازن	معي k_1 و k_2 نحسب k_c من $K_c = \frac{k_1}{k_2}$	ترتيب معادلات معي k_{c_1} و k_{c_2} نرتب المعادلات: $k_c = k_{c_1} \times k_{c_2}$	غير الحالات السابقة نحسب تراكيز التوازن من السطرين ثم نعوض في عبارة k_c ..... -وضع مزج تفاعل (حالة ابتدائية) -إذا معنا قيمة k_c واحتجنا قيمة x ونعوض في عبارة k_c -إذا معي مخطط استنتج منه قيمة x

المسألة الأولى:

يجري في وعاء مغلق التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية:

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

عند درجة حرارة مناسبة فإذا كانت التراكيز الابتدائية

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

وعند بلوغ التوازن كانت $[D]_{eq} = 0.4\ mol.l^{-1}$ والمطلوب:

1- احسب قيمة ثابت التوازن k_c لهذا التفاعل.

2- ما قيمة k_p لهذا التفاعل.

الحل:

	A	+	$2B$	$\rightleftarrows$	C	+	$2D$
.1							
بدء	0.4		0.6		0		0
بعد زمن	$0.4 - x$		$0.6 - 2x$		$+x$		$+2x$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

من الفرض $[D]_{eq} = 0.4 mol.l^{-1}$

$2x = 0.4 \Rightarrow x = 0.2$

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

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

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

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

$k_C = \frac{2\times10^{-1}\times(4\times10^{-1})^2}{2\times10^{-1}\times(2\times10^{-1})^2}$

$k_C = 4$

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

$\Delta n = 0$

$k_p = k_c = 4$

المسألة الثانية:

يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$ في وعاء حجمه $10l$ عند بلوغ التوازن كان عدد مولات الهيدروجين $7.2\ mol$ وعدد مولات اليود $2.4mol$ وعدد مولات يود الهيدروجين $0.4mol$ والمطلوب حساب:

1. قيمة k_C ثم قيمة K_P.
2. التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة.
3. اقترح طريقتين تزيد من كمية HI.

الحل:

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

$[H_2]_{eq} = \frac{72\times10^{-1}}{10} = 0.72\ mol.l^{-1}$

$[I_2]_{eq} = \frac{24\times10^{-1}}{10} = 0.24\ mol.l^{-1}$

$[HI]_{eq} = \frac{4\times10^{-1}}{10} = 0.04\ mol.l^{-1}$

$k_c = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]} = \frac{(4\times10^{-2})^2}{72\times10^{-2}\times24\times10^{-2}} = \frac{1}{108}$

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

$\Delta n = 2 - 2 = 0$

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

2.

	H_2	+	I_2	$\rightleftarrows$	$2HI$
بدء	$[H_2]_0$		$[I_2]_0$		0
توازن	$\underbrace{[H_2]_0 - x}_{=0.72}$		$\underbrace{[I_2]_0 - x}_{=0.24}$		$\underbrace{+2x}_{=0.04}$

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

$0.04 = 2x$

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

$[H_2]_0 - x = 0.72$

$[H_2]_0 = 0.72 + 0.02$

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

$[I_2]_0 - x = 0.24$

$[I_2]_0 = 0.24 + 0.02$

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

3. زيادة تركيز H_2 / زيادة تركيز I_2 / سحب HI من الوسط.

المسألة الثالثة:

مزج $2mol$ من مادة A مع $2mol$ من مادة B في وعاء سعته $10L$ فيحدث التفاعل المتوازن وفق المعادلة: $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$ فإذا علمت قيمة سرعة التفاعل المباشر $k_1 = 8.8 \times 10^{-2}$ وقيمة ثابت سرعة التفاعل العكسي $k_2 = 2.2 \times 10^{-2}$ والمطلوب حساب:

1- قيمة k_C ثم قيمة k_p =.

2- تراكيز كل من المواد المتفاعلة و الناتجة عند بلوغ التوازن.

الحل:

1- $k_C = \frac{k_1}{k_2}$

$k_C = \frac{8.8\times10^{-1}\times10^{-2}}{22\times10^{-1}\times10^{-2}}$

$k_C = 4$

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

$\Delta n = 2 - 2 = 0$

$k_P = k_c = 4$

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

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

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

	A	+	B	$\rightleftarrows$	$2C$
بدء	0.2		0.2		0
توازن	$0.2 - x$		$0.2 - x$		$+2x$

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

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

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

$2x = 2(0.2 - x)$

$2x = 0.4 - 2x$

$4x = 0.4$

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

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

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

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

المسألة الرابعة:

لديك التفاعل المتوازن الآتي: $2NO_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ فإذا علمت أن تراكيز التوازن بواحدة $mol.l^{-1}$ هي:

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

المطلوب حساب:

1. قيمة k_c.
2. التركيز الابتدائي لغاز $[NO_2]_0 =$
3. النسبة المئوية المتفككة من غاز NO_2 عند بلوغ التوازن.

الحل:

1- $k_C = \frac{[No]^2.[O_2]}{[NO_2]^2}$

$k_c = \frac{(24\times10^{-2})^2\times12\times10^{-2}}{(6\times10^{-2})^2}$

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

2-

	$2NO_2$	$\rightleftarrows$	$2NO$	+	O_2
بدء	$[NO_2]_0$		0		0
توازن	$\underbrace{[NO_2]_0 - 2x}_{0.06}$		$\underbrace{+2x}_{0.24}$		$\underbrace{+x}_{0.12}$

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

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

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

3- كل 0.3 يتفكك منه 0.24

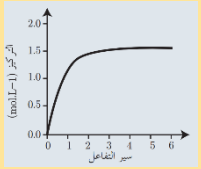
كل 100 يتفكك منه y

$y = \frac{24\times10^{-2}\times100}{3\times10^{-1}}$

$y = 80\%$

المسألة الخامسة:

يتفاعل $1mol$ من بخار اليود مع $1\ mol$ من غاز الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه $1L$ وفق المعادلة: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$ حيث يبين المخطط الآتي تغير تركيز يود الهيدروجين بدلالة الزمن، والمطلوب:



1- احسب تراكيز التوازن لكل من المواد المتفاعلة والناتجة.

2- احسب قيمة ثابت التوازن k_c.

3- ارسم خطاً بيانياً يوضح تركيز الهيدروجين بدلالة الزمن.

الحل:

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

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

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

	H_2	+	I_2	$\longrightarrow 2HI$
بدء	1		1	0
توازن	$1-x$		$1-x$	$+2x$

من الخط البياني: $[HI]_{eq} = 2x$

$1.5 = 2x$

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

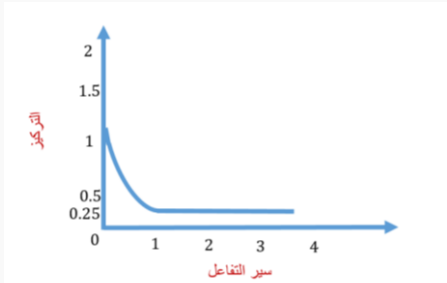
$[H_2]_{eq} = [I_2]_{eq} = 1 - 0.75 = 0.25\ mol.l^{*1}$

-2

$$k_C = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]} = \frac{(15\times10^{-1})^2}{25\times10^{-2}\times25\times10^{-2}}$$

$k_c = 36$

-3



الحموض و الأسس

نظريات في الحموض و الأسس:

1. نظرية أرينيوس:

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

مثال: $HA \longrightarrow H^+ + A^-$

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

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

2. نظرية برونشتد –لوري:

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

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

تطبيق:

لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية: $HA + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + A^-$،

والمطلوب:

وضح أي المركبين يسلك سلوك حمض، وأيهما يسلك سلوك أساس حسب نظرية برونشتد- لوري.

HA يمنح بروتون، ويسلك سلوك حمض.

H_2O يستقبل بروتون، يسلك سلوك أساس.

3. نظرية لويس:

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

الأساس: كل مادة كيميائية قادرة على منح زوج إلكتروني أو أكثر لمادة أخرى تتفاعل معها.

ملاحظة:

- أساس لويس: مركب يحوي N – أيون سالب.
- حمض لويس: مركب يحوي B- أيون موجب.

تطبيق:

لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الكيميائية الآتية:

$NH_3 + BF_3 \longrightarrow H_3N \longrightarrow BF_3$

المطلوب:

1. وضح ما نوع الرابطة بين ذرتي البور والنتروجين.
2. حدد الحمض والأساس حسب نظرية لويس مع التفسير.

الحل:

-1 تساندية.

-2 NH_3 أساس لويس لأنه منح زوج إلكتروني.

BF_3 حمض لويس لأنه استقبل زوج إلكتروني.

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

❶ $\underbrace{Cu^{+2}}_{\text{حمض لويس}} + \underbrace{4H_2O}_{\text{أساس لويس}} \longrightarrow [Cu(H_2O)_4]^{+2}$

❷ $\underbrace{NH_3}_{\text{أساس لويس}} + \underbrace{BCL_3}_{\text{حمض لويس}} \longrightarrow H_3N \longrightarrow BCL_3$

تذكرة:

- الحموض القوية: كلور الماء HCl \ الأزوت HNO_3 \ الكبريت H_2SO_4
- الحموض الضعيفة: سيانيد الهيدروجين HCN \ النمل $HCOOH$ \ الخل CH_3COOH \ الكربون H_2CO_3
- الأسس القوية: هدروكسيد الصوديوم $NaOH$ \ هيدروكسيدالبوتاسيوم KoH
- الأسس الضعيفة: هدروكسيدالأمونيوم NH_4OH \ النشادر NH_3
- قوي تام التأين $(\longrightarrow)$
- ضعيف جزئي التأين $(\rightleftarrows)$

- معادلات التأين الحموض:

والأزواج المترافقة أساس/حمض وفق نظرية برونشتد – لوري:

❶	HCN	$+ H_2O \rightleftarrows$	CN^-	$+ H_3O^+$
❷	$HCOOH + H_2O \rightleftarrows$		$HCOO^-$	$+ H_3O^+$
❸	$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows$		CH_3COO^-	$+ H_3O^+$
❹	HCL	$+ H_2O \longrightarrow$	Cl^-	$+ H_3O^+$
❺	HNO_3	$+ H_2O \longrightarrow$	NO_3^-	$+ H_3O^+$
❻	H_2SO_4	$+ 2H_2O \longrightarrow$	SO_4^{-2}	$+ 2H_3O^+$
جميع ما سبق	حمض مرافق 2	أساس مرافق 1	أساس 2	حمض1

معادلات تأين الأسس:

❶ $\underbrace{NH_3}_{\text{أساس1}} + \underbrace{H_2O}_{\text{حمض2}} \rightleftarrows \underbrace{NH_4^+}_{\text{حمض مرفق1}} + \underbrace{OH^-}_{\text{أساس مرافق 2}}$

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

تطبيق: محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين، المطلوب:

(a) اكتب معادلة تأين هذا الحمض وحدد عليها الأزواج المترافقة أساس/حمض حسب نظرية برونشتد – لوري

(b) اكتب علاقة ثابت تأين هذا الحمض k_a بدلالة التراكيز (يمكن أن يغير الحمض) /نفس التطبيق/

الحل:

(a) $\underbrace{HCN}_{\text{حمض1}} + \underbrace{H_2O}_{\text{أساس2}} \rightleftarrows \underbrace{CN^-}_{\text{أساس مرافق 1}} + \underbrace{H_3O^3}_{\text{حمض مرافق2}}$

$(HCN/CN^-) - (H_3O^+/H_2O)$

(b) $Ka = \frac{[CN^-].[H_3O^+]}{[HCN]}$

التأين الذاتي للماء و ثابت تأينه:

- يعد الماء ناقلاً رديئاً للتيار الكهربائي لاحتوائه على أيونات قليلة، المطلوب:

-1 اكتب معادلة التأين الذاتي للماء وحدد الأزواج المترافقة أساس / حمض حسب نظرية برونشتد – لوري.

-2 اكتب عبارة ثابت التوازن (ثابت تأين الماء)

-3 فسر يعد الماء مركب مذبذب

الحل:

-1 $\underbrace{H_2O_L}_{\text{حمض1}} + \underbrace{H_2O_{(L)}}_{\text{أساس2}} \rightleftarrows \underbrace{H_3O^+_{aq}}_{\text{حمض مرافق 2}} + \underbrace{OH^-_{(aq)}}_{\text{أساس مرافق1}}$

-2 $K_w = [H_3O^+].[OH^-]$

-3 لأنه يسلك سلوك حمض أحياناً وسلوك أساس أحياناً أخرى.

اختر الإجابة:

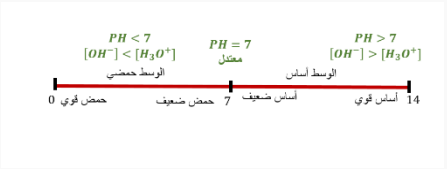
أحد الأزواج الآتية لا يشكل (أساس/حمض) حسب برونشتد-لوري

(a NH_4^+/NH_3	(b HCN/CN^-
(c H_2O/OH^-	(d HNO_3/HNO_2

الإجابة d.

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

الأس الهيدروجيني PH



تطبيق: لديك المحاليل المتساوية التراكيز الآتية:

$(HCOOH\ /HCL/\ KOH/NH_4OH)$

1- رتب هذه المحاليل تصاعدياً وفق تزايد قيمة PH ((ممكن أن يأتي تنازلياً أو على شكل اختر) ←

الحل: $HCL \rightarrow HCOOH \rightarrow KOH \rightarrow NH_4OH$

قوة الحمض وقوة الأساس:

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

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

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

الحل:

(a NO_2^- حمضه المرافق هو HNO_2
NO_3^- حمضه المرافق هو HNO_3

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

ثابت تأين الحموض الضعيفة:

- لديك محلول لحمض ضعيف HA، المطلوب:

1- اكتب معادلة تأينه.
2- اكتب عبارة ثابت تأين الحمض الضعيف K_a بدلالة التراكيز.
3- اكتب علاقة درجة التأين.
4- أثبت أن $[H_3O^+] = \sqrt{ka.Ca}$

الحل:

1- $HA + H_2O \rightleftarrows A^- + H_3O^+$
2- $Ka = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$
3- $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{Ca}$
4- من معادلة تأين الحمض نجد $[A^-] = [H_3O^+]$ وبإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض يمكن أن نعتبر $[HA] = Ca$ نعوض في علاقة Ka

$$ka = \frac{[H_3O^+]^2}{Ca} \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{ka.Ca}$$

ثابت تأين الأساس الضعيف:

ليديك محلول أس ضعيف B تأينه جزئي في الماء، والمطلوب:

1- اكتب معادلة تأينه.
2- اكتب عبارة ثابت تأين الأساس الضعيف K_b بدلالة التراكيز.
3- اكتب علاقة درجة التأين.
4- أثبت أن $[OH^-] = \sqrt{K_b.C_b}$

الحل:

1- $B + H_2O \rightleftarrows BH^+ + OH^-$
2- $K_b = \frac{[BH^+].[OH^-]}{[B]}$
3- $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$
4- من معادلة تأين الأساس نجد $[BH^+] = [OH^-]$ وبإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الأساس يمكن أن نعتبر $[B] = C_b$
نعوض في علاقة K_b:

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{K_b.C_b}$$

ملاحظات:

1- الحمض الأقوى ← أكبر K_a ← أكبر $[H_3O^+]$ / أصغر $[OH^-]$ ← أصغر PH / أكبر POH
2- الحمض الأضعف ← أصغر K_a ← أصغر $[H_3O^+]$ / أكبر $[OH^-]$ ← أكبر PH / أصغر POH

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

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

اعتماداً على الجدول السابق أجب عن الأسئلة الآتية:

1- حدد الحمض الأقوى وما هو أساسه المرافق؟

ج: فلوريد الهيدروجين HF وأساسه المرافق F^-

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

ج: أكبر PH: سيانيد الهيدروجين (HCN)
أصغر PH: فلوريد الهيدروجين HF

3- في أي محلول يكون $[OH^-]$ أكبر.

ج: في الحمض الأضعف سيانيد الهيدروجين HCN.

4- حدد الأساس المرافق الأقوى للمحاليل السابقة؟

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

قوانين الحموض والأسس

1. $[H_3O^+].[OH] = 10^{-14} / [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} / [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]}$
2. $PH + PoH = 14 / PH = 14 - PoH \ / \ PoH = 14 - PH$
3. $PH = -\log[H_3O^+] / [H_3O^+] = 10^{-PH}$
4. $PoH = -\log[oH^-] / [OH^-] = 10^{-PoH}$
5. التركيز الابتدائي للحمض $[H_3O^+] = Ca$ حمض قوي ثنائي الوظيفة $[H_3O^+] = 2C_a$
6. حمض ضعيف $[H_3O^+] = \sqrt{k_a.C_a}$ $\underbrace{K_a}_{\text{ثابت تأين الحمض}} = \frac{[H_3O^+]^2}{c_a} \quad C_a = \frac{[H_3O^+]^2}{K_a}$
7. $\underbrace{\alpha}_{\text{درجة تأين حمض ضعيف}} = \frac{[H_3O^+]}{ca} \times 100\% / [H_3O^+] = \frac{\alpha.C_a}{100\%}$ $/C_a = \frac{[H_3O^+]}{\alpha} \times 100\%$
8. التركيز الابتدائي للأساس أساس قوي $[oH^-] = C_b$
9. أساس ضعيف $[OH^-] = \sqrt{K_b.C_b}$ $\underbrace{K_b}_{\text{ثابت تأين الأساس}} = \frac{[OH^-]^2}{C_b} \ / \ C_b = \frac{[OH^-]^2}{K_b}$
10. $\underbrace{\alpha}_{\text{درجة تأين أساس ضعيف}} = \frac{[OH^-]}{C_b} \times 100\% / [OH^-] = \frac{\alpha.C_b}{100\%} \ /$ $C_b = \frac{[OH^-]}{\alpha} \times 100\%$

$Cg, l^{-1} = Cmol.l^{-1} \times M$	عدد المولات $n = \frac{m}{M}$
$m = Cmol.l^{-1} \times V \times M$ الكتلة	التركيز المولي $Cmol.l^{-1} = \frac{n}{V}$
	التركيز الغرامي $Cg.l^{-1} = \frac{m}{V}$

اختر الإجابة الصحيحة:

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

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

الحل:

$$[H_3O^+] = \sqrt{k_a.C_a} \Rightarrow$$
$$[H_3O^+] = \sqrt{2 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-1}} = 10^{-2} mol.l^{-1}$$
$$PH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow PH = -\log(10^{-2}) \Rightarrow PH = 2$$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

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

13	12	11	10

$$C'_b = \frac{C_b}{100} \Rightarrow C'_b = \frac{10^{-2}}{100} = 10^{-4}mol.l^{-1}$$
$$[oH^-]' = C'_b = 10^{-4}mol.l^{-1} \Rightarrow PoH' = -\log[oH^-]'$$
$$= -\log(10^{-4}) = 4$$
$$PH' = 14 - PoH' \Rightarrow PH' = 10$$

- محلول مائي لحمض الآزوت حجمه $50ml$ وتركيزه $0.2\ mol.l^{-1}$ يمدد بالماء المقطر ليصبح تركيزه $0.04\ mol.l^{-1}$ فيكون حجم الماء المقطر المضاف يساوي:

100ml	300 ml	250ml	200 ml

الحل: بعد التمديد $n = n$ قبل التمديد

$$C_1V_1 = C_2V_2$$
$$V_2 = \frac{C_1V_1}{C_2} \Rightarrow V_2 = \frac{2\times10^{-1}\times50}{4\times10^{-2}}$$
$$\Rightarrow V_2 = 250\ ml$$
$$V = V_2 - V_1$$
$$V = 250 - 50 = 200ml$$

المسألة الأولى:

محلول مائي لحمض الخل تركيزه الابتدائي $0.05\ mol.l^{-1}$ وثابت تأينه 2×10^{-5} ، والمطلوب:

1- احسب $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$
2- احسب قيمة PH.
3- احسب درجة تأين الحمض.
4- يمدد المحلول السابق 100 مرة احسب PH بعد التمديد

الحل:

1- بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a}$$
$$[H_3O^+] = \sqrt{2\times10^{-5}\times5\times10^{-2}}$$
$$[H_3O^+] = 10^{-3}\ mol.l^{-1}$$
$$[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$$
$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}}$$
$$[OH^-] = 10^{-11}\ mol.l^{-1}$$

2- $PH = -Log[H_3O^+]$
$$PH = -log(10^{-3})$$
$$PH = 3$$

3- $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}\times100\%$
$$\alpha = \frac{10^{-3}}{5\times10^{-2}}\times100\%$$
$$\alpha = 2\%$$

4- بعد $n = n$ قبل
$$C_1V_1 = C_2V_2$$
$$0.05V_1 = C_2\times100V_1$$
$$C_2 = 5\times10^{-4}\ mol.l^{-1}$$
$$[H_3O^+]' = \sqrt{K_a.C'_a}$$
$$[H_3O^+]' = \sqrt{2\times10^{-5}\times5\times10^{-4}}$$
$$[H_3O^+]' = 10^{-4}mol.l^{-1}$$
$$PH' = -log[H_3O^+]'$$
$$PH' = -log\ 10^{-4}$$
$$PH' = 4$$

المسألة الثانية:

محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين له $PH = 5$ ودرجة تأينه $5\times10^{-3}\%$

1- احسب التركيز الابتدائي للحمض و ثابت تأينه.
2- بين بالحساب كيف يتغير $[H_3O^+]$ عندما تصبح $PH = 6$

الحل:

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

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}\times100\%$$
$$\Rightarrow C_a = \frac{[H_3O^+]}{\alpha}\times100\%$$
$$C_a = \frac{10^{-5}\times100\%}{5\times10^{-3}\%}$$
$$C_a = 0.2\ mol.l^{-1}$$

- بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض.
$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a}$$
$$\Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a}$$
$$K_a = \frac{10^{-10}}{2\times10^{-1}} = 5\times10^{-10}$$

2- $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-5}mol.l^{-1}$
$$[H_3O^+]' = 10^{-PH'} = 10^{-6}mol.l^{-1}$$
$$\frac{[H_3O^+]'}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-6}}{10^{-5}} = 10^{-1}$$
$$[H_3O^+]' = \frac{[H_3O^+]}{10}$$

- تنقص عشر مرات
اختر
$1 \longrightarrow 10$
$2 \longrightarrow 100$
$3 \longrightarrow 1000$
العلاقة عكسية

المسألة الثالثة:

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

1- قيمة $[H_3O^+], [\text{oH}^-]$
2- قيمة $PH\ , PoH$ للمحلول.
3- حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى $50ml$ من المحلول السابق ليصبح تركيزه $10^{-3}mol.l^{-1}$

الحل:

1- $M(NaOH) = 40\ g.mol^{-1}$
$$n = \frac{m}{M} = \frac{8}{40} = 0.2mol$$
$$C_b = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{2} = 0.1\ mol.l^{-1}$$

- بما أن الأساس قوي وأحادي الوظيفة الأساسية
$$[oH^-] = C_b = 10^{-1}mol.l^{-1}$$
$$[H_3O^+].[oH^-] = 10^{-14}$$
$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}}$$
$$[H_3O^+] = 10^{-13}\ mol.l^{-1}$$

2- $PoH = -\log[oH^-]$
$$PoH = -\log(10^{-1})$$
$$PoH = 1$$
$$PH = -\log[H_3O^+]$$
$$PH = -\log 10^{-13}$$
$$PH = 13$$

3- بعد $n = n$ قبل
$$C_1V_1 = C_2V_2$$
$$V_2 = \frac{C_1V_1}{C_2}$$
$$V_2 = \frac{10^{-1}\times50}{10^{-3}}$$
$$V_2 = 5000mL$$
$$V = V_2 - V_1$$
$$V = 5000 - 50$$
$$V = 4950\ mL$$

المسألة الرابعة:

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

1- احسب تركيز هذا الحمض ب، $mol.l^{-1}$
2- احسب كتلة حمض الكبريت في $50\ ml$ من محلول الحمض السابق.
3- يضاف بالتدريج $10ml$ من محلول الحمض السابق إلى $90ml$ من الماء المقطر احسب قيمة PH للمحلول الجديد

علماً أن $(H:1\ O:16\ S:32)$

الحل:

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

- بما أن حمض الكبريت قوي و ثنائي الوظيفة الحمضية:

$[H_3O^+] = 2C_a$

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

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

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

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

$m = 0.245\ g$

3- بعد n قبل n

$C_1V_1 = C_2V_2$

$C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2}$

$C_2 = \frac{5\times10^{-2}\times10}{100}$

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

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

$PH' = -\log[H_3O^+]'$

$PH' = -\log(10^{-2})$

$PH' = 2$

المسألة الخامسة:

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

1- احسب $[OH^-]$ المحلول.
2- احسب التركيز الابتدائي للمحلول.
3- احسب ثابت تأين النشادر.
4- يمدد المحلول السابق 100 مرة احسب PoH المحلول الناتج عن التمديد.

الحل:

1- $[OH^-] = 10^{-POH}$

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

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

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

$C_b = \frac{10^{-3}\times100\%}{2\%}$

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

3- بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الأساس

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

$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b} = \frac{10^{-6}}{5\times10^{-2}}$

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

4- بعد n قبل n

$C_1V_1 = C_2V_2$

$C_2 = \frac{C_1V_!}{100V_1} = \frac{5\times10^{-2}}{100} =$

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

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

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

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

$PoH' = -\log[OH^-]'$

$PoH' = -\log(10^{-4})$

$PoH' = 4$

الأملاح

الملح: هو مركب أيوني يتألف من جزأين:
1) جزء أساسي موجب: أيوني معدني أو أكثر أو جذر الأمونيوم أو أكثر.
2) جزء حمضي سالب: أيون لا معدني أو أكثر أو جذر حمضي أو أكثر.

سؤال: علل: تتمتع الأملاح بخاصية قطبية:

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

تصنيف الأملاح وفق ذوبانيتها:

	أملاح قليلة الذوبان	أملاح جيدة الذوبان
التأين	جزئي في المحاليل المائية (⇄)	تام في المحاليل المائية (⟶)
المحاليل	غير متجانسة	متجانسة
الذوبانية	قيمة ذوبانيتها أقل من $0.001mol.l^{-1}$ عند الدرجة 25°C	قيمة ذوبانيتها أكبر من $1mol.l^{-1}$ عند الدرجة 25°C
الأمثلة	كبريتات الباريوم $BaSO_4$ كلوريد الفضة $AgCl$ كربونات الكالسيوم $CaCo_3$ كلوريد الرصاص $PbCl_2$ فوسفات ثلاثي الكالسيوم $Ca_3(Po_4)_2$ كبريتات الفضة Ag_2SO_4	أملاح: $/K^+/CH_3Coo^-/Na^+$ $NH_4^+/$ NO_3^- كلوريد الباريوم $BaCl_2$ كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$
المسائل	ثابت جداء الذوبان k_{sp}	ثابت الحلمهة kh

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

$CaCO_3\ /\ Ag_2S/\ Ca_3(Po_4)_2$

1. $CaCO_3 \rightleftarrows Ca^{+2}_{(aq)} + CO_3^{-2}{}_{(aq)}$

$ksp(CaCo_3) = [Ca^{+2}].[Co_3^{-2}]$

2. $Ag_2S \rightleftarrows 2Ag^+_{(aq)} + S^{-2}_{(aq)}$

$Ksp(Ag_2S) = [Ag^+]^2.[S^{-2}]$

3. $Ca_3(PO_4)_2 \rightleftarrows 3Ca^{+2}_{(aq)} + 2Po_4^{-3}{}_{(aq)}$

$Ksp(Ca_3(Po_4)_2) = [Ca^{+2}]^3.[Po_4^{-3}]^2$

- يمثل ثابت جداء الذوبان Ksp جداء تركيز أيونات الملح قليل الذوبان بالماء مرفوع كل منهما إلى أس يساوي أمثالها التفاعلية (في المحلول المشبع)
- يمثل الجداء الأيوني Q جداء تراكيز أيونات الملح قليلة الذوبان بالماء مرفوع كل منها إلى أس يساوي أمثالها التفاعلية ونميز ثلاث حالات:
  1- $Q < Ksp$ (المحلول غير مشبع) لا يتشكل راسب.
  2- $Q = Ksp$ (المحلول مشبع)
  3- $Q > Ksp$ (المحلول فوق مشبع) يتشكل راسب.

تمرين:

عند وضع كمية من ملح كلوريد الرصاص (ملح قليل الذوبان) في الماء يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب و الطور المذاب، والمطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
2- اكتب عبارة الجداء الأيوني Q.
3- اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان K_{SP} إذا كان محلوله مشبعاً.

الحل:

1- $PbCl_2 \rightleftarrows Pb^{+2}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)}$

2- $Q = [Pb^{+2}].[Cl^-]^2$

3- $Ksp(PbCl_2) = [Pb^{+2}].[CL^-]^2$

المحلول مشبع

تطبيق:

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

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
2- اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت جداء الذوبان ثم استنتج قيمة جداء الذوبان بدلالة s.

الحل:

1- $Ag_2CO_3 \rightleftarrows 2Ag^+ + CO_3^{-2}$

2- $KsP(Ag_2CO_3) = [Ag]^2.[Co_3^{-2}]$

$Ag_2CO_3 \rightleftarrows 2Ag^+ + CO_3^{-2}$

$S \quad 2S \quad S$

$KsP(Ag_2CO_3) = 4S^2.S$

$Ksp(Ag_2CO_3) = 4S^3$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

تطبيق :
تستخدم كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ (الجبس) في العديد من الصناعات مثل الدهانات / السيراميك / الاسمنت / جبائر تثبت العظام المكسورة، والمطلوب:
احسب جداء الذوبان للمحلول المائي لكبريتات الكالسيوم إذا علمت أن ذوبانيته $0.68g.l^{-1}$.

الحل:

$$Sg.l^{-1} = Smol.l^{-1} \times M$$
حيث $M(CaSO_4): 136g,mol^{-1}$ $Smol.l^{-1} = \frac{Sg.l^{-1}}{M}$
$$Smol.l^{-1} = \frac{68\times10^{-2}}{136} = 5\times10^{-3} mol.l^{-1}$$
$$caSO_4 \rightleftarrows Ca^{+2}_{(aq)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)}$$
$$S \quad S \quad S$$
$$KsP(CaSO_4) = [Ca^{+2}][SO_4^{-3}]$$
$$Ksp(CaSO_4) = S.S$$
$$Ksp(CaSO_4) = 25\times10^{-6}$$

تطبيقات جداء الذوبان:

1. ترسب الملح في محلوله المشبع.

- لديك ملح كبريتات الباريوم قليل الذوبان، والمطلوب:

1. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
2. اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان KsP بفرض المحلول مشبع .
3. صف ما يحدث عند إضافة حمض الكبريت.
4. اقترح طريقة ثانية لترسيب الملح في المحلول.

الحل:

1- $BaSO_{4(s)} \rightleftarrows Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{(aq)}$

2- $Ksp(BaSO_4) = [Ba^{+2}].[SO_4^{-2}]$

3- $H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow 2H_3O^+ + SO_4^{-2}$
عند إضافة حمض الكبريت يزداد تركيز أيونات الكبريت فيصبح $Q > Ksp$ أي المحلول فوق مشبع فترسب كمية إضافية من كبريتات الباريوم للوصول إلى حالة توازن جديدة وهذا يتفق مع قاعة لوشاتولييه.

ترسب: إضافة مادة تامة التأين تحوي أحد أيونات الملح مثل Na_2SO_4
مادة تامة التأين تحوي أيون يماثل أحد أيونات الملح قليل الذوبان

2. إذابة ملح قليل الذوبان:

- لديك محلول مشبع من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ قليل الذوبان، والمطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
2- اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان Ksp.
3- صف ما يحدث عند إضافة حمض كلور الماء (اشرح آلية إذابة الملح).
4- اقترح طريقة ثانية لإذابة الملح.

الحل:

1- $Ca_3(PO_4)_2 \rightleftarrows 3Ca^{+2} + 2PO_4^{-3}$

2- $Ksp(Ca_3(PO_4)_2) = [Ca^{+2}]^3.[PO_4^{-3}]^2$

3- $HCl + H_2O \longrightarrow Cl^- + H_3O^+$

4- عند إضافة حمض كلور الماء تتحد أيونات الهدرونيوم الناتجة عن تأينه مع أيونات الفوسفات وينتج حمض الفوسفور H_3PO_4 ضعيف التأين فيتناقص تركيز أيونات الفوسفات و يصبح $Q < KsP$ المحلول غير مشبع فتذوب كمية إضافية من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم حتى الوصول إلى حالة توازن جديدة وهذا يتفق مع لوشاتولييه.

إذابته: مادة تامة التأين تحوي أيون يتحد مع أحد أيونات الملح قليل الذوبان ويشكلان معاً مركب ضعيف التأين

مخطط حساب Ksp

ملح		ملحين يعطيان ملح	
معي ksp نحسب التراكيز من عبارة ksp	معي الذوبانية (التراكيز) نحسب Ksp من عبارة ksp	حجم+تركيز بعد n قبل $C.V = C'V'$	حجم+مول $C = \frac{n}{V'}$ $(V' = V_1 + V_2)$

تطبيق:
محلول مائي لكلوريد الفضة قليل الذوبان إذا علمت أن له $Ksp_{(AgCl)} = 6.25\times10^{-10}$ في شروط التجربة، والمطلوب:

1. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
2. احسب تركيز أيونات الكلوريد و الفضة في المحلول
3. احسب ذوبانية هذا الملح مقدراً بـ $g.l^{-1}$
4. يضاف إلى المحلول السابق ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه $1.5\times10^{-5} mol.l^{-1}$ اكتب معادلة إماهة نترات الفضة ثم بين بالحساب إن كان ملح كلوريد الفضة يترسب أم لا؟
5. اقترح طريقة ثانية لترسيب هذا الملح في محلوله المشبع.

الحل:

1- $AgCl \rightleftarrows Ag^+ + Cl^-$

2- $AgCL_{(s)} \rightleftarrows Ag^+ + CL^-$
$S \quad S \quad S$
حيث: $S = C\ mol.l^{-1}$
$$K_{sp_{(AgCl)}} = [Ag^+].[Cl^-]$$
$$625\times10^{-12} = S^2$$
$$S = 25\times10^{-6} = 2.5\times10^{-5}\ mol.l^{-1}$$
$$[Ag^+] = S = 2.5\times10^{-5}\ mol.l^{-1}$$
$$[Cl^-] = S = 2.5\times10^{-5}\ mol.l^{-1}$$

3- $S_{gl^{-1}} = S_{mol.l^{-1}} \times M$
$M_{AgCl} = 143.5\ g.mol^{-1}$
$S_{g.l^{-1}} = 25\times10^{-6}\times1435\times10^{-1}$
$S_{g.l^{-1}} = 3587\times10^{-7}\ g.l^{-1}$

4- $AgNO_3 \longrightarrow Ag^+ + NO_3^-$
$1.5\times10^{-5} \quad 1.5\times10^{-5} \quad 1.5\times10^{-5}$
$[Ag^+]' = [Ag^+]_{AgCl} + [Ag^+]_{AgNO_3}$
$[Ag^+]' = 2.5\times10^{-5} + 1.5\times10^{-5}$
$[Ag^+]' = 4\times10^{-5} mol.l^{-1}$
$Q = [Ag^+]'.[Cl^-]$
$Q = 4\times10^{-5}\times2.5\times10^{-5}$
$Q = 10\times10^{-10}$
المحلول فوق مشبع يترسب قسم من ملح كلوريد الفضة. $Q > Ksp$

5- إضافة مادة تامة التأين تحوي أيون يماثل أحد أيونات الملح قليل الذوبان مثل $KCl, HCl, Nacl$

تطبيق:
محلول مائي مشبع لملح كلوريد الرصاص قليل الذوبان ذوبانيته $S = 2\times10^{-2}\ mol.l^{-1}$ ، والمطلوب:

-1 اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
-2 احسب قيمة جداء الذوبان Ksp.
-3 يضاف إلى المحلول السابق ملح نترات الرصاص الذواب بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-2} mol.l^{-1}$
- بين بالحساب إن كان قسم من ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا.

الحل:

1- $PbCL_2 \rightleftarrows Pb^{+2} + 2CL^-$

2- $PbCL_2 \rightleftarrows Pb^{+2} + 2CL^-$
$S \quad S \quad 2S$
$$KSp(PbCl_2) = [Pb^{+2}].[Cl^-]^2$$
$$Ksp(PbCl^2) = S \times (2S)^2$$
$$Ksp(PbCl_2) = 2\times10^{-2}\times(4\times10^{-2})^2$$
$$Ksp(PbCl_2) = 2\times10^{-2}\times16\times10^{-4}$$
$$Ksp(PbCl_2) = 32\times10^{-6}$$

3- $Pb(NO_3)_2 \longrightarrow Pb^{+2} + 2NO^-$
$10^{-2} \quad 10^{-2} \quad 2\times10^{-2}$
$[Pb^{+2}]' = [Pb^{+2}]_{PbCl_2} + [Pb^{+2}]_{Pb(NO_3)_2}$

$[Pb^{+2}]' = 2 \times 10^{-2} + 10^{-2}$
$[Pb^{+2}]' = 3 \times 10^{-2}\ mol.l^{-1}$
$Q = [Pb^{+2}]'.[Cl^-]^2$
$Q = 3 \times 10^{-2} \times 16 \times 10^{-4}$
$Q = 48 \times 10^{-6}$
- $Q > Ksp$ المحلول فوق مشبع ويترسب قسم من ملح كلوريد الرصاص .

تطبيق:
يضاف $100ml$ من محلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ ذي التركيز $0.05\ mol.l^{-1}$ إلى $400\ ml$ من محلول كلوريد الرصاص $NaCl$ ذي التركيز $0.1mol.l^{-1}$ فإذا كان $Ksp_{(PbCl_2)} = 1.6 \times 10^{-6}$ في شروط التجربة، والمطلوب:
1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لملح كلوريد الرصاص.
2- بين حسابياً إن كان جزء من ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا؟

الحل:

1- بعد $n =$ n قبل
$C.V = C'.V'$
$C' = \frac{C.V}{C'}$
$[Pb^{-2}]' = [Pb(NO_3)_2]$
$[Pb^{+2}]' = \frac{5\times10^{-2}\times100}{500}$
$[Pb^{+2}]' = 1 \times 10^{-2}\ mol.l^{-1}$
$[Cl^-]' = [NaCl]$
$[Cl^-] = \frac{10^{-1}\times400}{500}$
$[Cl^-]' = 8 \times 10^{-2}\ mol.l^{-1}$
2- $Q = [Pb^{+2}]'.[Cl^-]'^2$
$Q = 10^{-2} \times (8 \times 10^{-2})^2$
$Q = 64 \times 10^{-6}$
$Q > Ksp$ المحلول فوق مشبع ويترسب جزء من ملح كلوريد الرصاص.

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

الحل:

1- $BaSo_4 \rightleftarrows Ba^{+2} + SO_4^{-2}$
$C = \frac{n}{V'}$
$[Ba^{+2}] = [BaCl_2]$
$[Ba^{+2}] = \frac{1\times10^{-5}}{1000\times10^{-3}}$
$[Ba^{+2}] = 1 \times 10^{-5}\ mol.l^{-1}$
$[SO_4^{-2}] = [K_2SO_4]$
$[SO_4^{-2}] = \frac{1\times10^{-5}}{1000\times10^{-3}}$
$Ksp_{(BaSO_4)} = [Ba^{-2}].[SO_4^{-2}]$
$Ksp(BaSO_4) = 1 \times 10^{-5} \times 10^{-5}$
$Ksp(BaSO_4) = 1 \times 10^{-10}$
2- عند إضافة حمض الكبريت سوف يزداد تركيز أيونات الكبريت وتصبح $Q > Ksp$ أي المحلول فوق المشبع ويرجح التفاعل العكسي ويترسب قسم من ملح كبريتات الباريوم حتى الوصول إلى حالة توازن جديدة وهذا يتفق مع شاتولييه.

تطبيق:
محلول مائي مشبع لملح كلوريد الرصاص إذا علمت أن قيمة ثابت جداء الذوبانية $Ksp = 0.4 \times 10^{-5}$ ، والمطلوب:
1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
2- احسب تركيز كل من أيونات الرصاص وأيونات الكلوريد في المحلول.

3- يضاف إلى محلول الملح السابق مسحوق كلوريد الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-2}mol.l^{-1}$ ، المطلوب:
- بين حسابياً إن كان ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا؟
4- اقترح طريقة ثانية لترسيب الملح.

الحل:

1- $PbCl_2 \rightleftarrows Pb^{+2} + 2Cl^-$

2- $PbCl_2 \rightleftarrows Pb^{+2} + 2Cl^-$
$S \quad S \quad 2S$
$Ksp(pbCl_2) = [Pb^{+2}].[Cl^-]^2$
$4 \times 10^{-6} = S.(2S)^2$
$4 \times 10^{-6} = 4S^3$
$S = 10^{-2}\ mol.l^{-1}$
$[Pb^{+2}] = S = 10^{-2}\ mol.l^{-1}$
$[Cl^{-1}] = 2s = 2 \times 10^{-2}\ mol.l^{-1}$

3- $NaCl \longrightarrow Na^+ + CL^-$
$10^{-2} \quad 10^{-2} \quad 10^{-2}$
$[Cl^-]' = [Cl^-]_{PbCL_2} + [Cl^-]_{NaCl}$
$[Cl^-]' = 2 \times 10^{-2} + 10^{-2}\ mol.l^{-1}$
$[Cl^-]' = 3 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$
$Q = [Pb^{+2}].[Cl^-]'^2$
$Q = 10^{-2} \times 9 \times 10^{-4}$
$Q = 9 \times 10^{-6}$
$Q > Ksp$ المحلول فوق مشبع يترسب قسم من ملح كلوريد الرصاص

4- إضافة مادة تامة التأين تحوي أيون يماثل أحد أيونات الملح قليل الذوبان مثل: $Pb(NO_3)_2$ ، Kcl ، Hcl

تطبيق:
محلول مائي مشبع من كبريتات الباريوم ذوبانيته $10^{-5}\ mol.l^{-1}$، المطلوب:
1- احسب جداء الذوبان لهذا الملح
2- يضاف إلى محلول السابق ملح كلوريد الباريوم $(BaCl_2)$بحيث يصبح تركيزه في المحلول $2 \times 10^{-5} mol.l^{-1}$ ، المطلوب:
بين بالحساب إن كان ملح كبريتات الباريوم يترسب أم لا.

الحل:

1- $Ba\ SO_4 \longrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$
$S \quad S \quad S$
$ksp(BaSO_4) = [Ba^{-2}].[SO_4^{-2}]$
$ksp(BaSO_4) = S^2$
$Ksp(BaSO_4) = (10^{-5})^2$
$Ksp(BaSO_4) = 10^{-10}$

2- $BaCl_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2Cl^-$
$2 \times 10^{-5} \quad 2 \times 10^{-5} \quad 4 \times 10^{-5}$
$[Ba^{+2}]' = [Ba^{+2}]_{BaSo_4} + [Ba^{+2}]_{BaCl_2}$
$[Ba^{+2}]' = 1 \times 10^{-5} + 2 \times 10^{-5}$
$[Ba^{+2}]' = 3 \times 10^{-5}\ mol.l^{-1}$
$Q = [Ba^{+2}]'.[SO_4^{-2}]$
$Q = 3 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-5}$
$Q = 3 \times 10^{-10}$
- $Q > Ksp$ المحلول فوق مشبع ويترسب قسم من ملح كبريتات الباريوم

3- إضافي: اقترح طريقة ثانية لترسيب الملح:
ج: إضافة مادة تامة التأين وتحوي أيون مماثل أحد أيونات قليل الذوبان
مثل: $H_2SO_4 \quad -Na_2SO_4 - \quad Ba(NO_3)_2$

مسألة:
نضيف $500\ mL$ من محلول كلوريد الباريوم ذي التركيز $2 \times 10^{-4} mol.l^{-1}$ إلى $500ml$ من محلول كبريتات البوتاسيوم ذي التركيز $4 \times 10^{-4} mol.l^{-1}$ فإذا علمت أن قيمة ثابت جداء الذوبان لملح كبريتات الباريوم تساوي 10^{-8}، والمطلوب:
بين حسابياً إن كان ملح كبريتات الباريوم يترسب أم لا.

الحل:

$BaSO_4 \rightleftarrows Ba^{+2} + SO_4^{-2}$
بعد $n =$ n قبل
$C.V = C'.V'$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

$$C' = \frac{C.V}{V'}$$
$$[Ba^{+2}]' = [Bacl_2]$$
$$[Ba^{+2}]' = \frac{2\times10^{-4}\times500}{1000}$$
$$[Ba^{+2}]' = 1\times10^{-4} mol.l^{-1}$$
$$[So_4^{-2}]' = [K_2SO_4]$$
$$[SO_4^{-2}]' = \frac{4\times10^{-4}\times500}{1000}$$
$$[SO_4^{-2}]' = 2\times10^{-4}\ mol.l^{-1}$$
$$Q = [Ba^{+2}]'.[SO_4^{-2}]'$$
$$Q = 1\times10^{-4}\times2\times10^{-4}$$
$$Q = 2\times10^{-8}$$

المحلول فوق مشبع يترسب قسم من ملح كبريتات الباريوم. $Q > Ksp$

حلمهة الأملاح:

تذكرة:

ناتج عن حمض قوي $SO_4^{2-}\backslash Cl^-\backslash NO_3^-$ ناتج عن أساس قوي $Ca^{2+}\backslash Ka^+\backslash Na^+$	لا يتحلمه ويحدد قيمة PH
ناتج عن حمض ضعيف $CO_3^{2-}\backslash CH_3COO^-\backslash HCOO^-\backslash CN^-$ ناتج عن أساس ضعيف NH_4^+	يتحلمه

تطبيق:

اكتب معادلة إماهة كلوريد البوتاسيوم، ثم حدد طبيعة الوسط مفسراً الإجابة.

الحل: $KCl \xrightarrow{H_2O} K^+ + CL^-$

الوسط معتدل $PH = 7$ لأن أيونات الملح حيادية لا تتفاعل مع الماء.

اختر الإجابة الصحيحة:

1- الملح الذواب الذي يتحلمه في الماء من الأملاح الآتية هو:

$CaSO_4$	NH_4NO_3	$NaNO_3$	KCl

2- الملح الذواب الذي يتحلمه في الماء من بين الأملاح الآتية هو:

KCN	$HCOONH_4$	$NaNO_3$	NH_4Cl

3- الأيون الحيادي الذي لا يتحلمه في الماء من الأيونات الآتية هو:

NH_4^+	CN^-	SO_4^{2-}	CH_3COO^-

4- الملح الذواب الذي قيمة $PH = 7$ لمحلوله المائي من الأملاح الآتية المتساوية التراكيز هو:

Na_2SO_4	$HCOONH_4$	NH_4NO_3	KCN

5- الملح الذواب الذي قيمة $PH < 7$ لمحلوله المائي من الأملاح الآتية المتساوية التراكيز هو:

Na_2SO_4	NH_4NO_3	KCN	KCl

6- المحلول المائي الذي له أكبر قيمة PH من المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو:

H_3COONa	NH_4NO_3	CH_3COONH_4	$NaCl$

7- محلول مائي لملح $CaCl_2$ له $PH = 7$ يمدد بالماء المقطر مائة مرة فإن قيمة PH' للمحلول الناتج تساوي:

$PH' = 7$	$PH' = 0.7$	$PH' = 9$	$PH' = 5$

تطبيق:

لديك المحاليل المائية المتساوية في التراكيز الآتية:

$(NaCl\backslash HCl]HCOONa\backslash NH_4NO_3\backslash Ca(OH)_2)$ رتبها وفق تزايد الـ PH:

الحل:

$HCl \rightarrow NH_4NO_3 \rightarrow NaCl \rightarrow HCOONa \rightarrow Ca(OH)_2$

أولاً: حلمهة ملح ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف:

تطبيق: محلول مائي لملح نترات الأمونيوم، والمطلوب:

1- اكتب معادلة إماهة الملح.
2- اكتب معادلة حلمهة الملح ثم حدد طبيعة الوسط الناتج.
3- اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح بدلالة التراكيز، وبدلالة ثابت تأين الماء (استنتج).

الحل:

1-	$NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + NO_3^-$
2-	$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$ الوسط حمضي بسبب ظهور أيونات الهدرونيوم في معادلة الحلمهة $PH < 7$
3-	$Kh = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$ / $\frac{Kw=Kh.Kb}{Kh=\frac{Kw}{Kb}}$

ثانياً: حلمهة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي:

تطبيق: محلول مائي لملح سيانيد الصوديوم، والمطلوب:

1- اكتب معادلة إماهة هذا الملح.
2- اكتب معادلة حلمهة الملح ثم حدد طبيعة الوسط الناتج.
3- اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الملح بدلالة التراكيز/ وبدلالة ثابت تأين الماء (استنتج)

الحل:

1-	$NaCN \xrightarrow{H_2O} Na^+ + CN^-$
2-	$CN^- + H_2O \rightleftarrows HCN + OH^-$
3-	$Kh = \frac{[HCN].[OH^-]}{[CN^-]}$ / $\frac{Kw=Kh.Ka}{Kh=\frac{Kw}{Ka}}$

ثالثاً: حلمهة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف

تطبيق: محلول مائي لملح خلات الأمونيوم، والمطلوب:

1- اكتب معادلة إماهة الملح.
2- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح؟
3- عبارة ثابت حلمهة هذا الملح Kh بدلالة التراكيز / بدلالة ثابت تأين الماء.

الحل:

1-	$CH_3COONH_4 \xrightarrow{H_2O} CH_3Coo^- + NH_4^+$
2-	$CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$ $NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$ – بجمع المعادلتين: $CH_3COO^- + NH_4^+ \rightleftarrows CH_3COOH + NH_3$
3-	$Kh = \frac{[CH_3COOH].[NH_3]}{[CH_3COO^-].[NH_4^+]}$ $Kw = Kh.Ka.Kb \Rightarrow Kh = \frac{Kw}{Ka.Kb}$

المحلول المنظم للحموضة(الموقي):

يتألف من محلول حمض ضعيف وأحد أملاحه الذوابة.

أو محلول أساس ضعيف وأحد أملاحه الذوابة.

مثال اختر:

المحلول المنظم للحموضة من بين المحاليل الآتية هو:

(a) $HCOOH\backslash HCOOK$	(b) $HCl\backslash Kcl$
(c) $NH_4OH\backslash NaCl$	(d) $NaOH\backslash NaNO_3$

الجواب: (a)

محلول مائي لملح Na_2CO_3 تركيزه $1.6\ mol.l^{-1}$ يمدد بإضافة كمية من الماء المقطر إليه بحيث يصبح حجمه أربعة أضعاف ما كان عليه فيكون التركز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً:

(a) 0.6	(b) 0.4	(c) 0.8	(d) 0.2

الحل:

بعد $n = n$ قبل

$$C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2} \Rightarrow C_2 = \frac{16\times10^{-10}\times V_1}{4V_1}$$
$$\Rightarrow C_2 = 4\times10^{-10} mol.l^{-1}$$
$$Na_2CO_3 \rightarrow 2\,Na^+ + CO_3^{2}$$
$$4\times10^{-1} \quad 8\times10^{-1} \quad 4\times10^{-1}$$

الجواب: ©

عند تمديد محلول مائي لملح KNO_3 تركيزه $2.4\ mol.l^{-1}$ بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أمثال حجمه يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ $mol.l^{-1}$ مساوياً:

(e) 0.6	(f) 0.4	(g) 0.8	(h) 0.2

الحل:

بعد $n = n$ قبل

$$C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2} \Rightarrow C_2 = \frac{24\times10^{-1}\times V_1}{4V_1}$$
$$\Rightarrow C_2 = 0.6$$

الجواب: (a)

فسر ما يلي:

1- ذوبان ملح نترات البوتاسيوم في الماء لا يعد حلمهة؟

ج: لأن الأيونات الناتجة عن تأين هذا الملح حيادية لا تتفاعل في الماء.

2- أملاح الصوديوم جيدة الذوبان بالماء؟ ج: لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أصغر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.

3- ملح كرومات الفضة قليل الذوبان في الماء؟

ج: لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أكبر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء في أثناء عملية الذوبان.

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

مخطط حساب Kh

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

تطبيق:

محلول مائي لملح كلوريد الأمونيوم تركيزه $0.18mol.l^{-1}$ إذا علمت أن ثابت تأين محلول النشادر عند الدرجة 25°C يساوي 1.8×10^{-5} احسب:

1- قيمة ثابت الحلمهة لهذا الملح.
2- احسب قيمة $[H_3O^+]$و$[OH^-]$.
3- قيمة PH المحلول ثم حدد طبيعة الوسط.
4- النسبة المئوية المتحلمهة من هذا الملح.

الحل:

1- $Kw = Kh.Kb$

$\Rightarrow Kh = \frac{Kw}{Kb} = \frac{10^{-14}}{18\times10^{-6}} = \frac{1}{18}\times10^{-8}$

2- $NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$

$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

	NH_4^+	H_2O	NH_3	H_3O^+
بدء	0.18		0	0
حلمهة	$0.18-x$		$+x$	$+x$

$Kh = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$

$\frac{1}{18}\times10^{-8} = \frac{x^2}{18\times10^{-2}-x}$

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

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

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

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

3- $PH = -\log[H_3O^+]$

$PH = -Log(10^{-5}) \Rightarrow PH = 5$

- الوسط حمضي لأن $PH < 7$

4- كل 0.18 يتحلمه منه 10^{-5}

كل 100 يتحلمه منه y

$y = \frac{100\times10^{-5}}{18\times10^{-2}} = \frac{1}{18}\times10^{-1}\%$

تطبيق:

محلول مائي لملح كلوريد الأمونيوم تركيزه $0.2\ mol.l^{-1}$، وله قيمة $PH = 5$، والمطلوب:

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.
2- احسب قيمة ثابت الحلمهة.
3- احسب قيمة ثابت تأين النشادر.
4- يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.01mol.l^{-1}$، احسب النسبة المئوية المتحلمهة من ملح كلوريد الأمونيوم في هذه الحالة.

الحل:

1- $NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$ إماهة

$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$ حلمهة

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

$NH_4 + H_2O \rightleftarrows NH_3^+ + H_3O^+$

	NH_4^+	H_2O	NH_3^+	H_3O^+
بدء	0.2		0	0
حلمهة	$0.2-x$		$+x$	$+x$

$Kh = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x^2}{0.2-x}$

- تهمل x المطروحة في المقام لصغرها.

$Kh = \frac{10^{-10}}{2\times10^{-1}} = 5\times10^{-10}$

3- $Kw = Kh.Kb$

$\Rightarrow Kb = \frac{Kw}{Kh} = \frac{10^{-14}}{5\times10^{-10}} = \frac{1}{5}\times10^{-4}$

$\Rightarrow K_b = 2\times10^{-5}$

4- $HCl + H_2O \longrightarrow CL^- + H_3O^+$

10^{-2} 10^{-2} 10^{-2}

$NH_4 + H_2O \rightleftarrows NH_3^+ + H_3O^+$

	NH_4^+	H_2O	NH_3^+	H_3O^+
بدء	0.2		0	10^{-2}
حلمهة	$0.2-x'$		$+x'$	$10^{-2}+x'$

$Kh = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$

$5\times10^{-10} = \frac{x'(10^{-2}+x')}{0.2-x'}$

- تهمل x' المجموعة في البسط والمطروحة في المقام لصغرها.

$x' = \frac{5\times10^{-10}\times2\times10^{-1}}{10^{-2}}$

$x' = 10^{-8}\ mol.l^{-1}$

كل 0.2 يتحلمه منه 10^{-8}

كل 100 يتحلمه منه y

$y = \frac{100\times10^{-8}}{2\times10^{-1}} = 5\times10^{-6}\%$

تطبيق:

محلول مائي لملح خلات البوتاسيوم تركيزه $0.2mol.l^{-1}$ فإذا علمت أن: $PH = 9$ له عند الدرجة 25°C، والمطلوب:

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.
2- احسب قيمة $[H_3O^+]$.
3- احسب قيمة ثابت الحلمهة للمحلول الملحي.
4- احسب ثابت تأين حمض الخل.
5- احسب النسبة المئوية المتحلمهة.
6- ما طبيعة الوسط الناتج من الحلمهة؟ علل إجابتك.

الحل:

1- $CH_3COOK \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + K^+$ إماهة

$CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$ حلمهة

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

3- $[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-9}}$

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

$CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$

	CH_3COO^-	H_2O	CH_3COOH	OH^-
بدء	0.2		0	0
حلمهة	$0.2-x$		$+x$	$+x$

$Kh = \frac{[CH_3COOH].[OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{x^2}{0.2-x}$

- تهمل x المطروحة في المقام لصغرها.

$Kh = \frac{10^{-10}}{2\times10^{-1}} = 5\times10^{-10}$

4- $Kw = Kh.Ka$

$\Rightarrow Ka = \frac{Kw}{Kh} = \frac{10\times10^{-15}}{5\times10^{-10}} = 2\times10^{-5}$

5- كل 0.2 يتحلمه منه 10^{-5}

كل 100 يتحلمه منه y

$y = \frac{100\times10^{-5}}{2\times10^{-1}} = 5\times10^{-3}\%$

6- الوسط أساسي لأن $PH > 7$.

تطبيق:

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

1- احسب قيمة POH هذا المحلول.
2- استنتج طبيعة المحلول الناتج.
3- يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول $NaOH$ بحيث تركيزه $0.01mol.l^{-1}$، احسب النسبة المئوية المتحلمهة من ملح خلات الصوديوم في هذه الحالة.

الحل:

1- $CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + Na^+$ إماهة

$CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$ حلمهة

$k_w = K_h.K_a$

$Kh = \frac{Kw}{Ka} = \frac{10^{-14}}{2\times10^{-10}} = 5\times10^{-10}$

$CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$

	CH_3COO^-	H_2O	CH_3COOH	OH^-
بدء	0.2		0	0
حلمهة	$0.2-x$		$+x$	$+x$

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

$$Kh=\frac{[CH_3COOH].[OH^-]}{[CH_3COO^-]} \Longrightarrow 5\times10^{-10}=\frac{x^2}{0.2-x}$$

- تهمل x المطروحة في المقام لصغرها.

$$x^2=5\times10^{-10}\times2\times10^{-1}$$
$$x^2=10^{-10} \Longrightarrow x=10^{-5}\,mol.l^{-1}$$
$$[OH^-]=x \Longrightarrow [OH^-]=10^{-5}mol.l^{-1}$$
$$PoH=-Log[OH^-] \Longrightarrow POH=-Log(10^{-5})$$
$$PoH=5$$

- الوسط أساسي لأن $PH>7$

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$
$$10^{-2} \quad 10^{-2} \quad 10^{-2}$$
$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$$
بدء 0.2 0 0
حلمهة $0.2-x'$ $+x$ $(10^{-2}+x')$

$$Kh=\frac{[CH_3COOH].[OH^-]}{[CH_3COO^-]} \Longrightarrow$$
$$5\times10^{-10}=\frac{x'(10^{-2}+x')}{0.2-x'}$$

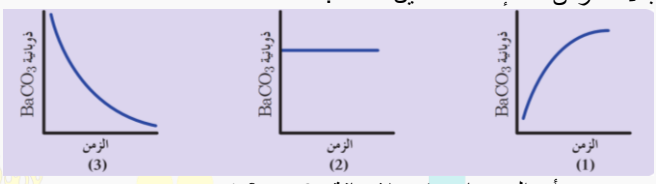
- تهمل x' المجموعة في البسط و المطروحة في المقاوم لصغرها.

$$x'=\frac{5\times10^{-10}\times2\times10^{-1}}{10^{-2}}=10^{-8}mol.l^{-1}$$

كل 0.2 يتحلمه منه 10^{-8}
كل 100 يتحلمه منه y

$$y=\frac{100\times10^{-8}}{2\times10^{-1}}=5\times10^{-6}\%$$

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



-a أي المنحنيات تشير لإضافة HNO_3 ؟ 1
-b أي المنحنيات تشير لإضافة Na_2CO_3 ؟ 3
-c أي المنحنيات تشير لإضافة $NaNO_3$ ؟ 2

المعايرة الحجمية

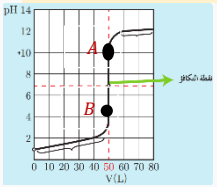
- مشعرات المعايرة:

لون المشعر	مجال PH المشعر	لون المشعر	المشعر
أصفر	$4.2-6.2$	أحمر	أحمر المتيل
أزرق	$6-7.6$	أصفر	أزرق بروم البتمول
بنفسجي	$8.2-10$	عديم اللون	فينول فتالئين

الحالة الأولى: معايرة حمض قوي بأساس قوي:

تمرين:

لديك المخطط المجاور يبين تغير قيمة PH لمعايرة حمض كلور الماء لهيدروكسيد الصوديوم، والمطلوب:



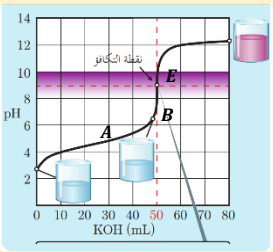
1- اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.
2- اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن التفاعل الحاصل.
3- ماذا نسمي النقطة E.
4- حدد طبيعة الوسط في $A\backslash B\backslash E$؟
5- ما قيمة PH عند بداية المعايرة.
6- ما طبيعة الوسط عند إضافة قطرات من هيدروكسيد الصوديوم بعد الوصول لنقطة نهاية المعايرة.
7- ما قيمة PH عند نهاية المعايرة مع التفسير.
8- ما أفضل مشعر يجب استخدمه مع التفسير.
9- اكتب القانون المعبر عن المعايرة.

الحل:

1- $HCl+NaOH \longrightarrow NacL+H_2O$
2- $H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$
3- نقطة نهاية المعايرة / نقطة التكافؤ.
4- E: معتدل لأن $PH=7$
A: الوسط أساسي لأن $PH>7$
B: الوسط حمضي لأن $PH<7$
5- $PH=1$
6- الوسط أساسي.
7- $PH=7$ لأن أيونات الملح الناتجة عن معايرة حمض قوي بأساس قوي حيادية لا تتفاعل مع الماء.
8- أزرق بروم التيمول لأن مداه $(6 \longrightarrow 7.6)$ يحوي قيمة PH نقطة نهاية المعايرة.
9- $n(H_3O^+)=n(OH^-)$
$C_1V_1=C_2V_2$

الحالة الثانية: معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:

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



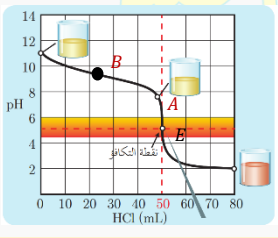
1- اكتب المعادلة الكيميائية والأيونية المعبرة.
2- ماذا نسمي النقطة (E)؟
3- حدد طبيعة الوسط في $B\backslash A\backslash E$ مع التفسير.
4- حدد طبيعة الوسط وقيمة PH عند الوصول إلى نقطة نهاية المعايرة مع التفسير.
5- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة؟ مع التفسير؟
6- اكتب القانون المعبر عن هذه المعايرة.

الحل:

1- $CH_3COOH+KOH \longrightarrow CH_3COOK+H_2O$
$CH_3COOH+OH^- \longrightarrow CH_3COO^-+H_2O$
2- نقطة نهاية المعايرة أو نقطة التكافؤ.
3- E: الوسط أساسي لأن $PH>7$.
A: الوسط حمضي لأن $PH<7$.
B: الوسط معتدل لأن $PH=7$.
4- $PH=8.72$ الوسط أساسي لأن أيونات الخلات الناتجة تسلك سلوك أساس ضعيف.
5- الفينول فتالئين لأن مداه $10 \longrightarrow 8.2$ يحوي قيمة PH نقطة نهاية المعايرة.
6- $n(CH_3COOH)=n(OH^-)$
$C_1V_1=C_2V_2$

الحالة الثالثة: معايرة أساس ضعيف لحمض قوي.

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



1- اكتب المعادلة الكيميائية والأيونية المعبرة.
2- ماذا نسمي النقطة E.
3- حدد طبيعة الوسط في $B\backslash A\backslash E$ مع التفسير.
4- حدد طبيعة الوسط وقيمة PH عند الوصول إلى نقطة نهاية المعايرة مع التفسير.
5- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة مع التفسير؟
6- اكتب القانون المعبر عن هذه المعايرة.

الحل:

1- $NH_4OH+HCl \longrightarrow NH_4Cl+H_2O$
$NH_4OH+H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + 2H_2O$
2- نقطة نهاية المعايرة أو نقطة التكافؤ.
3- E: الوسط حمضي لأن $PH<7$.
A: الوسط معتدل لأن $PH=7$.
B: الوسط أساسي لأن $PH>7$.
4- $PH=5.27$ الوسط حمضي لأن أيونات الأمونيوم الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك حمض ضعيف.
5- أحمر المتيل لأن مداه $6.2 \longrightarrow 4.2$ يحوي قيمة PH نقطة نهاية المعايرة.
6- $n(H_3O^+)=n(NH_4OH)$
$C_1V_1=C_2V_2$

مخطط مسائل المعايرة:

1. معايرة حمض بأساس

$$n(\text{حمض}) = n(\text{أساس})$$
$$C_1V_1 = C_2V_2$$

2. معايرة حمض بأساسين:

$$n(H_3O^+) = n(OH^-)_1 + n(OH^-)_2$$
$$C.V = C_1V_1 + C_2V_2$$

3. معايرة أساس بحمضين:

$$n(OH^-) = n(H_3O^+) + n(H_3O^+)$$
$$C.V = C_1V_1 + C_2V_2$$

4. حساب كتلة الحمض أو الأساس:

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

5. حساب تركيز الملح:

$$n(\text{حمض أو أساس}) = n(\text{ملح})$$
$$C.V = \frac{C_1V_1}{C_2V_2}$$

6. حساب كتلة الملح:

$$n(\text{ملح أو أساس}) = n(\text{ملح})$$
$$\frac{m}{M_{\text{ملح}}} = \frac{C_1V_!}{C_2V_2}$$

تطبيق:

يؤخذ $20mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05mol.l^{-1}$ ويضاف إلى $10mL$ من محول هيدروكسيد الصوديوم حتى تمام التعديل، والمطلوب:

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

الحل:

المعطيات:

$V_2 = 10mL \quad C_2 = ? \quad NaCL$
$V_1 = 20mL \quad C_1 = 5 \times 10^{-2}mol.l^{-1} \quad H_2SO_4$

1- $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

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

$$2C_1.V_1 = C_2.V_2$$
$$C_2 = \frac{2C_1.V_1}{V_2} = \frac{2\times5\times10^{-2}\times20}{10} = 0.2molo.l^{-1}$$

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

4- أزرق البروم التيمول لأن مداه $6 \longrightarrow 7.6$ تقع ضمنه قيمة PH عند نقطة نهاية المعايرة.

5- $n(Na_2SO_4) = n(H_3O^-)$

$$2C.V = 2C_1.V_1 \Longrightarrow C = C_1.\frac{V_1}{V} = \frac{5\times10^{-7}\times20}{30}$$
$$C = \frac{1}{30}mol.l^{-1}$$

حل آخر: $n(NaSO_4) = n(OH^-)$

$$2.C.V = C_2.V_2 \Longrightarrow C = \frac{C_2.V_2}{2V} = \frac{2\times10^{-1}\times10}{2\times30} = \frac{1}{30}mol.l^{-1}$$

عند معايرة $20mL$ من محلول حمض النمل، لزم $15mL$ من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.02mol.l^{-1}$، والمطلوب:

1- اكتب المعادلة الأيونية للتفاعل.
2- احسب تركيز حمض النمل المعاير.
3- احسب كتلة حمض النمل اللازم لتحضير $400mL$ من محلوله السابق.
4- أتعرف أفضل المشعرات الواجب استخدامه.

الحل:

المعطيات:

$V_2 = 15mL \quad C_2 = 2 \times 10^{-2} \quad KOH$
$V_1 = 20mL \quad C_1 = ? \quad HCOOH$

1- $HCOOH + OH^- \longrightarrow HCOO^- + H_2O$

2- $n(HCOOH) = n(OH^-)$

$$C_1.V_1 = C_2.V_2 \Longrightarrow C_1 = \frac{C_2.V_2}{V_1} = \frac{2\times10^{-2}\times15}{20}$$
$$C_1 = 15 \times 10^{-3}mol.L^{-1}$$

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

$$m = Cmol.l^{-1} \times V \times M$$
$$m = 15 \times 10^{-3} \times 400 \times 10^{-3} \times 46 = 0.276g$$

4- الفينول فتالئين.

يعاير $50mL$ من محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الآزوت تركيزه $0.1\ mol.l^{-1}$ فيلزم منه $25mL$ لإتمام المعايرة، والمطلوب:

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

الحل:

المعطيات:

$V_2 = 5\ mL \quad C_2 = ?\ mol.l^{-1} \quad NH_4OH$
$V_1 = 25mL \quad C_1 = 10^{-1}mol.l^{-1} \quad HNO_3$

1- $HNO_3 + NH_4OH \longrightarrow NH_4NO_3 + H_2O$

$$n(H_3O^+) = n(NH_4OH)$$
$$C_1.V_1 = C_2.V_2 \Longrightarrow C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2} = \frac{10^{-1}\times25}{50}$$
$$\Longrightarrow C_2 = 5 \times 10^{-2}mol.l^{-1}$$

محلول مائي لحمض كلور الماء تركيزه $10^{-2}mol.l^{-1}$، والمطلوب:

1- احسب قيمة PH المحلول.
2- لمعايرة $20mL$ من محلول الحمض السابق يلزم $5mL$ من هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز $0.02mol.l^{-1}$ وحجم V_2 من هيدروكسيد البوتاسيوم ذي التركيز $0.05\ mol.l^{-1}$

a- اكتب المعادلة الأيونية المعبرة.
b- احسب حجم هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام المعايرة.
c- احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى $10mL$ من الحمض السابق لتصبح $PH = 3$.

الحل:

1- بما أن الحمض قوي وأحادي الوظيفة الحمضية

$$[H_3O^+] = Ca$$
$$[H_3O^+] = 10^{-2}mol.l^{-1}$$
$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log(-10^{-2}) \Longrightarrow$$
$$PH = 2$$

2- المعطيات:

- $V_2 = ? \quad C_2 = 5 \times 10^{-2} \quad KOH$
- $V_1 = 5mL \quad C_1 = 2 \times 10^{-2} \quad NaOH$
- $V = 20ml \quad C = 10^{-2} \quad HCl$

a- $H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$

b- $n(H_3O^+) = n(OH^-)_1 + n(OH^-)_2$

$$C.V = C_1.V_1 + C_2.V_2$$
$$10^{-2} \times 20 = 2 \times 10^{-2} \times 5 + 5 \times 10^{-2} \times V_2$$
$$10^{-2} \times 20 = 0.1 + 5 \times 10^{-2} \times V_2$$
$$0.2 = 0.1 + 5 \times 10^{-2} \times V_2$$
$$V_2 = \frac{10^{-1}}{5\times10^{-2}} \Longrightarrow V_2 = 2mL$$

c- $PH' = 3 \Longrightarrow [H_3O^+]' = 10^{-PH'}$

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

بعد n = n قبل

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$
$$V_2 = \frac{C_1.V_1}{C^2} \Longrightarrow V_2 = \frac{10^{-2}\times10}{10^{-3}} = 100mL$$
$$V = V_2 - V_1 \Longrightarrow V = 100 - 10 \Longrightarrow V = 90mL$$

تذاب عينة غير نقية كتلتها $2.8g$ من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء ويكمل الحجم على $200mL$ فإذا علمت أنه يلزم لتعديل $25mL$ منه $30mL$ من حمض كلور الماء تركيزه $0.1mol.l^{-1}$ و $20mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05mol.l^{-1}$، والمطلوب:

1- حساب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم.
2- حساب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقي في العينة
3- النسبة المئوية للشوائب في العينة.

الحل:

- $V_2 = 20mL \quad C_2 = 5 \times 10^{-2}mol.l^{-1} \quad H_2SO_4$
- $V_1 = 30mL \quad C_1 = 10^{-1}mol.l^{-1} \quad HCl$
- $V = 25mL \quad C = ? \quad KOH$

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

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592

$$C.V = C_1.V_1 + 2C_2V_2$$
$$C.25 = 10^{-1} \times 30 + 2 \times 5 \times 10^{-2} \times 20$$
$$25C = 3 + 2 \Rightarrow 25C = 5 \Rightarrow C = \frac{5}{25} = \frac{1}{5}$$
$$C = 0.2mol.l^{-1}$$

-2
$$M_{KOH} = 56g.mol^{-1}$$
$$m = Cmol.l^{-1} \times V \times M$$
$$m = 2 \times 10^{-1} \times 200 \times 10^{-3} \times 56$$
$$m = 224 \times 10^{-2} = 2.24\ g$$

-3 $m' = 2.8 - 2.24 = 0.56g$ شوائب

كل $2.8g$ تحوي شوائب $0.56g$

كل $100g$ تحوي شوائب y

$$y = \frac{56\times10^{-2}\times100}{28\times10^{-1}} = 20\%$$

أذيبت عينة مقدارها $4.24g$ من كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء وأكمل الحجم إلى $100mL$ إذا علمت أنه يلزم لمعايرة المحلول السابق $50ml$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.4mol.l^{-1}$، والمطلوب:

-1 اكتب المعادلة الكيمائية المعبرة.

-2 احسب تركيز كربونات الصوديوم في المحلول السابق.

-3 احسب النسبة المئوية لكل من الملحين.

الحل:

-1 كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع الماء لأن أيوناته حيادية.

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

-2
$$n(NaCO_3) = n(H_3O^+)$$
$$2C.V = C_1.V_1$$
$$C = \frac{C_1.V_1}{2V} = \frac{4\times10^{-1}\times50}{2\times100} = 10^{-1}mol.l^{-1}$$

-3
$$m = Cmol^{-1} \times V \times M$$
$$m = 10^{-1} \times 10^{-3} \times 100 \times 106$$
$$m = 1.06g$$

كل $4.24g$ يحوي من كربونات الصوديوم 1.06

كل $100g$ يحوي من كربونات الصوديوم y

$$y = \frac{106\times10^{-2}\times100}{424\times10^{-2}} = 25\%$$

نسبة كلوريد الصوديوم $= 100 - 25 = 75\%$

محلول مائي لحمض الخل تركيزه $0.05mol.l^{-1}$ وله $PH = 3$.

-1 اكتب معادلة تأين الحمض.

-2 احسب $[H_3O^+]$ المحلو.

-3 احسب ثابت تأين هذا الحمض.

-4 لمعايرة محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز $0.1mol.l^{-1}$ يلزم $40mL$ من محلول الحمض السابق.

-a احسب حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازم لإتمام المعايرة.

-b كتلة هيدروكسيد الصوديوم اللازم لتحضير $0.8L$ من المحلول السابق.

الحل:

-1
$$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$$

-2
$$[H_3O^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3}mol.l^{-1}$$

-3 بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض.
$$[H_3O^+] = \sqrt{k_a.C_a}$$
$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} = \frac{10^{-6}}{2\times10^{-2}} \Rightarrow K_a = 2 \times 10^{-5}$$

-4

-a
$$n(CH_3COOH) = n(OH^-)$$
$$C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{C_1.V_1}{C_2} \Rightarrow V_2 = \frac{5\times10^{-2}\times40}{10^{-1}}$$
$$V_2 = 20mL$$

-b
$$M(NaOH) = 40\ g.mol^{-1}$$
$$m = Cmol.l^{-1}.V.M$$
$$m = 10^{-1} \times 8 \times 10^{-1} \times 40 = 3.2\ g$$

محلول مائي لحمض الآزوت تركيزه $0.1mol.l^{-1}$، والمطلوب:

-1 اكتب معادلة تأين الحمض.

-2 احسب قيمة PH محلول الحمض السابق.

-3 يعاير $50mL$ من محلول الحمض السابق بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز $0.2mol.l^{-1}$، والمطلوب:

-a احسب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم لإتمام المعايرة.

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

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

الحل:

-1
$$HNO_3 + H_2O \longrightarrow NO_3^- + H_3O^+$$

-2 بما أن الحمض قوي وأحادي الوظيفة الحمضية.
$$[H_3O^+] = C_a \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-1}mol.l^{-1}$$
$$PH = -Log[H_3O^+] \Rightarrow PH = -Log(10^{-1}) = 1$$

-3

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

$V_2 = ?$ و $C_1 = 1 \times 10^{-1}mol.l^{-1}$
$$n(H_3O^+) = n(OH^-)$$
$$C_1.V_1 = C_2.V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{C_1.V_1}{C_2} = 25\ mL$$

-b
$$m = Cmol.l^{-1} \times V \times M$$
$$m = 2 \times 10^{-1} \times 200 \times 10^{-3} \times 40 = 16 \times 10^{-1}$$
$$m = 1.6\ g$$

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

انتهت..

MY Way مع أنس أحمد

للاستفسار عن التسجيل والجلسات الإمتحانية زوروا موقعنا www.myway.edu.sy أو whatsApp:0947050592