



# الواضح في الكيمياء

المدرس: شورش حسين

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا

مقدمة:

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علماً، وأرنا الحق حقاً وارزقنا اتباعه، وأرنا الباطل باطلاً وارزقنا اجتنابه، واجعلنا ممن يستمعون القول فيتبعون أحسنه، وأدخلنا برحمتك في عبادك الصالحين.

أخي الطالب أختي الطالبة لقد تم إعداد هذا الملخص من كتاب الكيمياء لطلاب البكلوريا تجدون فيه أسئلة عن المنهاج وحل جميع المسائل مع ملاحظات لحل جميع المسائل الواردة في الكتاب بدون الوحدة الخامسة (الكيمياء العضوية) حيث سيكون هناك ملخص خاص بهذه الوحدة.

سوف تمر يا صديقي في مراحل من الدراسة تكاد أن تفقد الأمل هذه اللحظة هي لحظة أنت تعتقد أنها موقف ضعف بالعكس تماماً بل هي مصدر قوة وعزيمة توكل على الله واجعل منها طاقة للوصول إلى أهدافك، خذ بالأسباب نظم الوقت قم بهواياتك وعد إلى دراستك بقوة أكثر من قبل، سوف تصل إلى ما تريد بأذن الله.

لقد قمت بإضافة روابط على شكل QR للطلاب الذين يريدون البحث والاستئناس، تتضمن مقاطع فيديو توضيحية عن الدروس.

شورش مسين

Shorash

**سؤال:** ما هي الرياح الشمسية؟

**أجواب:** هي جسيمات تترافق مع الأمواج الكهرومغناطيسية (طاقة هائلة) المنشرة من الشمس نتيجة التفاعلات النووية داخل الشمس

**سؤال:** ما هي تركيب النواة؟ وكيف نرمز لنواة أي عنصر؟

**أجواب:** تحتوي النواة على

1- بروتونات موجبة الشحنة (P)

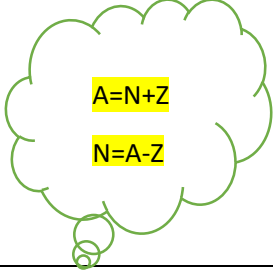
2- ونيوترونات معدلة الشحنة، (n)

موجودة في حيز صغير جداً.

يرمز لنواة أي عنصر بالرمز:  ${}^A_Z X$

العدد الذري Z هو عدد البروتونات في النواة، ويساوي عدد الإلكترونات في الذرة.

العدد الكتلي A هو مجموع عددي البروتونات والنيوترونات N.



$$A=N+Z$$

$$N=A-Z$$



**سؤال:** ما هي عدد البروتونات والنيوترونات في  ${}^{11}_6 C$ ؟

**أجواب:** عدد البروتونات (الأسفل) = 6

عدد النيوترونات (الأعلى - الأسفل) = 11 - 6 = 5

**سؤال:** ما هو العامل الذي يحدد استقرار النواة؟ وماذا تدعى العملية التي تسعى وفقدان النواة إلى الاستقرار؟

**أجواب:** النسبة  $\frac{N}{Z}$  (النيترونات / البروتونات) هي التي تحدد فيما لو كانت النواة مستقرة أم لا.

وتتحول النوى غير المستقرة تلقائياً إلى نوى أكثر استقراراً من خلال عملية تُدعى النشاط الإشعاعي.

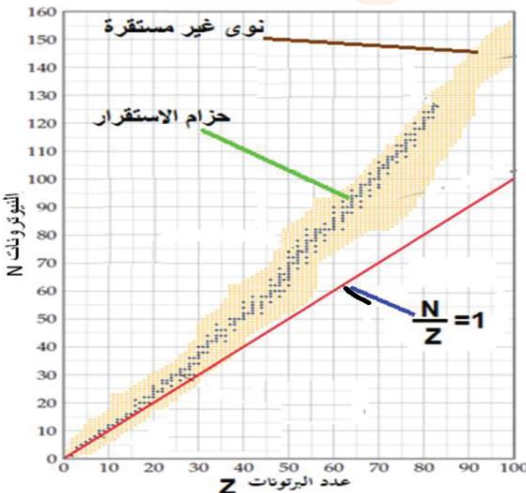
**سؤال:** لدينا الشكل المجاور الذي يملك مواقع نوى نظائر طبيعيت، حيث تقع النوى المستقرة ضمن منطقت تسمى حزام الاستقرار، وغير المستقرة تقع خارجة.

أقارن النسبة  $\frac{N}{Z}$  للنوى المستقرة بالخط البياني الذي يملك النسبة  $\frac{N}{Z} = 1$

ما العلاقة بين النسبة  $\frac{N}{Z}$  للنوى المستقرة وغير المستقرة، التي لها العدد الذري نفسه؟

**أجواب:** النسبة  $\frac{N}{Z} \approx 1$  للعناصر المستقرة ذات الأعداد الذرية الصغيرة

النسبة  $\frac{N}{Z} > 1$  للعناصر المستقرة ذات الأعداد الذرية الكبيرة



النسبة  $\frac{N}{Z}$  لنظير غير مستقر لا تساوي النسبة  $\frac{N}{Z}$  لعنصر مستقر

**سؤال:** ما هي مجالات استخدام الطاقة النووية؟

**أجواب:** تُعدّ الطاقة النووية من أحد أهم مصادر الطاقة، حيث تُستعمل في عدّة مجالات منها توليد الكهرباء، والزراعة، والطب، وتنقية مياه الشرب.

**سؤال:** ماهي رمز كل من أجسيمات النووية الآتية: البروتون، النيوترون، جسيم بيتا، جسيم ألفا، البوزيترون؟

**أجواب:** البروتون:  ${}^1_1P$  أو  ${}^1_1H$ ، النيوترون:  ${}^1_0n$ ، جسيم بيتا:  ${}^0_{-1}e$  أو  ${}^0_{-1}\beta$ ، جسيم ألفا:  ${}^4_2He$  أو  ${}^4_2\alpha$ ، البوزيترون:  ${}^0_{+1}e$  أو  ${}^0_{+1}\beta$

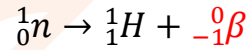
**سؤال:** ماذا يقصد بالتحوّلات النووية (النشاط الإشعاعي الطبيعي):

**أجواب:** هي التحوّلات النووية التلقائية التي تقوم بها النوى غير المستقرة متحوّلة إلى نواة أخرى أكثر استقراراً، ويرافقها انطلاق جسيمات خارج النواة وطاقة على شكل أمواج كهرومغناطيسية.

**سؤال:** ما هي أنواع التحوّلات النووية

**أجواب:** 1- تحوّل من النوع بيتا، 2- تحوّل من النوع بوزيترون، 3- الأسر الإلكتروني، 4- التحوّل من النوع ألفا

**سؤال:** في أي نوى يحدث التحوّل من النمط بيتا وكيف يحدث ذلك؟ (أو علل ذلك)، أكتب المعادلات النووية العامة لهذا التحوّل. يحدث في النوى التي تقع فوق حزام الاستقرار نتيجة تحوّل نيوترون إلى بروتون وفق المعادلات الآتية:



يُعبّر عن هذا النوع من التحوّل بالمعادلة النووية العامة الآتية:  ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}\beta + Energy$

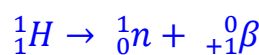
**تطبيق:** تتحوّل نواة الثوريوم  ${}^{231}_{90}Th$  إلى نواة البروتكتينيوم  ${}^{231}_{91}Pa$  تلقائياً، أكتب المعادلات النووية المعبرة عن هذا التحوّل محدداً نوعه.

**أكل:**  ${}^{231}_{90}Th \rightarrow {}^{231}_{91}Pa + {}^0_{-1}\beta + Energy$  التحوّل من نوع بيتا

**تطبيق:** أكمل التحوّل النووي الآتي ثم حدّد نوعه  ${}^{90}_{38}Sr \rightarrow {}^{90}_{39}Y + \dots + \dots$

**أكل:**  ${}^{90}_{38}Sr \rightarrow {}^{90}_{39}Y + {}^0_{-1}\beta + Energy$

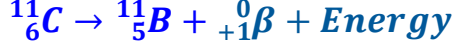
**سؤال:** في أي نوى يحدث التحوّل من نوع بوزيترون وكيف يحدث ذلك؟ (أو علل ذلك) أكتب المعادلات النووية العامة للتحوّل. يحدث في النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار نتيجة تحوّل بروتون إلى نيوترون وفق المعادلات الآتية:



يُعبّر عن هذا النوع من التحوّل بالمعادلة النووية العامة الآتية:  ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}\beta + Energy$



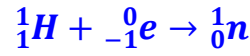
**تطبيق:** تتحول نواة الكربون المشع  $^{11}_6C$  إلى نواة البور المستقر بإطلاقها بوزيترون، اكتب المعادلات النووية المعبرة عن هذا التحول



أكل:

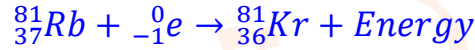
**سؤال:** في أي نوع يحدث التحول من نوع الأسر الإلكتروني، وكيف يحدث (أو علم) ذلك؟ اكتب المعادلات النووية العامة المعبرة عنها

**أكل:** يحدث في النوى التي تقع تحت حرام الاستقرار، ولا تملك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون، حيث تلتقط النواة إلكترونًا من السحابة الإلكترونية المحيطة بها ليرتبط ببروتون فيشكل نيوترون وفق المعادلات الآتية:



يعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلات النووية العامة الآتية:  $^A_ZX + ^0_{-1}e \rightarrow ^A_{Z-1}Y + Energy$

**تطبيق:** تتحول نواة الروبيديوم  $Rb$  إلى نواة الكريبتون  $^{81}_{36}Kr$  عندما تأسر أحد إلكترونات السحابة الإلكترونية المحيطة بها، اكتب المعادلات النووية المعبرة عن التحول

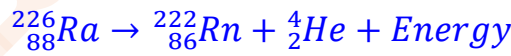


أكل:

**سؤال:** في أي نوع يحدث التحول من النوع الفا؟ وكيف يحدث (أو علم) ذلك؟ اكتب المعادلات النووية العامة التي تدل على هذا التحول

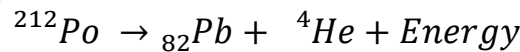
**أجواب:** يمكن أن يحدث في النوى التي يزيد عددها الذري عن 83، حيث تُطلق النواة جسيم ألفا  $^4_2He$  ويُعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلات النووية العامة الآتية:  $^A_ZX \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^4_2He + Energy$

**تطبيق:** تتحول نواة الراديوم  $^{226}_{88}Ra$  إلى نواة الرادون  $Rn$  بإطلاقها جسيم ألفا، اكتب المعادلات النووية المعبرة عن التحول.

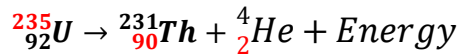


أكل:

**سؤال:** أكمل التحولات النووية الآتية ثم حدد نوعها  $^{92}_{231}U \rightarrow ^{231}_{90}Th + ^4_2He + Energy$

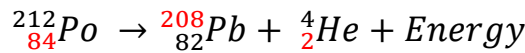


التحول من النوع الفا

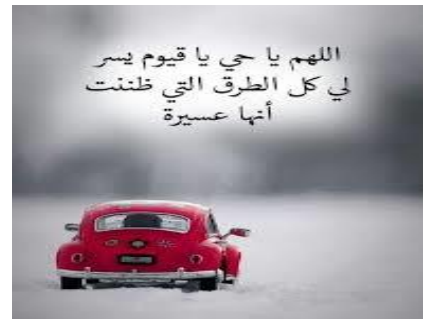


أكل

التحول من النوع الفا



أ. شورش حسين



**سؤال:** قارن بين جسيمات بيتا والفا وأشعة غاما من حيث الطبيعة، الشحنة، الكتلة، النفوذية، تأين الغازات، السرعة بالنسبة لسرعة الضوء، التأثير بالكحل الكهربائي، التأثير بالكحل المغناطيسي.

**أو سؤال بصيغته أخرى** ماهي خصائص جسيمات بيتا، ماهي خصائص جسيمات الفا، ماهي خصائص أشعة غاما (كل سؤال على حدا)

أشعة غاما	جسيمات بيتا	جسيمات الفا	
أمواج كهرومغناطيسية طاقتها عالية جداً	إلكترونات عالية السرعة.	نطاق نواة الهليوم ${}^4_2He$	الطبيعية
لا تحمل شحنة كهربائية	تحمل شحنة سالبة.	تحمل شحنتين موجبتين	الشحنة
ليس لها كتلة سكونية	كتلتها تساوي كتلة الإلكترون	كتلتها تساوي أربعة أضعاف الهيدروجين العادي	الكتلة
أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات بيتا	أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات الفا	تأين الغازات التي تمر من خلالها	تأين الغازات
نفوذيتها أكبر من نفوذيت جسيمات بيتا	نفوذيتها أكبر من نفوذيت جسيمات الفا	نفوذيتها ضعيفة.	النفوذية
تساوي سرعة الضوء $c$	$0.9 c$	$0.05 c$	السرعة بالنسبة لسرعة الضوء
لا تتأثر.	تنحرف نحو اللبوس الموجب مكثفة مشحونة	تنحرف نحو اللبوس السالب مكثفة مشحونة	التأثر بالكحل الكهربائي
لا تتأثر	تنحرف بتأثير قوة لورنر بجهة معاكسة لجهة انحراف جسيمات الفا	تنحرف بتأثير قوة لورنر	التأثر بالكحل المغناطيسي

**سؤال:** قارن بين جسيم بيتا و البوزيترون من حيث (موقع النواة التي تطلق كل منهما بالنسبة لحزام الاستقرار، التأثير بالكحل الكهربائي)

**أجواب:** النوى التي تطلق جسيم بيتا تقع فوق حزام الاستقرار بينما النوى التي تطلق بوزيترون تقع تحت حزام الاستقرار جسيمات بيتا تنحرف نحو اللبوس الموجب بينما البوزيترون ينحرف نحو اللبوس السالب

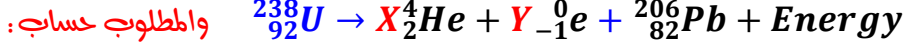
**سؤال:** ما هي سلسلة النشاط الإشعاعي؟

**أجواب:** عندما تتحول النواة المشعة وفق عدة تحولات نووية متسلسلة لتصل إلى نواة مستقرة تُدعى سلسلة نشاط إشعاعي

مثل تحول الثوريوم  ${}^{232}_{90}Th$  غير المستقر إلى نواة الرصاص المستقر  ${}^{208}_{82}Pb$



**مسألة:** تتحول نواة اليورانيوم المشع  $^{238}_{92}\text{U}$  إلى نواة الرصاص المستقر  $^{206}_{82}\text{Pb}$  وفق سلسلة نشاط إشعاعيّ الممثل بالمعادلة الآتية:



توجيه للحل: لحساب X نجمع الأرقام العلوية ولحساب Y نجمع الأرقام السفلية مع العلم السهم يعني = ونشكل معادلة من الدرجة الأولى ونحلها

1- عدد التحولات من النوع ألفا X.

2- عدد التحولات من النوع بيتا Y.

3- اكتب المعادلة النووية الكلية.

أكل: 1- حساب X

$$238 = 4X + Y(0) + 206 \Rightarrow 238 = 4X + 206 \Rightarrow 4X = 238 - 206 \Rightarrow 4X = 32$$

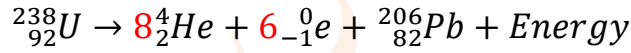
$$X = \frac{32}{4} = 8$$

2- حساب Y

$$92 = X(2) + Y(-1) + 82 \Rightarrow 92 = 8 \times 2 - Y + 82 \Rightarrow 92 = 16 + 82 - Y$$

$$Y = 98 - 92 \Rightarrow Y = 6$$

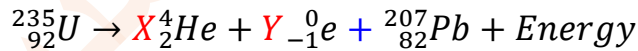
3 كتابة المعادلة النووية الكلية



**مسألة:** يتحول اليورانيوم المشع  $^{235}_{92}\text{U}$  إلى الرصاص المستقر  $^{207}_{82}\text{Pb}$  المطلوب:

1- احسب عدد التحولات من النمط ألفا ، والتحويلات من النمط بيتا التي يقوم بها اليورانيوم حتى يستقر.

2- اكتب المعادلة النووية الكلية.



أكل:

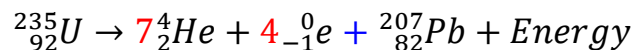
1- حساب X

$$235 = X(4) + Y(0) + 207 \Rightarrow 4X = 235 - 207 \Rightarrow X = \frac{28}{4} = 7$$

حساب Y

$$92 = X(2) + Y(-1) + 82 \Rightarrow 92 = 7(2) - Y + 82 \Rightarrow Y = 96 - 92 = 4$$

2- كتابة المعادلة النووية الكلية



**سؤال:** عرف طاقة الارتباط في النواة؟ اكتب العلاقة التي تحسب منها مع ذكر دلالات الرموز

**أجواب:** هي الطاقة اللازمة لفصل النواة إلى مكوناتها من بروتونات ونيوترونات حرة، وهي موجبة دوماً

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

حيث  $\Delta E$  الطاقة وواحدتها J جول ،  $\Delta m$  النقصان في الكتلة وواحدتها Kg ، c : سرعة الضوء  $m \cdot s^{-1}$

**سؤال:** علل كتلة النواة أصغر من كتلة مكوناتها وهي حرة؟

**أجواب:** بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة منتشرة تُعطى بعلاقة أينشتاين:  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$

**مسألة:** لدينا كتلة نواة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$  تساوي  $(m_2 = 6.4024 \times 10^{-27} \text{ Kg})$  وكتلة البروتون تساوي  $1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$

وكتلة النيوترون تساوي  $1.6749 \times 10^{-27} \text{ Kg}$  المطلوب :

1- احسب الطاقة المنتشرة أثناء تشكل نواة الهيليوم

2- استنتج قيمة طاقة الارتباط لنواة الهيليوم

**أحل:** 1- حساب الطاقة المنتشرة

أولاً حساب عدد البروتونات وعدد النيوترونات (العدد العلوي)

ثانياً حساب عدد البروتونات وعدد النيوترونات (العدد السفلي)  $4 - 2 = 2$

ثانياً تحسب  $m_1$  (كتلة النكليونات التي تمثل مجموع كتلة البروتونات والنيوترونات)

$$m_1 = 2 \times 1.6726 \times 10^{-27} + 2 \times 1.6749 \times 10^{-27}$$

$$m_1 = 6.695 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

ثالثاً حساب النقص في الكتلة  $\Delta m = m_2 - m_1$

$$\Delta m = 6.4024 \times 10^{-27} - 6.695 \times 10^{-27}$$

$$\Delta m = -0.2926 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

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

$$\Delta E = -0.2926 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = -2.6334 \times 10^{-11} \text{ J}$$

2 حساب طاقة ارتباط النواة:  $\Delta E = +2.6334 \times 10^{-11} \text{ J}$

طاقة ارتباط النواة تساوي بالقيمة وتعاكس بالإشارة الطاقة المنتشرة



**مسألة:** تشعّ الشمس طاقة مقدارها  $38 \times 10^{27} \text{ J}$  في كل ثانية، احسب مقدار النقص في كتلة الشمس حال ثلاث دقائق علماً أن  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

إشارة (-) لان الطاقة هي طاقة منتشرة (تشع)

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \quad \text{أكل:}$$

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

$$\Delta m = \frac{-38 \times 10^{27} \times 3 \times 60}{9 \times 10^{16}} = -76 \times 10^{12} \text{ kg}$$

3x60 تحويل من 3 دقائق إلى ثواني

**سؤال:** عرف عم النصف وماهي العلاقة التي بحسب من خلالها مع ذكر دلالات الرموز

**أجواب:** عم النصف هو الزمن اللازم لتحوّل نصف عدد نوى النظير المشع وفق نشاط إشعاعي محدد إلى نوى عنصر آخر خلال أزمنة متساوية.

وتحسب من العلاقة  $t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n}$  (حيث  $t$  الزمن الكلي،  $n$  عدد مرّات التكرار)

**سؤال:** بماذا يتعلق عم النصف؟

**أجواب:** يتعلق عم النصف بنوع المادة المشعة ولا يتعلق عم النصف بالكتلة الفيبرانية أو الكيمياءية أو الضغط أو الحرارة

**مسألة:** إذا علمت أنّ عم النصف لعنصر مشع **3 years** احسب الزمن الأزم كي يصبح النشاط الإشعاعي  $\frac{1}{8}$  ما كان عليه

حيث  $N$  يمثل العدد الكلي للنوى

عدد الأسهم يمثل عدد  $n$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} \Rightarrow t = t_{\frac{1}{2}} \times n \quad \text{أكل:}$$

$$N \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{2} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{4} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{8} \quad \text{بحسب } n:$$

ومنه نجد  $n$  تساوي 3 ومنه بحسب الزمن الكلي  $t = 3 \times 3 = 9 \text{ years}$

**مسألة:** يبلغ عدد النوى في عنصر مشع  $16 \times 10^5$  وبعد زمن  $150 \text{ s}$  يصبح العدد  $200000$  نواة. اطلب: احسب  $t_{\frac{1}{2}}$

$$16 \times 10^5 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 8 \times 10^5 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 4 \times 10^5 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 2 \times 10^5 \Rightarrow n = 3 \quad \text{أكل:}$$

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

**سؤال:** عدّد التفاعلات النووية

**أجواب:** 1- تفاعلات الالتقاط 2- تفاعلات التناظر 3- تفاعلات الانشطار 4- تفاعلات الاندماج النووي

سؤال: متى يحدث تفاعلات الالتقاط؟

أجواب: تحدث عندما تلتقط النواة القديفة التي قذفت بها دون أن تنقسم

سؤال: عند قذف نواة الذهب النظير غير المشع  $^{197}_{79}Au$  بنيوترون، تتحول إلى نواة الذهب النظير المشع أكتب المعادلت النووية



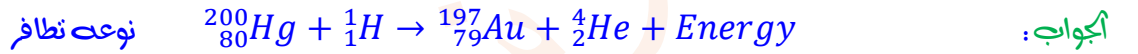
سؤال: متى تحدث تفاعلات التطاير؟

أجواب: تحدث عندما تتحول النواة المقذوفة بجسيم إلى عنصر جديد مُطلقت جسيم آخر

سؤال: عند قذف نواة التروجين بجسيم ألفا تتحول إلى نواة الأكسجين مطلقاً بروتون، أكتب المعادلت النووية المعبرة.

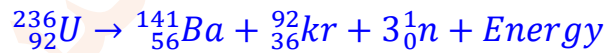
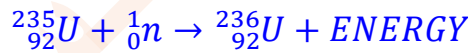


سؤال: عند قذف نواة الزئبق  $^{200}_{80}Hg$  ببروتون تتحول إلى نواة الذهب مطلقاً جسيم ألفا، أكتب المعادلت النووية المعبرة عن التفاعل النووي أكصل، ثم حدّد نوعه

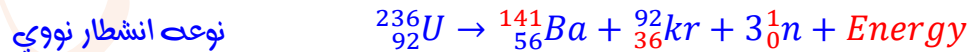


سؤال: عرف تفاعلات الانشطار النووي؟

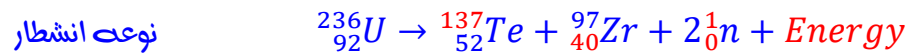
أجواب: هي التفاعلات التي تحدث عندما يتم قذف النواة الثقيلة بنيوترون بطيء تلتقط النواة هذا النيوترون وتنشط إلى نواتين متوسطي الكتلة وينطلق نيوترونات سريعة



سؤال: لديك التفاعل النووي التالي، أكمل التفاعل ووازنه ثم اذكر نوعه.



سؤال: أكمل، ثم وازن التفاعل النووي الآتي محددًا نوعه:

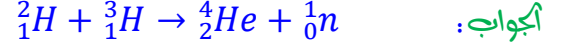


ملاحظة: يرافق تفاعل الانشطار انطلاق نيوترونات سريعة، إذا أمكن إبطاؤها يمكن لكل نيوترون أن يشطر نواة جديدة من اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  بعد التقاطه مما يؤدي إلى حدوث تفاعل متسلسل

سؤال: عرف تفاعلات الاندماج النووية

أجواب: هي تفاعلات تحدث عندما تندمج نواتان خفيفتان أو أكثر لتشكّل نواة أثقل.

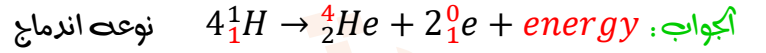
**سؤال:** ندمج نواتنا نظيري الهيدروجين الديوتيريوم  ${}^2_1H$  والتريتيوم  ${}^3_1H$  لينتج نواة الهليوم ونيوترون، أكتب المعادلات النووية المعبرة عن هذا التفاعل:



**سؤال:** علل يرافقه تفاعل الاندماج طاقة هائلة؟ **الجواب:** نتيجة النقصان في الكتلة

**ملاحظة:** تحدث تفاعلات اندماج نووي في النجوم، وتنتج مقدار هائل من الطاقة، وينتشر ضوءها إلى مليارات الكيلومترات.

**سؤال:** أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:  $4 {}^1_1H \rightarrow {}^4_2He + 2 e + \dots$



**ملاحظات:** لمعرفة نوع التفاعل انه التقاط: يبقى العنصر نفسه فقط يتحول إلى نظير

لمعرفة انه تفاعل: يتحول العنصر إلى عنصر آخر

لمعرفة انه انشطار: يعطي الناتج أكثر من نواة (عنصرين)

لمعرفة انه اندماج يحدث للنوى الخفيفة (هيدروجين)

**ملاحظات لكل المسائل:**

**حساب عم النصف:** تحسب  $n$  عدد مرات تكرار عم النصف بحيث نقسم عدد النوى المشعة على 2 ثم نقسم الناتج على 2 إلى أن

نصل إلى العدد المعطى ونعد الأسهم وهي تمثل  $n$

واحدة عم النصف هي نفسها واحدة الزمن الكلي

عندما نعوض الطاقة المنتشرة من الشمس بحساب النقص في الكتلة نعوضها بإشارة سالبة (-)

$\Delta E$  الطاقة المنتشرة من الشمس تعطى من اجل ثانيت واحدة في المسألة لذلك:

من اجل دقيقة نضرب ب 60

من اجل ساعة نضرب ب 3600

من اجل يوم نضرب ب  $24 \times 3600$

**سؤال:** نستخدم بعض النظائر المشعة في علاج الأورام السرطانية، ما تفسيرك لذلك؟

**الجواب:** النظائر المشعة تطلق جسيمات مشحونة تدمر أكمض النووي للخلايا السرطانية فننفضي على الورم السرطاني



## أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- يتوقف عم النصف للعنصر المشع على:

- (a) كتلة العنصر المشع.  
 (b) الروابط الكيميائية للعنصر المشع.  
 (c) درجة حرارة العنصر المشع.  
 (d) نوع العنصر المشع.

2- تحدث في الشمس تفاعلات نووية من نوع:

- (a) انشطار.  
 (b) اندماج.  
 (c) النقاط.  
 (d) تطافر.

3- من خاصيات أشعة غاما:

- (a) تتأثر بأقل الكهربي.  
 (b) تتأثر بأقل المغناطيسي.  
 (c) تنتشر بسرعة الضوء.  
 (d) نفوذيتها أقل من جسيمات بيتا.

4- تنفك نواة الثوريوم  $^{228}_{90}Th$  بإطلاقها جسيمات ألفا متحوّلة إلى نواة البولونيوم  $^{216}_{84}Po$  فإن عدد جسيمات ألفا المنطلقة خلال هذا التحول يساوي:



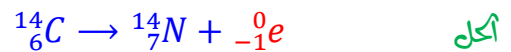
$$228 = 201 + 4X \Rightarrow 4X = 228 - 201 \Rightarrow 4X = 27 \Rightarrow X = \frac{27}{4} = 6.75$$

الحل:

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

5- تتحوّل نواة الكربون  $^{14}_6C$  إلى نواة النترجين  $^{14}_7N$  وتطلق عندئذ:

- (a) نيوترون  
 (b) بوزيترون  
 (c) جسيم بيتا  
 (d) جسيم ألفا



أكل

6- عند تحوّل نواة النترجين  $^{14}_7N$  إلى نواة الكربون المشع  $^{14}_6C$ ، فإنها:

- (a) تلتقط نيوترون وتطلق ألفا.  
 (b) تلتقط بروتون وتطلق نيوترون.  
 (c) تلتقط بوزيترون وتطلق نيوترون.  
 (d) تلتقط نيوترون وتطلق بروتون.



أكل:



7- يبلغ عم النصف مادة مشعّعة  $t_{\frac{1}{2}} = 24 \text{ days}$  وكتلتها 1Kg تكون نسبت ما تبقى منها بعد 72 days مساويةً:

$$\frac{1}{4} \text{ (b)}$$

$$\frac{1}{8} \text{ (a)}$$

$$\frac{7}{18} \text{ (d)}$$

$$\frac{1}{14} \text{ (c)}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} \Rightarrow n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{72}{24} = 3$$

أكل:

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

8- يبلغ عدد النوى في عيّنة مشعّعة  $8 \times 10^{20}$  وبعد زمن قدره 120s يصبح عدد النوى  $10^{20}$  فيكون عم النصف:

$$30s \text{ (b)}$$

$$20s \text{ (a)}$$

$$60s \text{ (d)}$$

$$40s \text{ (c)}$$

$$n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow \text{أكل: } n = 3$$

$$8 \times 10^{20} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 4 \times 10^{20} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 2 \times 10^{20} \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 10^{20}$$

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

نستنتج  $n=3$  (نعوض في قانون عم النصف)

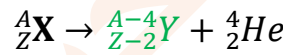
9- تطلق نواة عنصر مشعّع  ${}^A_Z X$  جسيم ألفا ثم تطلق النواة الناتجة جسيم بيتا، فنتج نواة:

$${}^A_{Z-2} Y \text{ (b)}$$

$${}^A_{Z-3} Y \text{ (a)}$$

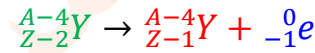
$${}^A_{Z-1} Y \text{ (d)}$$

$${}^A_{Z+3} Y \text{ (c)}$$



المرحلة الأولى

أكل:



المرحلة الثانية

10- نواة عنصر غير مستقرة تقع فوق حزام الاستقرار، للعودة إلى حزام الاستقرار، فإنها تطلق جسيم:

$${}^0_{+1} e \text{ (b)}$$

$${}^0_{-1} e \text{ (a)}$$

$${}^1_1 H \text{ (d)}$$

$${}^1_0 n \text{ (c)}$$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

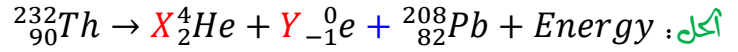
- 1- يعدّ النيوترون أفضل قذيفة نووية؟ لأنه معتدل الشحنة فلا يحدث تدافع كهربائي بينه وبين النواة الطقذوفت
- 2- كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة؟ بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة
- 3- يرافق تفاعل الاندماج النووي انطلاق طاقة هائلة.؟ بسبب النقص في الكتلة وتحويل هذا النقص في الكتلة إلى طاقة
- 4- 5- إطلاق النواة للإلكترونات المؤلفة لجسيمات بيتا؟ بسبب تحول نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فينتقل جسيم بيتا خارج النواة.

- 5- عدم تأثر أشعة غاما بأكقل الكهربائي.؟ لأنها أمواج كهرومغناطيسية عديمة الشحنة.  
6- تأثر كل من جسيمات ألفا وجسيمات بيتا بأكقل الكهربائي.؟ لأن كل منهما يحمل شحنة كهربائية.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

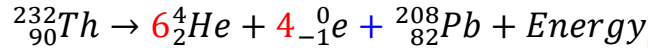
- 1- احسب عدد التحويلات من النمط ألفا، وعدد التحويلات من النمط بيتا عند تحوّل نظير الثوريوم  $^{232}_{90}Th$  المشعّ إلى نظير

الرصاص غير المشعّ  $^{208}_{82}Pb$



$$232 = 4x + y(0) + 208 \Rightarrow 4x = 232 - 208 \Rightarrow x = \frac{24}{4} \Rightarrow x = 6$$

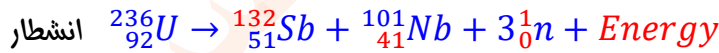
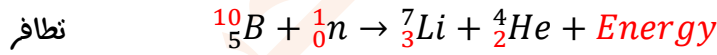
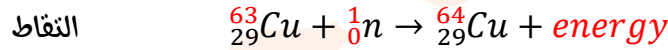
$$90 = 2x - y + 82 \Rightarrow 90 = 2(6) - y + 82 \Rightarrow y = 94 - 90 = 4$$



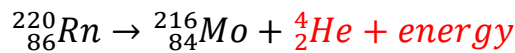
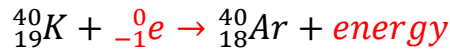
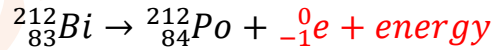
- 2- قارن بين جسيمات ألفا وبيتا من حيث (النفوذية، الشحنة، السرعة)

المقارنت	جسيمات ألفا	جسيمات بيتا
الشحنة	تحمّل شحنتين موجبتين.	تحمّل شحنة سالبة.
النفوذية	نفوذيتها ضعيفة.	أكبر من نفوذية جسيمات ألفا.
السرعة بالنسبة لسرعة الضوء	0.05 c	0.9 c

- 3- أكمل، كل من التفاعلات النووية الآتية، ثم حدّد نوعها



- 4- أكمل التحويلات النووية الآتية:



- 5- تلتقط نواة عنصر الأرجون  $^{37}_{18}Ar$  إلكترونًا من مدار داخلي لها متحوّلة إلى نواة عنصر الكلور  $^{37}_{17}Cl$  اكتب المعادلة المعبرة

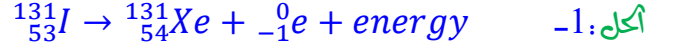


رابعاً حلّ المسائل الآتية:

- المسألة الأولى: تتحوّل نواة اليود المشعّ  $^{131}_{53}I$  إلى نواة الكريبتون  $Xe$  مطلقاً جسيم بيتا عند معالجت مرضى سرطان الغدة الدرقيّة بجرعة منه، فإذا كان عم النصف لليود المشعّ المستخدم 8 Days، المطلوب:

1- اكتب المعادلات النووية المعبرة عن التحول.

2- احسب النسبة المتبقية من اليود المشع بعد 24 days



2 بحسب n عدد مرات تكرار عم النصف من العلاقة  $t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} \Rightarrow n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{24}{8} = 3$

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

المسألة الثانية:

تنقص كتلة نواة الأكسجين  $^{16}_8O$  عن مكوناتها وهي حرارة بمقدار  $\Delta m = -0.23 \times 10^{-27} \text{ Kg}$  المطلوب:

احسب طاقة الارتباط هذه النواة. (سرعة انتشار الضوء في أكل  $C = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ )

أكل:  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow \Delta E = -0.23 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = -2.07 \times 10^{-11} \text{ J}$

$$\Delta E = -0.23 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16} = -2.07 \times 10^{-11} \text{ J}$$

طاقة ارتباط النواة تساوي بالقيمة وتعاكس بإشارة الطاقة المنتشرة  $\Delta E = +2.07 \times 10^{-11} \text{ J}$

المسألة الثالثة:

احسب عم النصف لعنصر مشع في عينة منه، إذا علمت أن الزمن الأزمن ليصبح عدد النوى المشعة في تلك العينة  $\frac{1}{16}$  مما كان عليه يساوي 480 سنة

أكل:

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

نستنتج  $n=4$  (نعوض في علاقة عم النصف) سنة  $t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} = \frac{480}{4} = 120$

المسألة الرابعة:

احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال 72 min إذا كانت تُشع طاقة مقدارها  $38 \times 10^{27} \text{ J}$  في كل ثانية مع العلم

أن سرعة انتشار الضوء في أكل  $C = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  (نضرب 72 بـ 60 للتحويل من دقائق إلى ثواني)

الحل  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{-38 \times 10^{27} \times 72 \times 60}{(3 \times 10^8)^2} = \frac{-38 \times 10^{27} \times 72 \times 60}{9 \times 10^{16}} = -1824 \times 10^{12} \text{ Kg}$

سؤال : ما هي الغازات التي يتألف منها الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية وما هي نسبتها؟

الجواب : يحتوي على 78.09 % من غاز النيتروجين ، و 20.95 % أكسجين ، و 0.93 % ارجون ، و 0.04 % ثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء ، و هيدروجين ، وهليوم ، ونيون وكرتون

### قوانين الغاز

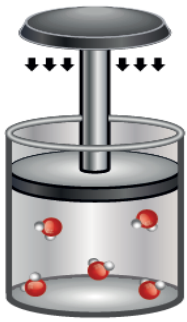
(درجة الحرارة ثابتة)

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

#### 1- قانون بويل : العلاقة بين حجم الغاز وضغطه

ليكن لدينا الشكل المبجور الذي يمثل مكبس جوي غاز  $SO_2$  في أكالين A و B ، عند درجت حرارة ثابتة.

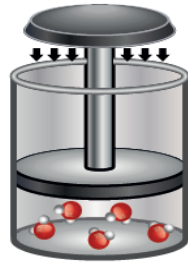
$$5.6 \times 10^3 \text{ Pa}$$



$$V = 1.53 \text{ L}$$

A

$$1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$$



$$V = 0.57 \text{ L}$$

B

- 1- أقرن بين الضغط المطبق في كل من أكالين ، ماذا لاحظ؟ نلاحظ أن الضغط المطبق في أكال B أكبر من الضغط المطبق في أكال A
- 2- أقرن بين حجم الغاز في كل من أكالين ، ماذا لاحظ؟ نلاحظ أن أكل B أقل من أكل A في أكال A
- 3- أقرن بين عدد جزيئات غاز  $SO_2$  في كل من أكالين ، ماذا لاحظ؟ نلاحظ أن عدد الجزيئات ثابت

نستنتج :

- 1- عندما يرداد الضغط المطبق على الغاز ينقص حجمه ، ويكون الضغط المطبق مساوياً لضغط الغاز
- 2- عدد مولات الغاز يبقى ثابتاً عند ضغطه.

سؤال : على ماذا ينص قانون بويل؟ اكتب العلاقة الرياضية المعبرة عن القانون؟

الجواب : جداء حجم عينة من غاز في ضغطه مقدار ثابت عند درجت حرارة ثابتة :  $PV = \text{const}$  يتناسب حجم عينة من غاز عند درجت حرارة ثابتة عكساً مع ضغط ذلك الغاز

$$P \cdot V = P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \dots = \text{CONST}$$

مسألة :

ينطلق غاز  $NO_2$  من عوادم السيارات ومصانع الأسمدة ، ويساهم في تشكيل الأمطار أكامضيت ، لدينا عينة من غاز  $NO_2$  حجمها 1.5L عند الضغط  $5.6 \times 10^3 \text{ Pa}$  ، أحسب حجم الغاز عندما يصبح ضغطه  $1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$  بثبات درجت الحرارة

$$\text{أكل : المعطيات } V_1 = 1.5 \text{ L} , V_2 = ? , P_1 = 5.6 \times 10^3 \text{ Pa} , P_2 = 1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$$

نستخدم قانون بويل

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{P_2} = \frac{5.6 \times 10^3 \times 1.5}{1.5 \times 10^4} = 5.6 \times 10^3 \times 10^{-4} = 0.56 \text{ L}$$

مسألة جوي مكبس غاز حجمه 1 L عند الضغط النظامي ، أحسب قيمة الضغط المطبق عليه ليصبح حجمه 300 ml مع بقاء درجت أكرارة ثابتة  $175^\circ\text{C}$  ( ملاحظ الضغط النظامي يعني 1 atm ) ( للتحويل من ml إلى L نضرب ب  $10^{-3}$  )

$$\text{أكل : } P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{1 \times 1}{3 \times 10^{-1}} = \frac{10}{3} = 3.3 \text{ atm}$$



## الواضع في الكيمياء

## الوحدة الثانية: الغازات

## المدرس: شورش حسين

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

الحجم $V(\text{mL})$	الضغط $P(\text{Pa})$	$P \times V(\text{Pa} \times \text{mL})$
5	39.00	195
10	19.50	195
15	13.00	195
20	9.75	195
25	7.80	195
30	6.50	195

1- ارسم (الضغط)  $P$  بدلالة  $V$  (الحجم)، ماذا تستنتج؟ ماذا يسمى القانون؟

2- أوجد قيمت الضغط عند حجم  $7.5 \text{ mL}$

أكل: 1- نلاحظ أنه هناك علاقة عكسية بين الحجم والضغط

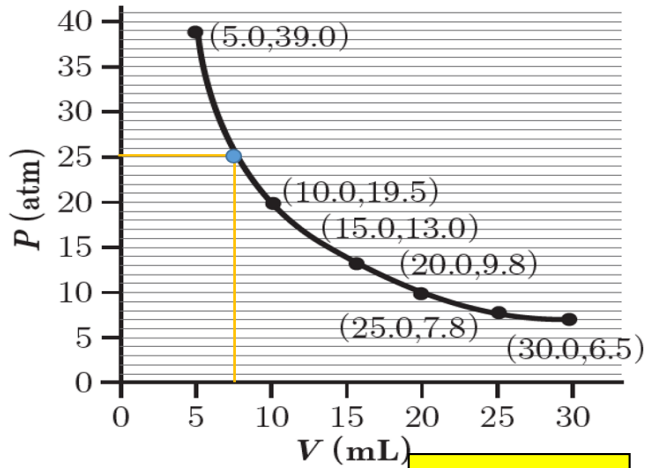
فكلما ازداد الضغط ينقص الحجم ويسمى بقانون بويل ونلاحظ أيضاً أن

جداء الحجم في الضغط مقدار ثابت  $P \cdot V = \text{const}$

2 بتحديد النقطة على محور الحجم وإسقاطها على

البياني وإسقاط النقطة على محور الضغط نجد أن  $p=25 \text{ atm}$

عند النقطة  $7.5 \text{ ml}$



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

2- قانون شارل: العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة.

سؤال: على ماذا ينص قانون شارل؟ اكتب العلاقة الرياضية التي تعبر عنه؟

أجواب: ينص على أن نسبة حجم عينة من غاز إلى درجة حرارته مقدره بالكلفن ثابتة عند ضغط ثابت.  $\frac{V}{T} = \text{const}$

- يتناسب حجم عينة من غاز طرداً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغط الغاز

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

مسألة: يبلغ حجم عينة غاز  $2.88 \text{ L}$  عند درجة حرارة  $15^\circ \text{C}$ ، وضغط ثابت، أحسب الحجم الذي تشغله هذه العينة عند

تسخينها إلى الدرجة  $38^\circ \text{C}$  وبقاء الضغط ثابت. ملاحظ للتحويل من  $^\circ \text{C}$  إلى  $\text{K}$  (كلفن) نضيف  $273$ .

$$T_1 = 273 + 15 = 288 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 + 38 = 311 \text{ K}$$

أكل:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times T_2}{T_1} = \frac{2.88 \times 311}{288} = \frac{288 \times 10^{-2} \times 311}{288} = 3.11 \text{ L}$$

## الواضع في الكيمياء

## الوحدة الثانية: الغازات

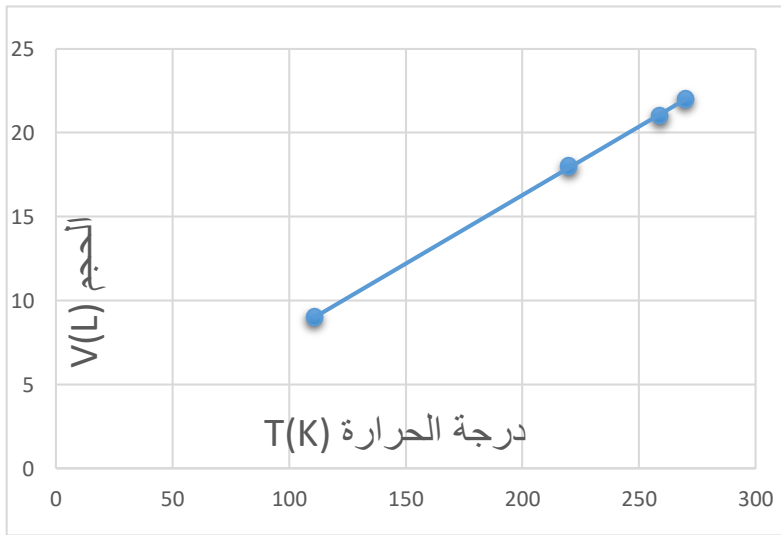
## المدرس: شورش حسين

**مسألة:** أجريت تجارب معيّنة على عيّنة غازية، لإيجاد العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ضغط ثابت، وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

الحجم V(L)	درجة الحرارة T(K)	V/T(L.K <sup>-1</sup> )
22	270	0.081
21	259	0.081
18	220	0.081
9	111	0.081

أرسم الخط البياني لتغير الحجم بدلالة درجة الحرارة مقدرة بالكلفن، ماذا لاحظ؟ ماذا يسمى القانون المستنتج؟

أكل:



نلاحظ أن هناك علاقة طردية بين درجة الحرارة المطلقة وحجم الغاز عند ضغط ثابت

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

وان نسبة حجم عيّنة من غاز إلى درجة حرارته مقدرة بالكلفن ثابتة عند ضغط

$$\frac{V}{T} = \text{const} \quad \text{ثابت}$$

يسمى القانون بقانون شارل

**مسألة:** يبلغ حجم عيّنة من غاز النيون 0.3 L عند الدرجة 330 K وضغط ثابت، نُسخن هذه العيّنة إلى الدرجة 550 K مع بقاء الضغط ذاته. احسب حجم هذه العيّنة عندئذ.

أكل:

$$T_2 = 550 \text{ K} \quad T_1 = 330 \text{ K} \quad V_1 = 0.3 \text{ L} \quad \text{المعطيات:}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times T_2}{T_1} = \frac{0.3 \times 550}{330} = \frac{3 \times 55}{330} = \frac{165}{330} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ L}$$

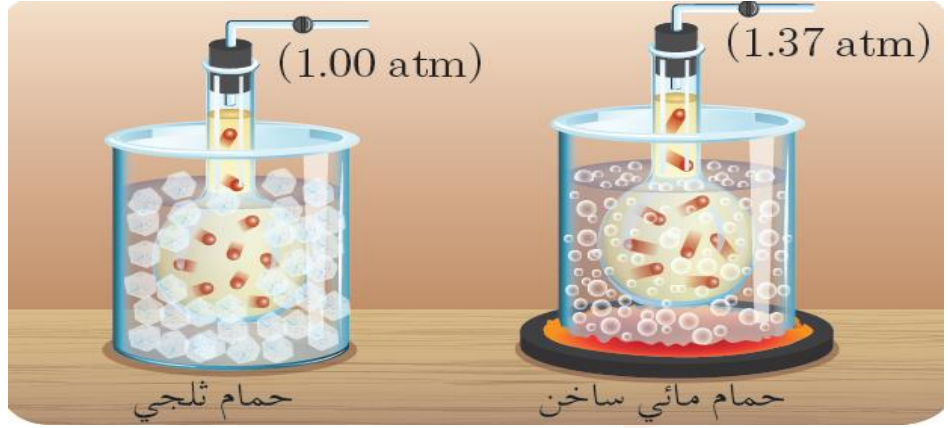
**ملاحظة:** إن القانون الأساسي هو  $\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$  فإذا كان احد المقادير ثابتاً ( أي قاموا بذكر كلمة بثبات ) نحذف ذلك المقدار ونستنتج القانون الجديد

مثال في قانون شارل يذكر بثبات الضغط. أي نحذف الضغط من العبارة السابقة فتصبح  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$  وفي قانون بويل يذكر بثبات درجة الحرارة فيصبح القانون  $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$  وهكذا .....

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

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

سؤال: لاحظ الشكلين الآتيين ماذا نستنتج

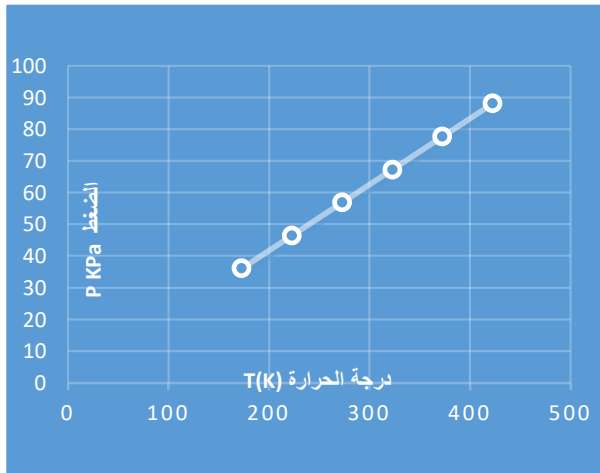


أجواب: نلاحظ أنه يزداد ضغط عيّنة من الغاز بزيادة درجة حرارتها عند حجم ثابت.

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

$P/T (\text{kPa} \cdot \text{K}^{-1})$	درجة الحرارة $T(\text{K})$	الضغط $P(\text{kPa})$
0.208	173	36.0
0.208	223	46.4
0.208	273	56.8
0.208	323	67.2
0.208	373	77.6
0.208	423	88.0

أرسم أخط البيانيّ الموافق لتغير الضغط بدلالة درجة الحرارة، ماذا لاحظ؟ ماذا يسمى القانون المستنتج؟ اكتب العلاقة الرياضيّة المعبرة عن القانون.



أكل: نلاحظ أن هناك تناسب طردي بين ضغط الغاز ودرجة

حرارته المطلقة عند ثبات الحجم

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

وأن نسبة ضغط عيّنة من غاز إلى درجة حرارته مقدرة بالكلفن

ثابتة عند حجم ثابت  $\frac{P}{T} = \text{const}$

يسمى القانون غاي - لوساك

مسألة: علبة معدنية تحوي غاز البوتان ضغطه 360 kpa عند درجة حرارة 27°C احسب قيمة الضغط الجدي للغاز في العلبة إذا تركزت في سيارة وارتفعت درجة حرارتها إلى 50°C في يوم حار (بالإهمال تمدد العلبة)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \times T_2}{T_1} = \frac{360 \times 323}{300} = 387.6 \text{ kpa}$$

#### 4- قانون افوغادرو (العلاقة بين الحجم وعدد المولات الغاز)

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

سؤال: آخذ حجم ثابت 22.4 L من أربع أنواع مختلفة من الغازات في الشروط النظامية، احسب عدد مولات كل غاز بالاعتماد على الجدول الآتي: حيث (c:12,H:1,N:14,He:4) ماذا نستنتج؟ وماذا يسمى هذا القانون؟ اكتب العلاقة الرياضية المعبرة عن القانون.

الغاز	CH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	He
m(g)	16	17	28	4
M(g.mol <sup>-1</sup> )	16	17	28	4
n(mol)	1	1	1	1

$$n = \frac{m}{M} = \frac{16}{16} = 1 \text{ mol}$$

• حساب عدد مولات الميثان (CH<sub>4</sub>)

$$n = \frac{m}{M} = \frac{17}{17} = 1 \text{ mol}$$

• حساب عدد مولات النشادر (NH<sub>3</sub>) (M<sub>NH<sub>3</sub></sub>=14+3X1=17 g.mol<sup>-1</sup>)

$$n = \frac{m}{M} = \frac{28}{28} = 1 \text{ mol}$$

• حساب عدد مولات الآزوت (N<sub>2</sub>) (M<sub>N<sub>2</sub></sub>=14+14=28 g.mol<sup>-1</sup>)

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4}{4} = 1 \text{ mol}$$

• حساب عدد مولات الهيليوم (He) (M<sub>He</sub>=4 g.mol<sup>-1</sup>)

نستنتج:

يشغل مول واحد من أي غاز حجم ذاته في الشروط المتماثلة من الضغط ودرجة الحرارة، ويدعى بالحجم المولي V<sub>mol</sub>

$$V = V_{mol} \times n$$

حجم مول واحد من أي غاز في الشرطين النظاميين يساوي 22.4 L

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

ويسمى قانون افوغادرو

كن مثل الورد لا يفوح منك إلا الرائحة الطيبة

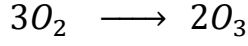
كن مفناحاً للخير مغلقاً للشئ | أ. شورش حسين

shorsh





**مسألة:** عيّنت من غاز الأكسجين  $O_2$  حجمها  $12.2\text{ L}$  وعدد مولاتها  $0.50\text{ mol}$  عند الضّغط  $1\text{ atm}$  ودرجة حرارة  $25^\circ\text{C}$  إذا تحوّل غاز الأكسجين  $O_2$  إلى غاز الأوزون  $O_3$  عند الضّغط ودرجة حرارة ذاتها المطلوب حساب: 1- عدد مولات غاز الأوزون الناتج. 2- حجم غاز الأوزون الناتج.



أكل: نكتب معادلة التحوّل

$$1- \text{ نحسب عدد مولات الأوزون } n = \frac{2 \times 0.5}{3} = \frac{1}{3} = 0.33\text{ mol}$$

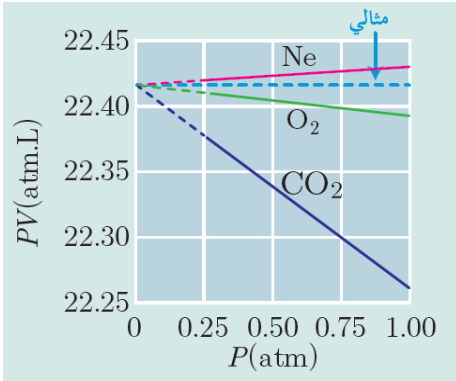
2- حساب حجم غاز الأوزون الناتج

$$\text{المعطيات } n_1=0.5\text{ mol} \quad n_2=0.33 \quad v_1=12.2\text{ L} \quad v_2=?$$

$$\text{حسب قانون افوغادرو } \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times n_2}{n_1} = \frac{12.2 \times 0.33}{0.5} = \frac{4.026}{\frac{1}{2}} = 2 \times 4.026 = 8.05\text{ L}$$

سؤال: ماهي الشروط الواجب توافرها في أي غاز ليكون غاز مثالي؟

1. انعدام قوى التجاذب بين جزيئاته
2. حجم جزيئات الغاز مهملة بالنسبة لحجم الوعاء الذي يحويه
3. التصادمات بين جزيئات الغاز تصادمات مرنة
4. تتحرك جزيئات الغاز حركة عشوائية



سؤال لديك الشكل الآتي أي من الغازات يسلك سلوك غاز مثالي؟

أجواب: يُلاحظ من الشكل أنّ غاز النيون يسلك سلوك غاز مثالي، في حين يُعتبر غاز  $CO_2$  يسلك سلوك غاز حقيقي.

### 5- قانون الغازات العام:

$$P.V = nR.T$$

ترتبط متحولات الغاز جميعها بقانون يُدعى "قانون الغازات العام" أو "معادلت الغاز المثالي"

$$P.V = nR.T$$

حيث  $R$ : ثابت الغازات العام

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

وفي عيّنة غازيّة يكون:

سؤال: احسب قيمة  $R$  لمول واحد من غاز في الشّطين النظاميين

$$R = \frac{P.V}{n.T} = \frac{1 \times 22.4}{1 \times 273} = 0.082\text{ L.atm.mol}^{-1}.k^{-1}$$

أكل:

$$R = \frac{P.V}{n.T} = \frac{10^5 \times 22.4 \times 10^{-3}}{1 \times 273} = 8.314\text{ m}^3.pa.mol^{-1}.k^{-1} = 8.314\text{ J.mol}^{-1}.k^{-1}$$

**سؤال :** يرتفع المنطار في أجو عند تسخين الهواء داخله ، أستنتج القانون الذي يعمل بموجب المنطار ، وأفسر ذلك.

$$P.V = nR.T$$

**أكل :** من قانون الغازات العام

$$n = \frac{P.V}{R.T}$$

نعزل  $n$  نجد :

$$\frac{n}{V} = \frac{P.V}{R.T.V}$$

نقسم الطرفين على  $V$  نجد

$$\frac{n}{V} = \frac{P}{R.T}$$

نعلم أن  $n = \frac{m}{M}$  نعوض في العلاقة السابقة نجد :

$$\frac{m}{M.V} = \frac{P}{R.T}$$

نعزل الطرفين ب  $M$  نجد :

$$\frac{m}{V} = \frac{P.M}{R.T}$$

نعلم أن  $d = \frac{m}{V}$  نعوض نجد :

$$d = \frac{P.M}{R.T}$$

يؤدي تسخين الهواء داخل المنطار إلى نقصان كثافته لتصبح أقل من كثافة الهواء المحيط به ، مما يؤدي إلى ارتفاعه. تتناسب كثافة الغاز طرأً مع ضغطه وكثافته المولية ، وعكساً مع درجة حرارته.

### قانون دالتون والضغوط الجزئية :

**سؤال :** على ماذا ينص قانون دالتون في الغازات أكتب العلاقة الرياضية المعبرة عن القانون؟

**الجواب :** قانون دالتون : الضغط الكلي طرئ غازي يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له.

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

**سؤال :** أستنتج عبارة الضغط الكلي طرئ مكوّن من ثلاث غازات مختلفت بثبات درجة الحرارة والحجم.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3$$

**أكل :** من قانون دالتون نجد :

يعطى ضغط كل غاز وفق القانون العام للغازات

$$P_1 = n_1 \frac{RT}{V}, \quad P_2 = n_2 \frac{RT}{V}, \quad P_3 = n_3 \frac{RT}{V}, \quad \text{نعوض في العلاقة السابقة نجد :}$$

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

$$P_t = (n_1 + n_2 + n_3) \frac{RT}{V} \quad \text{نخرج عامل مشترك نجد :}$$

$$\text{نعوض } n_1 + n_2 + n_3 = n_t \text{ نجد}$$

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

## علاقة الضغوط الجزئية بالكسور المولية:

سؤال: استنتج عبارة الضغط الكلي لطريق غازي بدلات الكسر المولي

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

$$P_1 = n_1 \frac{RT}{V}$$

$$\frac{P_1}{P_t} = \frac{n_1 \frac{RT}{V}}{n_t \frac{RT}{V}}$$

نقسم الضغط الجزئي على الضغط الكلي نجد:

$$\frac{P_1}{P_t} = \frac{n_1}{n_t}$$

نتيجة: ندعى النسبة  $\frac{n_i}{n_t}$  بالكسر المولي ويرمز له بالرمز  $X_i$  أي أن  $\frac{P_i}{P_t} = X_i$ 

$$P_i = X_i P_t$$

سؤال: عند رش كمية صغيرة من العطر في غرفة، لاحظ انتشار الرائحة في كامل أرجاء الغرفة، كيف أفسر ذلك؟

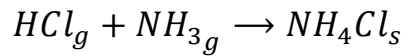
أكل: تنتشر الغازات في كل الاتجاهات بسبب الحركة العشوائية لجزيئاتها لتما أكبر الذي توجد فيه بشكل متجانس تقريباً.

سؤال: إذا وضعت عبوتان من محلول حمض كلور الماء المركر، ومحلول النشادر المركر بجانب بعضهما ثم تُرغ غطاء كل منهما وفق

الشكل الآتي:

أكل:

يلاحظ تشكل أخرة بيضاء بالقرب من عبوة حمض كلور الماء، وهذا يعني انتشار جزيئات غازي كلور الهيدروجين والنشادر خارج عبوتيهما، وتكوين ملح كلوريد الأمونيوم الأبيض وفق التفاعل الآتي:



سؤال: على ماذا ينص قانون غراهام أكتب القانون الرياضي المعبر عن القانون؟

أجواب: قانون غراهام: نسبت سرعتي انتشار غازين في وسط ضمن الشروط نفسها من ضغط ودرجة الحرارة تتناسب عكساً مع

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

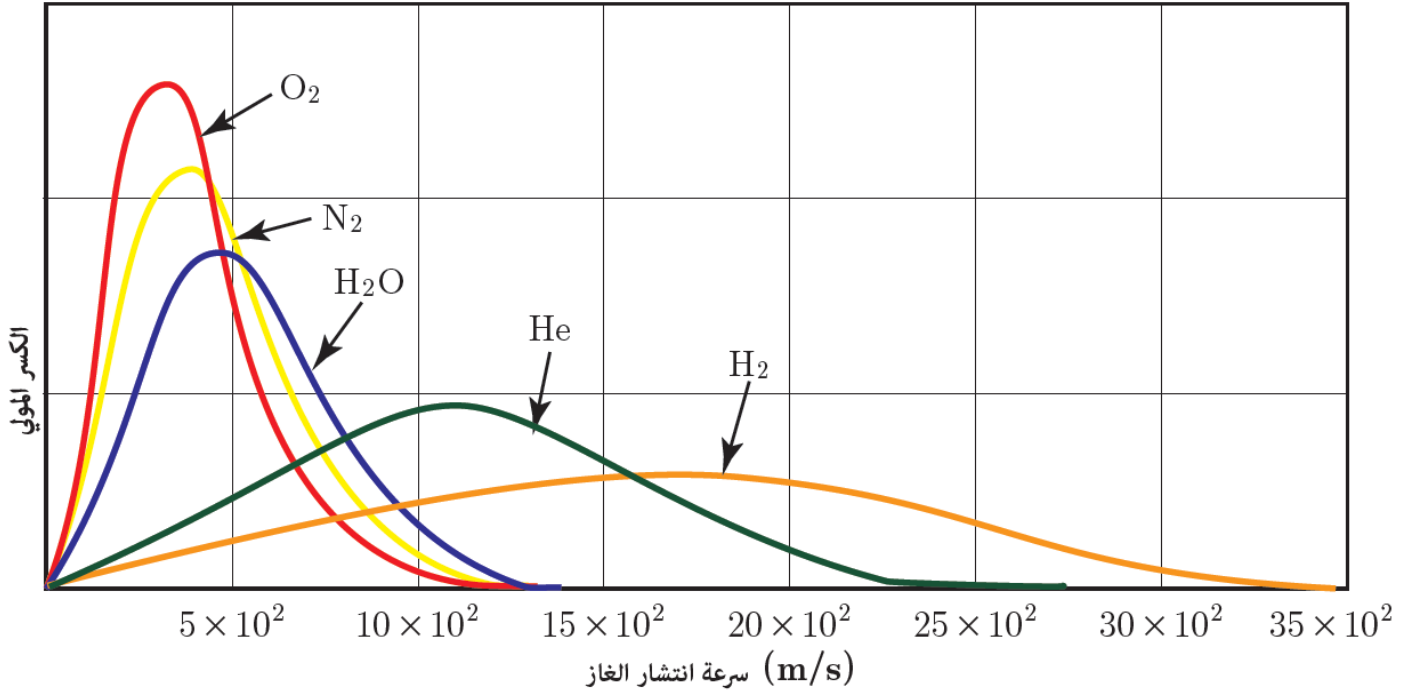
أجذر التربيعي لنسبة كتلتيهما المولية، ويعبر عنه بالعلاقة:

$v_1$  سرعة انتشار الغاز الأول،  $M_1$  الكتلة المولية للغاز الأول.

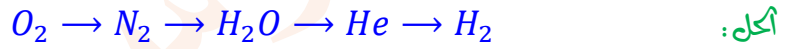
$v_2$  سرعة انتشار الغاز الثاني،  $M_2$  الكتلة المولية للغاز الثاني.



سؤال : الشكل المرسوم أدناه يمثل سرعة انتشار بعض الغازات بدلالة الكسر المولي لكل منها .



رتب هذه الغازات وفق ازدياد سرعة انتشارها



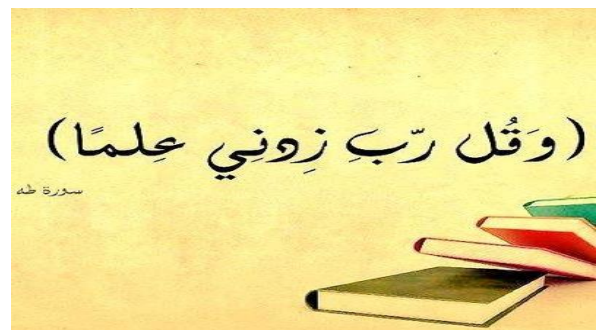
تزايد سرعة انتشار الغاز كلما نقصت كتلته المولية وفق قانون غراهام.

### النظرية أركيت للغازات :

سؤال : ما هي النقاط التي تتضمنها النظرية أركيت للغازات؟

أجواب :

1. عشوائية أركيت : تتحرك جزيئات الغاز بحركة عشوائية مسنمة وفق مسارات مستقيمة ضمن أكم الذي يشغله الغاز.
2. يهمل حجم جزيء الغاز مقابل حجم الغاز نتيجة تباعد أركيئات.
3. نهمل قوى التأثير المتبادل بين جزيئات الغاز.
4. لا يتغير متوسط الطاقة أركيت للجزيئات مرور الزمن ، وننقل الطاقة بين أركيئات من خلال التصادمات ، بشرط بقاء درجة أكرارة ثابتة ، وينتج ضغط الغاز نتيجة تصادم جزيئاته مع جدران الإناء الذي يحويه.
5. تزداد الطاقة أركيت لجزيئات الغاز بازدياد درجة أكرارة.



-نعوض قيمت R ثابت الغازات العام حسب وحدة المعطيات اذا كان الضغط معطى بوحدة الباسكال pa وأكجم  $m^3$  نعوض  $R=8.314$  ، واذا كان الضغط معطى بأجو atm ، وأكجم باللتر L نعوض  $R=0.082$  اي اذا كانت  $R=8.314$  يجب ان يحول الضغط الى pa وأكجم الى  $m^3$  واذا كانت  $R=0.082$  يجب ان يحول الضغط الى atm وأكجم الى لتر L

حساب عدد المولات اي غاز n

اما من العلاقة  $n = \frac{m}{M}$  ( إذا تم إعطاء كتلة الغاز )

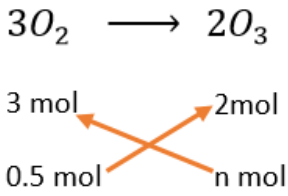
أو قانون الغازات العام  $n = \frac{P.V}{R.T}$  ( اذا توافرت جميع المعطيات درجة الحرارة وأكجم والضغط )

أو  $n = \frac{V}{V_{mol}} = \frac{V}{22.4}$  ( في حال الشرطين النظاميين )

أو  $n = \frac{\text{عدد جزيئات الغاز}}{\text{عدد افوغادرو}}$  ( في حال تم إعطاء عدد جزيئات الغاز )

أو طرقت أكساب الكيمياء من المعادلت (جاء الطرفين يساوي جءا الوسطين)

أو من علاقة الكسر المولي  $X_i = \frac{n_i}{n_t}$  ( في حال كان هناك مزيج غازي وتوفر الكسر المولي )



الشرطين النظاميين :

الضغط : 1 atm ودرجة الحرارة  $(T = 0^\circ C = 273 K)$  وأكجم ثابت L 22.4 لكل مول من الغاز

الضغط

حسب من القانون العام للغازات  $P = n \frac{R.T}{V}$

أو من قانون دالتون للضغوط الجزئية  $P_t = P_1 + P_2 + P_3$

أو من قانون بويل  $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$  أو قانون غاي-لوساك  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

الكسر المولي :

حسب بطريقتين أما  $X_i = \frac{n_i}{n_t}$  أو  $\frac{P_i}{P_t} = X_i$

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

نستخدم القانون

في حال تغيرت شروط المسائل

شروط نظامية

شروط المسألة

ملاحظة : عندما تعطى النسبة المئوية لغاز ما في مزيج غازي فإن هذه النسبة تعبر عن الكسر المولي لهذا الغاز.

وحدات أكجم :  $ml \xrightarrow{10^{-3}} l \xrightarrow{10^{-3}} m^3$

وحدات الضغط :  $kpa \xrightarrow{10^3} pa \xrightarrow{10^{-5}} atm$

$kpa \xrightarrow{10^{-2}} atm$

المدرس: شورش حسين

الوحدة الثانية: الغازات

الواضع في الكيمياء

مسألة 1: أحسب ضغط عيّنت من غاز النروجين عدد جزيئاتها  $3.011 \times 10^{23}$  في حوجلت حجمها  $3 \text{ L}$  عند الدرجة  $27^\circ\text{C}$ . مع العلم أن  $R=8.314 \text{ pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{k}^{-1}$  وعدد افوغادرو  $6.022 \times 10^{23}$

$$T = 273 + 27 = 300 \text{ K} \quad \text{أكل: المعطيات}$$

$$V = 3 \text{ L} \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \quad (\text{حولنا من لتر الى } \text{m}^3 \text{ لان وحدة R هي } \text{Pa} \cdot \text{m}^3)$$

$$n = \frac{\text{عدد جزيئات}}{\text{عدد افوغادرو}} = \frac{3.011 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}} = 0.5 \text{ mol} \quad \text{عدد المولات}$$

$$P = n \frac{R \cdot T}{V} = 0.5 \frac{8.314 \times 300}{3 \times 10^{-3}} = 0.5 \times 8314 \times 10^{+2} = 4157 \times 10^{+2} \text{ pa}$$

مسألة 2: غاز كثافته  $0.0847 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$  عند الدرجة  $17^\circ\text{C}$  والضغط  $1 \text{ atm}$  أحسب الكتلة المولية لهذا الغاز.

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

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

$$d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow M = \frac{d \cdot R \cdot T}{P} = \frac{0.0847 \times 0.082 \times 290}{1} = 2.01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

مسألة 3: غاز هيدروكربوني كثافته  $1.97 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  في الشراطين النظاميين، أحسب كتلته المولية

$$T = 273 \text{ K} \text{ و } P = 1 \text{ atm} \quad \text{شرطين نظاميين} \quad \text{أكل:}$$

$$M = \frac{d \cdot R \cdot T}{P} = \frac{1.97 \times 0.082 \times 273}{1} = 44.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

مسألة 4: أحسب الضغط الجزئي لغاز النروجين مقدراً بـ  $\text{atm}$  عند مستوى سطح البحر، إذا علمت أن نسبته  $78\%$  من مجمل الغازات المكوّنة للهواء

$$p_1 = x_1 p_t \Rightarrow p_1 = \frac{78}{100} \times 1 = 0.78 \text{ atm} \quad \text{أكل:}$$

مسألة 5: يستخدم غاز سداسي فلوريد اليورانيوم  $\text{UF}_6$  في عمليات تخصيب الوقود النووي في المفاعلات النووية. أحسب نسبة سرعة انتشار غاز الهروجين  $\text{H}_2$  إلى سرعة انتشار غاز سداسي فلوريد اليورانيوم.

$$\text{حيث } M_{\text{H}_2} = 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, \quad M_{\text{UF}_6} = 352 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\frac{v_{\text{H}_2}}{v_{\text{UF}_6}} = \sqrt{\frac{M_{\text{UF}_6}}{M_{\text{H}_2}}} \quad \text{أكل:}$$

$$\frac{v_{\text{H}_2}}{v_{\text{UF}_6}} = \sqrt{\frac{352}{2}} = 13.26$$



**مسألة 6:** يُحضّر مزيج غازيٌّ مؤلف من 5% بوتان و 95% أرغون، يملء وعاء مغلي من الهواء حجمه 40 L بغاز البوتان حتى يصبح الضغط 1 atm المطلوب حساب:

1- كتلة غاز الأرغون في المزيج السابق عند درجة حرارة 25°C

2- الضغط الكلي للمزيج النهائي.

(Ar:40, C:12, H:1)

أكل:

$$1 - \text{نحسب عدد مولات غاز البوتان من القانون العام للغازات } P = n \frac{RT}{V}$$

$$n = \frac{p \cdot v}{R \cdot T} = \frac{1 \times 40}{0.082 \times 298} = 1.63 \text{ mol}$$

نحسب نسبة غاز البوتان إلى نسبة غاز الأرغون  $\frac{n_{\text{بوتان}}}{n_{\text{ارغون}}} = \frac{5}{95} = \frac{1}{19}$

$$n_{\text{ارغون}} = 19 n_{\text{بوتان}} \Rightarrow n_{\text{ارغون}} = 19 \times 1.63 = 30.97 \text{ mol}$$

$$m = nM = 30.97 \times 40 = 1238.8 \text{ g}$$

كتلة غاز الأرغون

2- الضغط الكلي يساوي مجموع الضغوط الجزئية في المزيج:

$$P_t = (n_{\text{ارغون}} + n_{\text{بوتان}}) \frac{RT}{V}$$

$$P_t = (1.63 + 30.97) \frac{0.082 \times 298}{40} = 19.9 \text{ atm}$$

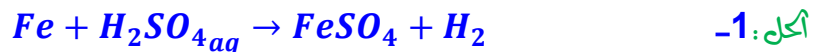
**مسألة 7:** منظار مليء بغاز الهيدروجين يستخدم مستكشف ليصل به إلى القطب الشمالي، وقد حصل على غاز الهيدروجين من خال تفاعل حمض الكبريت الممدد مع برادة أكسيد، فإذا كان حجم المنظار في الشرطين النظاميين  $4800 \text{ m}^3$ ، ونسبة غاز الهيدروجين الضائع المتسرب خلال عملية الماء 20% المطلوب:

1- اكتب معادلات التفاعل أكمل.

2- احسب كتلة أكسيد المستخدم.

3- احسب كتلة حمض الكبريت.

(H:1, O: 16, S: 32, Fe:56)



2- نحسب حجم غاز الهيدروجين اللازم لعملية التعبئة

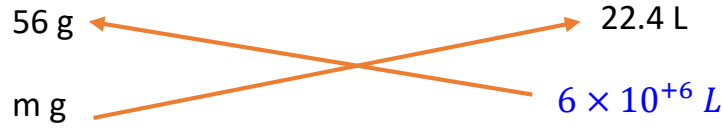
كل  $100 \text{ m}^3$  يتسرب منه  $20 \text{ m}^3$  أي يبقى  $80 \text{ m}^3$

لتعبئة  $80 \text{ m}^3$  يلزم أن نضخ  $100 \text{ m}^3$

لتعبئة  $4800 \text{ m}^3$  يلزم أن نضخ  $V \text{ m}^3$

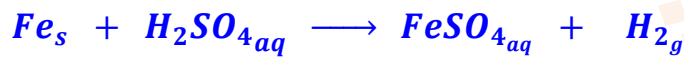
$$V = \frac{4800 \times 100}{80} = 6000 \text{ m}^3 \xrightarrow{\times 10^3} 6 \times 10^6 \text{ L}$$





$$m = \frac{56 \times 6 \times 10^6}{22.4} = 15 \times 10^6 \text{ g} \text{ كتلة حديد اللازمة}$$

3- حساب كتلة حمض الكبريت

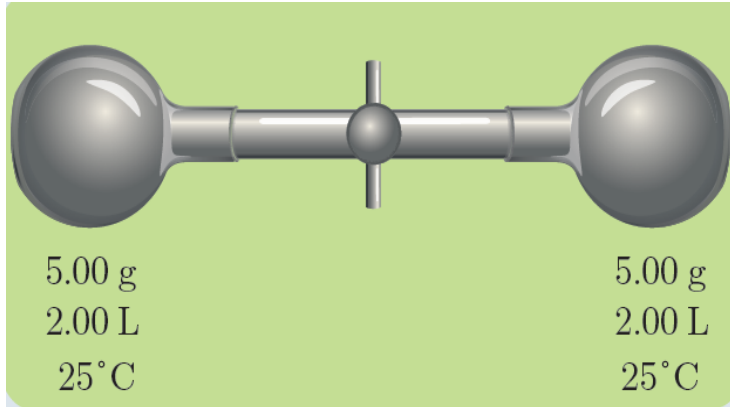


$$x = \frac{6 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 26.25 \times 10^6 \text{ g}$$

حساب الكتلة المولية

لحمض الكبريت

$$M = 2 \times 1 + 32 + 4 \times 16 = 98 \text{ g.mol}^{-1}$$



مسألة 8: يُمثل الشكل المطبوع حوالتين متماثلتين متصلتان

بعضهما بصمام، تحوي الحوالت الأولى غاز النشادر (الأمونيا)

$NH_3$  بينما تحوي الحوالت الثانية غاز كلور الهيدروجين  $HCl$

فإذا علمت أن حجم كل حوالت  $2.0 \text{ L}$  ودرجة

حرارتهم  $127^\circ C$  وكتلت كل من الغازين  $5.00 \text{ g}$  عند فتح

الصمام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلور الهيدروجين، وينتج ملح

كلوريد الأمونيوم الصلب، المطلوب:

1- اكتب المعادلات المعبرة عن التفاعل الكامل.

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.



2 - احسب عدد مولات كل من الغازين

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

$$M_{NH_3} = 14 + 3 = 17 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$n_{HCl} = \frac{m}{M} = \frac{5}{36.5} \approx 0.136 \text{ mol}$$

$$n_{NH_3} = \frac{m}{M} = \frac{5}{17} \approx 0.3 \text{ mol}$$

بما أن عدد مولات غاز النشادر أكبر من عدد مولات غاز كلور الهيدروجين فالنشادر هو الغاز المتبقي بعد انتهاء التفاعل  
 3- إن الضغط في نهاية التفاعل هو ضغط غاز النشادر المتبقي بحسب عدد مولات غاز النشادر المتبقية ونعوض في العلاقة العامة للغازات وبالتالي بحسب الضغط

$$n_{\text{نشادر متبقي}} = 0.3 - 0.136 = 0.164 \text{ mol}$$

$$T = 127 + 273 = 400 \text{ K} \quad (V = 2 + 2 = 4 \text{ L}) \quad \text{الآن نعوض في قانون العام للغازات}$$

$$P = n \frac{R.T}{V} = 0.164 \frac{0.082 \times 400}{4} = 1.3 \text{ atm}$$

4- كتلت كلوريد الأمونيوم الناتجة :  $HCl + NH_3 \rightarrow NH_4Cl_s$

$$1 \text{ mol} \quad 53.5 \text{ g}$$

$$0.136 \text{ mol} \quad Y \text{ g}$$

$$M_{NH_4Cl} = 14 + 4 + 35.5 = 53.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$Y = \frac{53.5 \times 0.136}{1} = 7.276 \text{ g}$$

مسألة 9: مزيج غازي في وعاء حجمه  $82 \text{ m}^3$  بجوي على  $32 \text{ Kg}$  من غاز الميثان  $CH_4$  و  $30 \text{ kg}$  من غاز الإيثان  $C_2H_6$  و  $88 \text{ Kg}$  من غاز البروبان  $C_3H_8$  وكمية من غاز مجهول فإذا علمت أن الضغط الكلي للوعاء  $1.8 \text{ atm}$  عند الدرجة  $27^\circ \text{C}$  احسب ما يلي:

1- الضغط الجزئي لكل غاز

2- عدد مولات الغاز المجهول

المعطيات:

حيث أن:  $C = 12, H = 1$

أكل:

$$V = 82 \times 10^3 \text{ L}$$

$$m_{CH_4} = 32 \times 10^3 \text{ gr}$$

$$m_{C_2H_6} = 30 \times 10^3 \text{ gr}$$

$$m_{C_3H_8} = 88 \times 10^3 \text{ gr}$$

$$T_{\text{cal}} = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

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

حيث نعوض في القانون العام للغازات لكل غاز

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

$$M_{CH_4} = 12 + 4 \times 1 = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{C_2H_6} = 2 \times 12 + 6 \times 1 = 30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{C_3H_8} = 3 \times 12 + 8 \times 1 = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$PV = nRT$$

$$P_{CH_4} = \frac{m_{CH_4} R.T}{M_{CH_4} \cdot V} = \frac{32 \times 10^3 \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{16 \times 82 \times 10^3} = 6 \times 10^{-1} \text{ atm}$$

$$P_{C_2H_6} = \frac{m_{C_2H_6} R.T}{M_{C_2H_6} \cdot V} = \frac{30 \times 10^3 \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{30 \times 82 \times 10^3} = 3 \times 10^{-1} \text{ atm}$$

$$P_{C_3H_8} = \frac{m_{C_3H_8} RT}{M_{C_3H_8} \cdot V} = \frac{88 \times 10^3 \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{44 \times 82 \times 10^3} = 6 \times 10^{-1} \text{ atm}$$

حساب  $P_x$  نستخدم العلاقة دالتون للضغوط الجزئية:

$$\begin{aligned} P_t &= P_{CH_4} + P_{C_2H_6} + P_{C_3H_8} + P_x \\ P_x &= P_t - (P_{CH_4} + P_{C_2H_6} + P_{C_3H_8}) \\ P_x &= 18 \times 10^{-1} - (6 + 3 + 6) \times 10^{-1} \\ &= (18 - 15) \times 10^{-1} \\ &= 3 \times 10^{-1} atm \end{aligned}$$

حسب عدد المولات:

$$n_x = \frac{P_x \cdot V}{R \cdot T} = \frac{3 \times 10^{-1} \times 82 \times 10^3}{82 \times 10^{-3} \times 300} = 10^3 mol$$

**مسائل 10:** يتم تخزين الغازات في حاويات معدنية تتحمل الضغط العالي، فإذا علمت أن ضغط غاز الأكسجين يساوي **300 Kpa** داخل حاوية حجمها  $82 \times 10^{-3} L$  عند الدرجة  $27^\circ C$ ، المطلوب حساب:

- 1- عدد مولات وكتلة غاز الأكسجين داخل الحاوية.
- 2- ضغط الغاز إذا نقل إلى حاوية أخرى حجمها  $4 \times 10^{-3} L$  عند درجة حرارة  $127^\circ C$ .

المعطيات:

$$T = 27 + 273 = 300 K$$

$$P = 300 \times 10^3 \times 10^{-5} = 3 atm$$

$$V = 82 \times 10^{-3} L$$

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

الحل:

$$n_{O_2} = \frac{P_{O_2} V}{RT} = \frac{3 \times 82 \times 10^{-3}}{82 \times 10^{-3} \times 300} = 10^{-2} mol$$

$$\begin{aligned} m &= n \cdot M \\ &= 10^{-2} \times 2 \times 16 = 32 \times 10^{-2} gr \end{aligned}$$

حساب ضغط الغاز:

$$\begin{aligned} \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} \\ P_2 &= \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 V_2} = \frac{3 \times 82 \times 10^{-3} \times 400}{300 \times 4 \times 10^{-3}} = 82 atm \end{aligned}$$

تفكير ناقد:

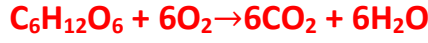
يصل مدى الصوت في الأماكن الباردة إلى مسافات بعيدة جداً في حين تتناقص المسافات التي يصلها إذا ارتفعت درجة الحرارة،

فسر ذلك

**الحل:** الهواء البارد أكثر كثافة من الهواء الساخن مما يؤدي إلى زيادة تماسك جزيئات الهواء وبالتالي ينتشر الصوت فيه

مسافات أبعد.

مسألة 11: يستمد جسم الإنسان الطاقة اللازمة للقيام بوظائفه أكيويت من تأكسد سكر العنب وفق المعادلت الآتية:



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

1- حجم غاز  $CO_2$  المنطلق نتيجة أكسدة  $1.8 \text{ g}$  من سكر العنب في جسم الإنسان، عند درجة حرارة  $37^\circ C$  والضغط  $82 \times 10^{-3} \text{ atm}$

2- عدد مولات وحجم غاز الأوكسجين اللازم لأكسدة  $30 \text{ g}$  من سكر العنب عند الضغط  $82 \times 10^{-3} \text{ atm}$  ودرجة الحرارة  $298K$

المعطيات:

$$T = 37 + 273 = 310 \text{ K}$$

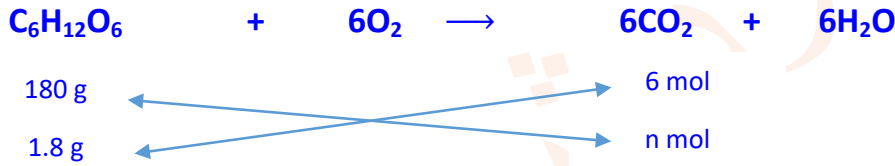
$$P = 82 \times 10^{-3} \text{ atm}$$

$$m = 1.8 \text{ g}$$

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

أكل:

1- نحسب عدد مولات غاز  $CO_2$ :



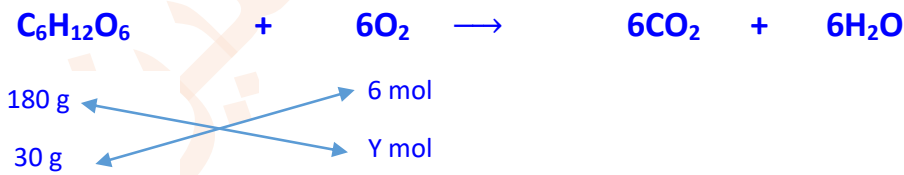
$$n = \frac{6 \times 1.8}{180} = 6 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{6 \times 10^{-2} \times 82 \times 10^{-3} \times 310}{82 \times 10^{-3}} = 186 \times 10^{-1} L$$

$$M_{C_6H_{12}O_6} = 6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2- نحسب عدد مولات الأوكسجين:



$$Y = \frac{6 \times 30}{180} = 1 \text{ mol}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 82 \times 10^{-3} \times 298}{82 \times 10^{-3}} = 298 L$$

حاول أن تكتشف كل شيء من حولك وبنفسك دون أن تقلد الآخرين

. شورش حسين



اعتبر نفسي :

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- جوي وعاء مغلق حجمه 18 L جوي غاز الأرجون عند الدرجة 360K والضغط 2 atm ، فيكون عدد مولات الغاز مساوياً :

- 0.12 mol -a  
0.82 mol -c  
1.21 mol -b  
83.14 mol -d

التفسير :

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{2 \times 18}{0.082 \times 360} = 1.21 \text{ mol}$$

2- يرداد ضغط غاز موجود في وعاء مغلق عند :

- a زيادة حجم الوعاء  
-b زيادة عدد الجزيئات  
-c نقصان درجات الحرارة  
-d تغيير نوع الغاز

التفسير :

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

(تناسب طردي مع عدد الجزيئات)

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

- a حجمه 22.4 L جوي مول واحد من الغاز  
-b حجمه 22.4 L جوي مولين من الغاز  
-c حجمه 11.2 L جوي مولين من الغاز  
-d حجمه 11.2 L جوي مول واحد من الغاز

التفسير :

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

(تناسب طردي مع المولات وعكس مع الحجم ولكي يكون الضغط أكبر يجب زيادة عدد المولات وتقليل الحجم)

4- تشغل عينة غازية حجماً قدره 30mL عند الدرجة 25°C وضغط ثابت ، إذا سخنت العينة إلى الدرجة 50°C :

- 60 mL -a  
15 mL -c  
27.5 mL -b  
32.3 mL -d

التفسير :

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{30}{25} = \frac{V_2}{50} \Rightarrow V_2 = \frac{1500}{25} = 32.3 \text{ mL}$$

5- مزيج غازي جوي على 2mol من النروجين و 4 mol من الأكسجين عند ضغط 0.98 atm . إذا استبدل المزيج بـ 6 mol من الأكسجين تكون قيمة الضغط الناتج :

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

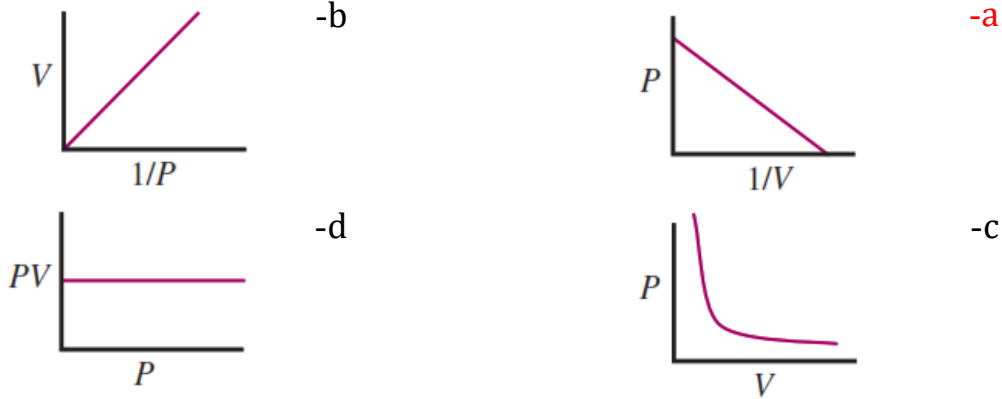
التفسير :

(عدد المولات الكلية لم يتغير وبالتالي الضغط يبقى نفسه)



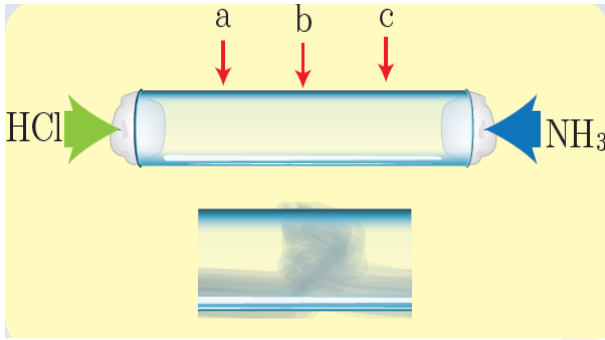
أجب عن الأسئلة الآتية:

1- أي من أخطوط البياني الآتية لا يمثل قانون بويل، بفرض ثبات درجة الحرارة وعدد المولات؟ فسّر إجابتك.



التفسير:

أخط البياني [P (a) بدلا من  $1/V$ ] لا يمثل قانون بويل لأن ميل المستقيم سالب ويجب أن يكون أخط البياني مستقيم مع ميل موجب بدءاً من الصفر، حيث  $PV = \text{const}$  (أخطوط الثلاثة البقية صحيحة).

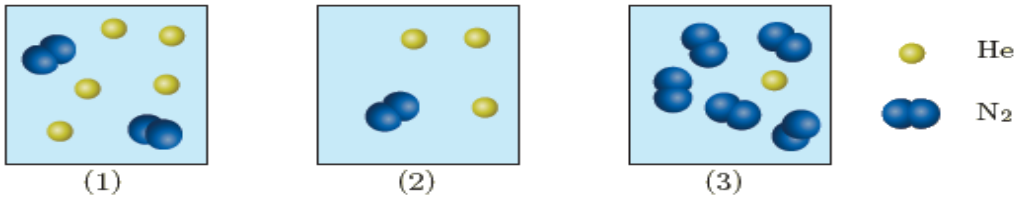


2- يُملأ أنبوب زجاجي طوله 1m بغاز الأرجون عند الضّغط 1 atm، ويغلق طرفيه بالعطن كما في الشكل الملبور: يسخن غاز HCl من أحد طرفيه، وغاز NH<sub>3</sub> من الطرف الآخر في الوقت ذاته. يتفاعل الغازان ضمن الأنبوب الزجاجي لينتكون ملح NH<sub>4</sub>Cl الصّلب، في أيّ نقطت a أو b أو c تتوقع أن يتكوّن هذا الملح، ولماذا؟

أجواب:

ينتكون ملح كلوريد الأمونيوم في النقطت a أي من الجهت الأقرب لـ HCl، لأن سرعة انتشار غاز الأمونيا أكبر من سرعة انتشار غاز كلور الهيدروجين حسب قانون غراهام لأن الكتل الموليت للأمونيا أصغر من الكتل الموليت لغاز كلور الهيدروجين.

3- يمثل الشكل الآتي عينات غازية:



إذا علمت أن هذه العينات موجودة عند درجة حرارة ذاتها، رتب هذه العينات حسب:

1- تزايد الضّغط الكليّ.

2- تزايد الضّغط الجزيئي للهليوم.

أكل:

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

2- الضّغط الجزيئي للهليوم يتعلق بعدد ذرات الهليوم وبالتالي يزداد الضّغط من الشكل 3 ثم الشكل 2 فالشكل 1.

## سرعة التفاعلات الكيميائية

## الدرس الأول

تصنيف التفاعلات الكيميائية: (سريعة - بطيئة - بطيئة جداً)

سؤال: صنف التفاعلات الآتية من حيث السرعة إلى: (سريعة - بطيئة - بطيئة جداً)

تشكل النفط والغاز

احتراق غاز البوتان

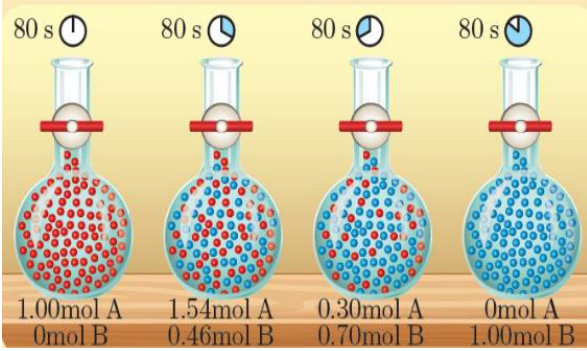
صدأ الحديد

أكل:

سريعة: احتراق غاز البوتان

بطيئة: صدأ الحديد

بطيئة جداً: تشكل النفط والغاز

مفهوم سرعة التفاعلات الكيميائية (السرعة الوسطية  $v_{avg}$ )يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:  $A_g \rightarrow B_g$  في وعاء حجمه 1L، وسجلت النتائج في الجدول الآتي:

الزمن s	A (mol)	B (mol)
0	1.00	0
20	0.54	0.46
40	0.30	0.70
80	0.00	1.00

اعتماداً على النتائج المدونة في الجدول السابق:

- 1- أحسب تركيز كل من المادتين A و B عند الأزمنة (0, 20, 40 s).
- 2- أحسب تغير تركيز كل من المادتين A و B خلال تغير الزمن من (0 ← 20) ومن (20 ← 40).
- 3- أمثل بيانياً تغير تركيز كل من المادتين A و B خلال سير التفاعل، ماذا أسنتج؟

ملاحظات: نحسب التركيز من العلاقة  $C_{mol.l^{-1}} = \left[ \quad \right] = \frac{n}{v}$  حيث n: عدد المولات و v: الحجم باللتر

تركيز المادة A

$$[A] = \frac{n}{V} = \frac{1}{1} = 1 \text{ mol.l}^{-1}$$

عند الزمن 0 s

$$[A] = \frac{n}{V} = \frac{0.54}{1} = 0.54 \text{ mol.l}^{-1}$$

عند الزمن 20 s

$$[A] = \frac{n}{V} = \frac{0.3}{1} = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$$

عند الزمن 40 s

تركيز المادة B

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

عند الزمن 0 s

$$[B] = \frac{n}{V} = \frac{0.46}{1} = 0.46 \text{ mol.l}^{-1}$$

عند الزمن 20 s

$$[A] = \frac{n}{V} = \frac{0.3}{1} = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$$

عند الزمن 40 s

الزمن t(s)	0	20	40
تركيز المادة A (mol.L <sup>-1</sup> )	1.00	0.54	0.30
تركيز المادة B (mol.L <sup>-1</sup> )	0	0.46	0.70

تغير تركيز المادة A خلال الزمن من ( 20 ← 0 ) :

$$\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{[A]_2 - [A]_1}{t_2 - t_1} = \frac{0.54 - 1}{20 - 0} = -\frac{0.56}{20} = \frac{-0.56}{2 \times 10} = \frac{-0.23}{10} = -0.023 \text{ mol.L}^{-1} . \text{S}^{-1}$$

تغير تركيز المادة A خلال الزمن من ( 40 ← 20 ) :

$$\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{[A]_3 - [A]_2}{t_3 - t_2} = \frac{0.3 - 0.54}{40 - 20} = \frac{-0.24}{20} = \frac{-0.24}{2 \times 10} = \frac{-0.12}{10} = -0.012 \text{ mol.L}^{-1} . \text{S}^{-1}$$

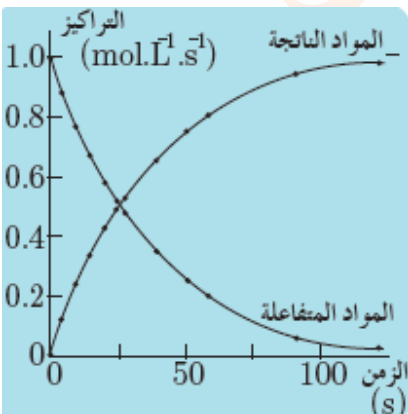
**سؤال: علل** قيمت تغير تركيز المواد المتفاعلة بالنسبة لتغير الزمن سالبت؟ لأن التراكيز في تناقص مستمر.

تغير تركيز المادة B خلال الزمن من ( 20 ← 0 ) :

$$\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{[B]_2 - [B]_1}{t_2 - t_1} = \frac{0.46 - 0}{20 - 0} = \frac{0.46}{2 \times 10} = \frac{0.23}{10} = +0.023 \text{ mol.L}^{-1} . \text{S}^{-1}$$

تغير تركيز المادة B خلال الزمن من ( 40 ← 20 ) :

$$\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{[B]_3 - [B]_2}{t_3 - t_2} = \frac{0.7 - 0.46}{40 - 20} = \frac{0.24}{20} = \frac{0.24}{2 \times 10} = \frac{0.12}{10} = +0.012 \text{ mol.L}^{-1} . \text{S}^{-1}$$

**سؤال: علل** أن قيمت تغير تركيز المواد المتفاعلة بالنسبة لتغير الزمن موجبت؟ لأن التراكيز في تزايد مستمر.يعبر تغير تركيز المادة A بتغير الزمن عن السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A، ويُرمز لها  $v_{avg}(A)$ .يعبر تغير تركيز المادة B بتغير الزمن عن السرعة الوسطية لتشكيل المادة B، ويُرمز لها  $v_{avg}(B)$ .

نستنتج:

- السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادة (A) المتفاعلة  $v_{avg}(A) = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$  ، والسّرعة الوسطيّة لتشكّل المادة (B) النّاتجة  $v_{avg}(B) = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$
- $v_{avg}(A) = v_{avg}(B)$  بسبب تساوي عدد المولات لكلّ منهما ، ويُعبّر عن سرعة التفاعل الوسطيّة للتفاعل السابق  $v_{avg} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$

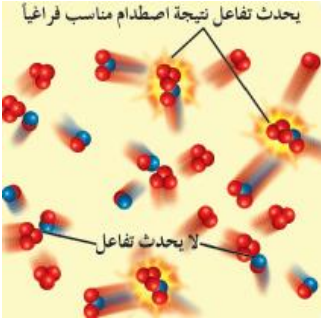
تعميم:

في وسط متجانس لدينا التفاعل الكيميائي العامّ الآتي:  $m A + n B \rightarrow p C + q D$  حيث  $m, n, p, q$  عدد المولات في المعادلات المتوازنة علاقت السّرعة الوسطيّة لتفاعل كيميائي:

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

$$v_{avg} = -\frac{1}{m} v_{avg}(A) = -\frac{1}{n} v_{avg}(B) = \frac{1}{p} v_{avg}(C) = \frac{1}{q} v_{avg}(D) \square$$

سؤال: نقوم نظريّة التصادم على فرضيتين ما هما؟



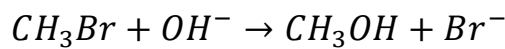
- 1- حدوث تفاعل كيميائيّ يجب أن تتصادم دقائق المواد المتفاعلة (جزيئات أو ذرات أو أيونات) مع بعضها.
- 2- التصادم شرطاً لازماً وغير كافٍ لحدوث التفاعل، حيث يوجد تصادمات فعّالة وأخرى غير فعّالة.

سؤال: حتّى يكون التصادم فعّالاً لا بدّ من توافر شرطين أذكر الشرطين:

- أن تأخذ دقائق المواد المتفاعلة وضعاً فراغياً مناسباً.
- أن تمتلك دقائق المواد المتفاعلة كدراً الأدنى من الطّاقة اللّازمة لحدوث التفاعل (طاقة التّشبيط).

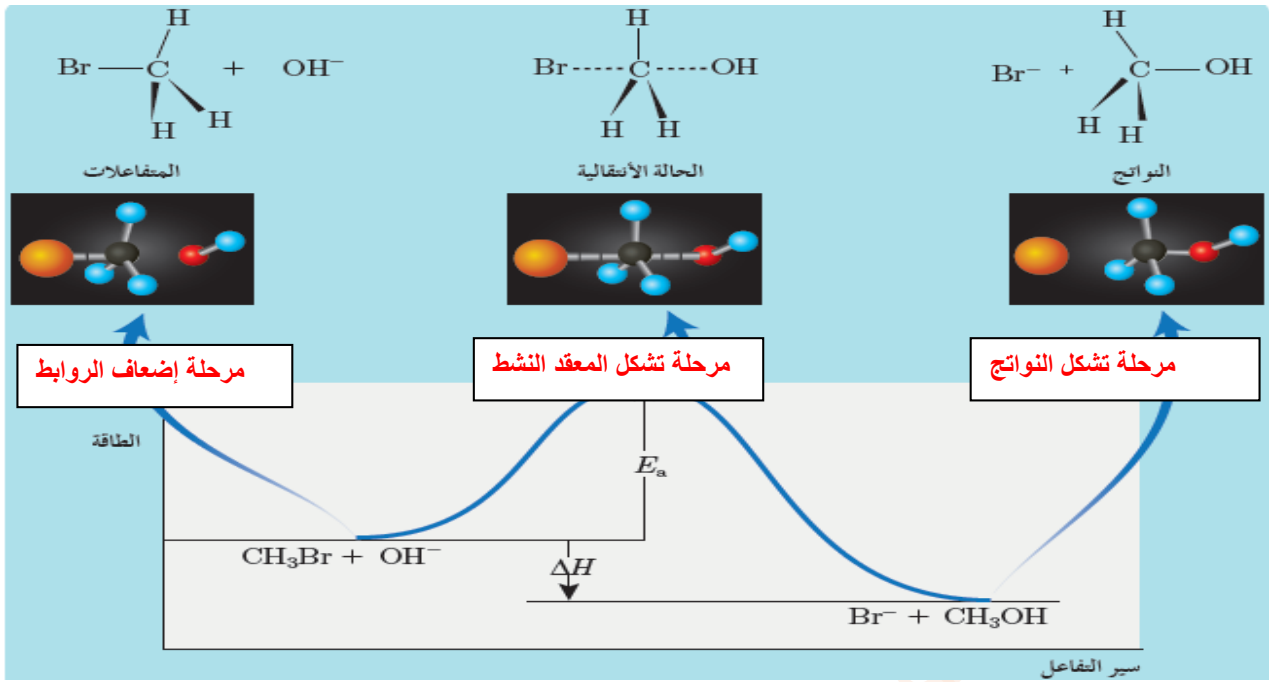
سؤال:

الاحظ المتخطط المعبّر عن تغيّر الطّاقة خلال سير التفاعل، وأحدّد المراحل التي يمرّ بها التفاعل الآتي:



أو ماهي مراحل حدوث التفاعل الكيميائي؟





أكل:

تمرّ التفاعلات الكيميائية التي تحتاج إلى طاقة تنشيط بالمرحلت الآتية:

1- إضعاف روابط جزيئات المواد المتفاعلة.

2- تشكل أكالت الانتقالية أو ما يسمّى المعقد النشط.

3- تفكك المعقد النشط، وتشكل النواتج.

**سؤال:** ماذا يقصد بالمعقد النشط وطاقت التنشيط وبماذا يتعلق طاقت التنشيط

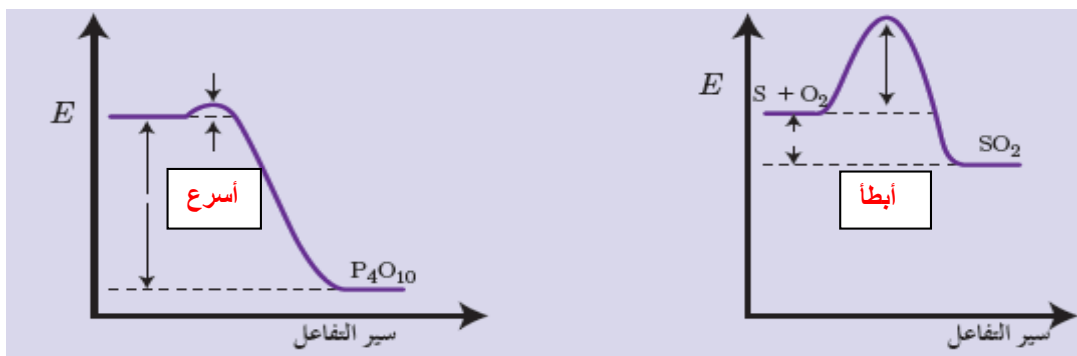
المعقد النشط: مركب مرحلي غير ثابت يتشكل آنياً، ولا يمكن فصله من المزيج التفاعلي.

طاقت التنشيط: هي أكد الأدنى من الطاقه الواجب توافره لوصول طاقت المواد المتفاعلة إلى أكالت الانتقالية.

تتعلق طاقت التنشيط بطبيعت المواد المتفاعلة.

**سؤال:**

الاحظ المعططين البيانيين الآتيين:



نستنتج:

- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تكون سريعة، (علل ذلك) لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون كبيراً.
- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط كبيرة تكون بطيئة، (علل ذلك) لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون صغيراً.

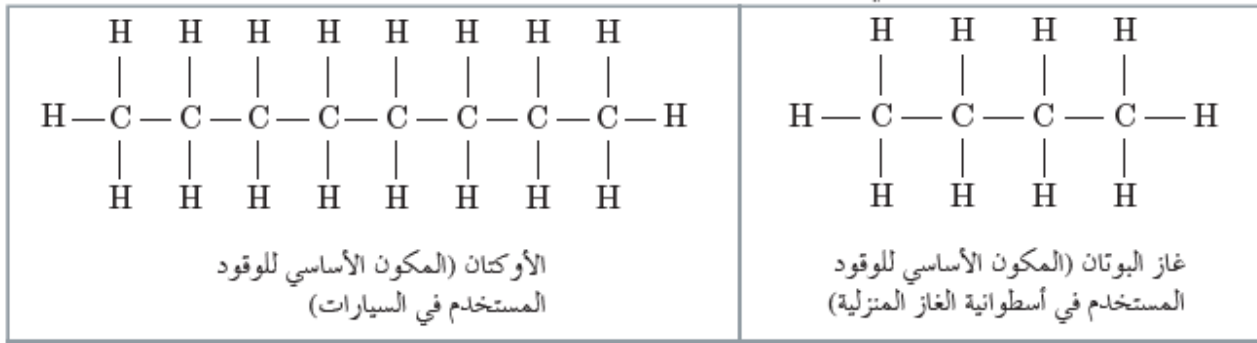
## العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

تؤثر في سرعة التفاعل مجموعة من العوامل:

## 1- طبيعة المواد المتفاعلة:

سؤال:

ما عدد الروابط (C - H , C - C) في كل من المركبين الآتيين:

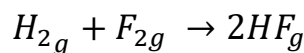
C-H  
.....18.....C-C  
.....7..C-H  
.....10...C-C  
.....3....

أحد أي المركبين السابقين يتفوق بسرعة أكبر؟ **الجواب** غاز البوتان يتفوق بسرعة أكبر لان عدد الروابط في المركب أقل  
نستنتج:

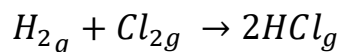
سرعة احتراق البوتان أكبر من سرعة احتراق الأوكتان. (أي كلما قلت عدد الروابط يحدث التفاعل بشكل أسرع)

سؤال:

يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الفلور بسرعة كبيرة تصل إلى حد الانفجار في الدرجات العادية من الحرارة ووفق المعادلة:



يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الكلور ببطء في الدرجات العادية من الحرارة ووفق المعادلة:





ما سبب اختلاف سرعتي التفاعلين السابقين؟ علماً أن:

$$\Delta H_b(H-H) = 435 \text{ KJ.mol}^{-1}, \Delta H_b(Cl-Cl) = 243 \text{ KJ.mol}^{-1}$$

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

أجواب السبب هو قيمة طاقة الرابطة كلما كانت طاقة الرابطة قليلة كان التفاعل أسرع

نستنتج:

ترداد سرعة التفاعل الكيميائي كلما قلت قيمة طاقة روابط المواد المتفاعلة.

## 2- درجة الحرارة

سؤال علل ترداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة؟ تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط، فيتراد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تتراد سرعة التفاعل

## 3- تأثير الوسيط:

سؤال عرفه الوسيط واذكر نوعه ودوره في التفاعل

الوسيط: مادة تُغيّر من سرعة التفاعل الكيميائي القابل للحدوث دون أن يتغير تركيبها الكيميائي في نهايت

التفاعل، ويُقسّم الوسيط إلى مسرع للتفاعل يُدعى حفّاز، ومبطئ للتفاعل يُدعى مثبّط.

مثال تُحفظ الأغذية المعلّبة لفترة زمنية طويلة دون أن تفسد (علل ذلك) بسبب إضافة موادّ حافظت إليها تُبطئ سرعة تفاعل تحللها. (تعمل كمثبّط لتفاعل التحلل)

سؤال: يتفكك الماء الأكسجيني ببطء وفق المعادلة الآتية:  $H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(L) + O_2(g)$  تتراد سرعة تفكك الماء الأكسجيني عند إضافة حفّاز (أيونات البروم - Br في وسط حمضي)، فسر ذلك.

أجل: لأنّ الحفّاز يعمل على تغيير آليات حدوث التفاعل وفق تفاعلات طاقة تنشيطها أقلّ من طاقة تنشيط التفاعل الأصلي

سؤال: ما هو دور الأنزيمات في التفاعلات داخل جسم الكائن الحي؟

أجواب: تلعب الأنزيمات دور المحفّر أو المثبّط في ضبط التفاعلات الكيميائية داخل جسم الكائن الحي، والتي تُحدّث جميعها بشكل دقيق للحفاظ على حياته واستمرار بقائه

## 4- تأثير التركيز:

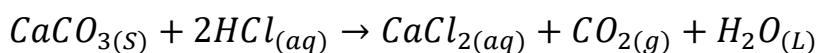
سؤال: ماهي أنواع التفاعلات الكيميائية؟

أجواب: تميّز نوعين من التفاعلات:

تفاعلات متجانسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في طور واحد مثال  $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$  في هذه الحالة تتراد سرعة التفاعل بزيادة أحد تركيزي الهيدروجين أو الكلور أو كليهما.

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

سؤال: يتفاعل حمض كلور الماء مع قطعة من كربونات الكالسيوم وفق المعادلة الآتية:

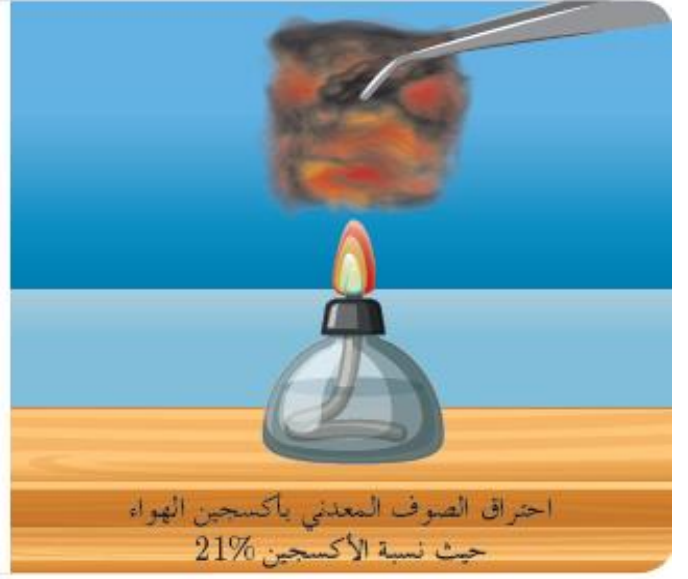


كيف يمكن زيادة سرعة هذا التفاعل؟

**أكل:** ملاحظت من أجل زيادة سرعة التفاعل إذا كانت اامادة سائلت نزيد التركيز أما إذا كانت صلبت نزيد مساحت السطح أي نجعلها على شكل مسحوق

- ترداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز حمض كلور الماء.
- تحويل قطع كربونات الكالسيوم إلى مسحوق، فيزداد سطح كربونات الكالسيوم المعرض للتفاعل.

**سؤال:** توضع الصّورنان الآتيتان احتراق كتلتين متساويتين من الصّوف المعدنيّ بالأكسجين:



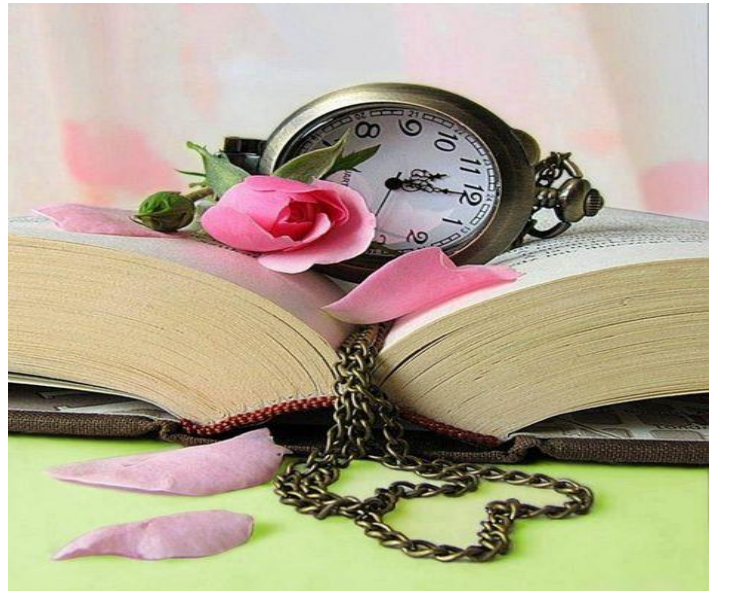
أيّ التفاعلين أسرع؟ فسّر إجابتك؟ التفاعل في حالة نسبة الأكسجين 100% أسرع لأنه كلما ازداد تركيز المواد المتفاعلة يزداد سرعة التفاعل

**سؤال:** يتفاعل حمض الكبريت الممدّد مع قطع حديد، اقترح طريقتين لزيادة سرعة هذا التفاعل..

**أجواب:** 1- بزيادة تركيز حمض الكبريت 2- يجعل أكسيد على شكل مسحوق (برادة أكسيد) لزيادة مساحت السطح

لديك الوقت الكافي  
والوافي لتحقيق ما تريد،  
فقط يتطلب منك الأمر  
تنظيم هذا الوقت

أ. شورش حسين



## قانون سرعة التفاعل اللحظية:

## 1- حساب السرعة اللحظية بيانياً:

يتفاعل 1-كلورو البوتان مع الماء وفق المعادلة الآتية  $C_4H_9Cl_{(aq)} + H_2O_{(L)} \rightarrow C_4H_9OH_{(aq)} + HCl_{(aq)}$  يبين الجدول تركيز 1-كلورو البوتان خلال لحظات محددة من زمن سير التفاعل:

الزمن (S)	$(C_4H_9Cl) mol . l^{-1}$
0.0	0.10
100	0.08
200	0.06
300	0.05
400	0.04
500	0.03
800	0.02
1000	0

أرسم المنحنى البياني لتغير تركيز كلورو البوتان بدلالة تغير الزمن، وأحسب ميل المماس عند كل من للحظتين  $t = 600 S$

$$t = 0 s$$

$$\text{الميل} = \frac{\text{فرق الـ } (y_2 - y_1)}{\text{فرق الـ } (x_2 - x_1)}$$

أكل:

عند بدايت التفاعل  $t = 0$

$$\begin{aligned} \text{ميل المماس} &= \frac{(0.060 - 0.100)}{200 - 0} \\ &= -2 \times 10^{-4} mol . l^{-1} . S^{-1} \end{aligned}$$

في اللحظة  $t = 600$

$$\text{ميل المماس} = \frac{(0.017 - 0.042)}{800 - 400} = -6.3 \times 10^{-5} mol . l^{-1} . S^{-1}$$

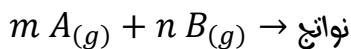
نستنتج:

تمثل قيمة ميل المماس عند لحظة محددة قيمة السرعة اللحظية للتفاعل.

\* كحساب السرعة اللحظية يقاس تغير التركيز خلال أزمنة صغيرة جداً ليصبح قانون السرعة للمواد المتفاعلة

$$v = + \frac{dc}{dt} \text{ وللمواد الناتجة } v = - \frac{dc}{dt}$$

سؤال يحدث عند درجة حرارة ثابتة التفاعل الكيميائي الممثل بالمعادلة الكيميائية الآتية:



اكتب عبارة السرعة للتفاعل بماذا يتعلق ثابت السرعة

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

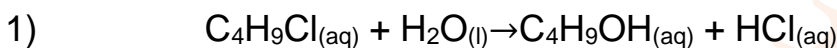
K: ثابت سرعة التفاعل، وتتعلق قيمته بطبيعة المواد المتفاعلة، ودرجة الحرارة.

نتيجة: في التفاعل الأولي تتناسب سرعة التفاعل اللحظية طرأ مع جداء تراكيز المواد المتفاعلة، مرفوع كل منها لأس يساوي

$$v \sim [A]^m \times [B]^n \Rightarrow v = K [A]^m \times [B]^n \text{ عدد الأمثال التفاعلية (عدد المولات).}$$

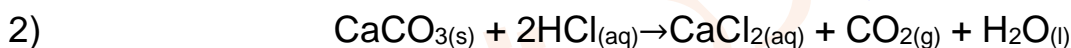
$$[A], [B]: \text{ تراكيز المواد المتفاعلة واحدها } mol \cdot l^{-1} \quad v: \text{ سرعة التفاعل اللحظية واحدها } mol \cdot l^{-1} \cdot s^{-1}$$

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



$$v = k[C_4H_9Cl] \text{ أكل}$$

لم يدخل تركيز الماء في عبارة سرعة التفاعل لأنه (مُحل) وتركيزه ثابت.



$$v = k[HCl]^2 \text{ أكل}$$

ثم استبعاد تركيز كربونات الكالسيوم لأنه صلب تركيزه ثابت، وتم رفع قيمة التركيز للأس 2 لأن الأمثال المولية تساوي 2



$$v = k[SO_2]^2 \cdot [O_2] \text{ أكل}$$

كلًا من ثنائي أكسيد الكبريت والأكسجين غاز، وتتعلق السرعة بتغير تركيزهما

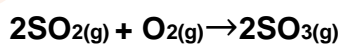


$$v = k \text{ أكل}$$

تفاعل من الرتبة صفر، لا تتعلق بتركيز كل من الكربون والكبريت (مواد صلبة).

رتبة التفاعل: مجموع أسس تراكيز المواد المتفاعلة في عبارة سرعة التفاعل.  $v = k[A]^x \cdot [B]^y$

$$x + y = \text{رتبة التفاعل}$$



مثال ماهي رتبة التفاعل الاتي

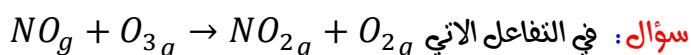
$$v = k[SO_2]^2 \cdot [O_2] \text{ أكل: نكتب عبارة السرعة } \text{نجمع الأسس نجد } 2+1=3 \text{ فالتفاعل من المرتبة الثالث}$$

سؤال ما هو التفاعلات الأولية؟

أجواب: تفاعلات تتوافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلات التفاعل المعطاة. مثال (المعادلة السابقة)

سؤال ماهي التفاعلات غير الأولية: أجواب: تفاعلات تتم على عدة مراحل لا تتوافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلات

التفاعل، وتُعطى عبارة السرعة للمرحلة الأبطأ.



$$\text{مراحل التفاعل } O_3 \rightarrow O_2 + [O] \text{ تفاعل بطيء}$$



أكتب عبارة سرعة التفاعل؟ **أكل:**  $v = k[O_3]$  التفاعل الإبطاء يحدد سرعة التفاعل

**سؤال:** ما هو العامل الذي يحدد سرعة التفاعلات من الرتبة صفر؟  
**أجواب:** مساحة سطح التماس، أو أكفاز.

**سؤال:** ما هي العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل:

**أجواب:**

1- طبيعة المواد المتفاعلة.

2- درجة الحرارة.

3- الوسيط.

4- تراكيز المواد المتفاعلة.

**سؤال:** **علل:** تصنف الرواحف بأنها من أحيوانات ذات الدم البارد ،

**أجواب:** لأنها تحتاج للحرارة حتى تستطيع الحركة بسرعة.

**أعط تفسيراً علمياً** الرواحف تحتاج حرارة حتى تستطيع الحركة بسرعة

**أجواب:** تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط، فيزداد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل.

**سؤال أعط تفسيراً علمياً** المواد الصلبة والسائلة الصرفة ذات تركيز ثابت؟،

**أجواب:** لأن تغير عدد المولات يؤدي لتغير الحجم، والعكس صحيح، فتبقى نسبة عدد المولات إلى الحجم (التركيز) ثابتة

**ملاحظات لكل المسائل:**

1- من أجل عبارة السرعة الوسطية إذا طلب السرعة الوسطية لتشكل أو تفكك أحد المواد (ناجث أو متفاعلة)

نضع في العبارة إشارة (-) للمواد المتفاعلة وإشارة (+) للمواد الناتجة مثال ليكون لدينا التفاعل التالي  $A_g \rightarrow B_g$

إذا طلب السرعة الوسطية لتفكك المادة A نكتب:  $v_{avg}(A) = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$

وإذا طلب السرعة الوسطية لتكوين المادة B نكتب:  $v_{avg}(B) = +\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$

2- أما إذا طلب السرعة الوسطية للتفاعل ككل لا نهتم بالإشارات أي  $v_{avg}(A) = v_{avg}(B)$

3- إذا وجد حالت مزج ومعطى تراكيز المواد تستخدم قانون التمديد  $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$  حيث  $V_2$  هو مجموع الحجمين المهموجين و

$C_2 = [ ]_0$  التركيز الجديد للمادة بعد المزج ،  $C_1$  : تركيز المادة قبل المزج ،  $V_1$  حجم المادة قبل المزج

4-  $v_{avg} = \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1}$  عندما يطلب حساب السرعة الوسطية بين كظنتين زمنيتين 2 النهائيتين 1 البدائيتين

5- إذا وجد حالت مزج ومعطى عدد مولات المواد نستخدم القانون  $C = [ ]_0 = \frac{n}{v}$  حيث  $v$  مجموع الحجمين

$$v = v_1 + v_2$$

## حل المسائل الآتية:

المسألة 1: يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:  $xA + yB \rightarrow C$  قيست السرعة الابتدائية لهذا التفاعل بدلالة تراكيز المواد المتفاعلة، وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

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

اعتماداً على الجدول السابق، وبفرض عبارة سرعة التفاعل  $v = k[A]^x \cdot [B]^y$

- 1- أستنتج قيمة كل من  $x, y$
- 2- أكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية، وأستنتج رتبته.
- 3- أحسب ثابت سرعة التفاعل.

أكل: 1- نعوض معطيات الجدول في عبارة السرعة لكل تجربة

$$v_1 = 4 \times 10^{-5} = k[0.1]^x \cdot [0.1]^y \dots\dots\dots 1 \quad \text{التجربة الأولى}$$

$$v_2 = 4 \times 10^{-5} = k[0.1]^x \cdot [0.2]^y \dots\dots\dots 2 \quad \text{التجربة الثانية}$$

$$v_3 = 16 \times 10^{-5} = k[0.2]^x \cdot [0.1]^y \dots\dots\dots 3 \quad \text{التجربة الثالثة}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{4 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-5}} = \frac{k[0.1]^x \cdot [0.1]^y}{k[0.1]^x \cdot [0.2]^y} \quad \text{نقسم 1 على 2 نجد} \quad \bullet \text{ إجار قيمة } y$$

$$1 = \left(\frac{1}{2}\right)^y \Rightarrow y = 0 \quad \text{أي عدد مرفوع للأس (0) أجواب 1}$$

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{16 \times 10^{-5}}{4 \times 10^{-5}} = \frac{k[0.2]^x \cdot [0.1]^y}{k[0.1]^x \cdot [0.1]^y} \quad \text{نقسم 3 على 1 نجد} \quad \bullet \text{ إجار قيمة } x$$

$$4 = \frac{[0.2]^x}{[0.1]^x} \Rightarrow 4 = 2^x \Rightarrow x = 2$$

2- نعوض قيمة  $x$  و  $y$  في علاقة السرعة نجد:  $v = k[A]^2 \cdot [B]^0$

( التفاعل من الرتبة الثانية )  $\text{رتبة التفاعل} = 2+0=2$

3- لإجار قيمة ثابت السرعة نختار أحد التجارب الثلاث ونعوض قيمة  $x, y$  ونعزل  $k$

نختار التجربة الأولى بالتعويض نجد:

$$4 \times 10^{-5} = k[0.1]^2 \cdot [0.1]^0 \Rightarrow k = \frac{4 \times 10^{-5}}{[10^{-1}]^2 \cdot [0.1]^0} = \frac{4 \times 10^{-5}}{10^{-2} \times 1} = 4 \times 10^{-3}$$

ملاحظت  $k$  ليس لها وحدة  $k = 4 \times 10^{-3}$



**امسألت 2 :** يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:  $\text{NO}_2(g) + \text{CO}(g) \rightarrow \text{NO}(g) + \text{CO}_2(g)$  . وكانت النتائج لقياس

سرعة التفاعل الابتدائية في عدة تجارب بتراكيز مختلفة على الشكل:

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

والمطلوب:

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية، واستنتج رتبته.

2- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل.

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

أكل: 1-

$$v_1 = 21 \times 10^{-4} = k[0.1]^x . [0.1]^y \dots\dots\dots 1$$

التجربة الأولى

$$v_2 = 84 \times 10^{-4} = k[0.2]^x . [0.1]^y \dots\dots\dots 2$$

التجربة الثانية

$$v_3 = 84 \times 10^{-4} = k[0.2]^x . [0.2]^y \dots\dots\dots 3$$

التجربة الثالثة

نقسم 3 على 2 نجد :

• إيجاد قيمة  $y$

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{84 \times 10^{-4}}{84 \times 10^{-4}} = \frac{k[0.2]^x . [0.2]^y}{k[0.2]^x . [0.1]^y} \Rightarrow 1 = 2^y \Rightarrow y = 0$$

نقسم 2 على 1 نجد :

• إيجاد قيمة  $x$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{84 \times 10^{-4}}{21 \times 10^{-4}} = \frac{k[0.2]^x . [0.1]^y}{k[0.1]^x . [0.1]^y} \Rightarrow 4 = 2^x \Rightarrow x = 2$$

$$v = k[\text{NO}_2]^2 . [\text{CO}]^0 \Rightarrow \text{رتبة التفاعل} = 2 + 0 = 2$$

• إيجاد رتبة التفاعل

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

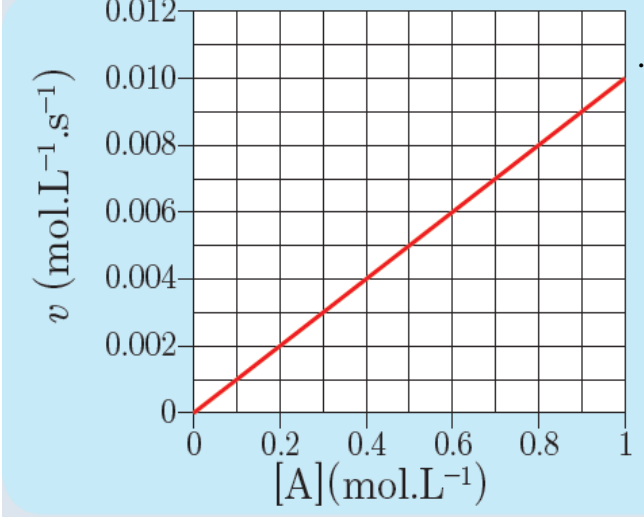
وهذه عبارة السرعة

2- نعوض قيمة  $x$  و  $y$  في العلاقة رقم 1 نجد :

$$21 \times 10^{-4} = k[0.1]^2 . [0.1]^0 \Rightarrow k = \frac{21 \times 10^{-4}}{[10^{-1}]^2 . [0.1]^0} = \frac{21 \times 10^{-4}}{10^{-2} \times 1} = 21 \times 10^{-2}$$



**المسألة 3:** يبين الخط البياني المجاور تغيير سرعة التفاعل بتغيير تركيز المادة A للتفاعل (نواتج)  $A \rightarrow$ ، المطلوب:



(a) حدّد رتبة التفاعل، ثمّ اكتب قانون سرعة التفاعل.  
(b) احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل.

أكل: (a) نلاحظ من الخط البياني أننا يمكن كتابته الجدول:

0.01	0.08	0.006	0.004	0.002	السرعة
1	0.8	0.6	0.4	0.2	تركيز A

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

$$v_1 = 0.002 = k[0.2]^x \quad \dots \dots \dots 1 \quad \text{التجربة الأولى}$$

$$v_2 = 0.004 = k[0.4]^x \quad \dots \dots \dots 2 \quad \text{التجربة الثانية}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{0.004}{0.002} = \frac{k[0.4]^x}{k[0.2]^x} \Rightarrow 2 = 2^x \Rightarrow x = 1$$

$$v = k[A]^1 \quad \text{التفاعل من الرتبة الأولى}$$

(b) نعوض نتائج التجربة الأولى في علاقة سرعة التفاعل نجد  $0.002 = k[0.2]^1 \Rightarrow k = \frac{0.002}{0.2} = \frac{2 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-1}} = 10^{-2}$

**المسألة 3:** يحدث التفاعل الآتي:  $H_2O_{2(aq)} \rightarrow H_2O_l + \frac{1}{2}O_{2g}$  في شروط مناسبة، وقد قيست سرعة التفاعل

الابتدائية عند التراكيز الآتية فحصلنا على ما يلي:

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

1- أثبت أن التفاعل من الرتبة الأولى

2- احسب ثابت سرعة التفاعل

$$v = k[H_2O_2]^x \quad \text{أكل: 1-}$$

$$v_1 = 2 \times 10^{-2} = k[0.1]^x \quad \dots \dots \dots 1 \quad \text{التجربة الأولى}$$

$$v_2 = 4 \times 10^{-2} = k[0.2]^x \quad \dots \dots \dots 2 \quad \text{التجربة الثانية}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} = \frac{k[0.2]^x}{k[0.1]^x} \Rightarrow 2 = 2^x \Rightarrow x = 1$$

نقسم 2 على 1 نجد:

$$v = k[H_2O_2] \quad \text{تكون عبارة سرعة التفاعل}$$

2- حساب k نعوض في التجربة الأولى  $2 \times 10^{-2} = k[0.1]^1 \Rightarrow k = \frac{2 \times 10^{-2}}{0.1} = 2 \times 10^{-1}$

**المسألة 4:** يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة  $C_4H_8(g) \rightarrow 2C_2H_4(g)$  وقد تمّ تعيين تغير تركيز المركب  $C_4H_8$  خلال الزمن وفق أجدول الآتي ☺☺

0.63	0.69	0.76	0.83	0.91	1.00	$[C_4H_8(g)] (mol.L^{-1})$
50	40	30	20	10	0	$t(s)$

والمطلوب:

1- اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة المتفاعلة وعبارة السرعة الوسطية لتشكل المادة الناتجة.

2- اكتب عبارة السرعة الوسطية للتفاعل.

3- احسب السرعة الوسطية لاستهلاك  $(C_4H_8(g))$  بين اللحظتين  $(0 \rightarrow 10 s)$  واللحظتين  $(40 \rightarrow 50 s)$ .

4- احسب السرعة الوسطية لتشكل  $C_2H_4$  بين اللحظتين  $20 \rightarrow 30 s$ .

**أكل: 1-**  $v_{avg}(C_4H_8) = -\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t}$  هنا وضعنا إشارة (-) لأن العبارة للمادة المتفاعلة

هنا وضعنا إشارة (+) لأن العبارة للمادة الناتجة  $v_{avg}(C_2H_4) = +\frac{1}{2}\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t}$

2-  $v_{avg} = v_{avg}(C_4H_8) = \frac{1}{2} v_{avg}(C_2H_4)$  (نلاحظ هنا لم نضع إشارة -) لأن العبارة للتفاعل ككل

3- السرعة من  $(0 \rightarrow 10 s)$   $v_{avg}(C_4H_8) = -\frac{C_2-C_1}{t_2-t_1} = \frac{0.9-1}{10-0} = +\frac{0.1}{10} = +0.01 mol.l^{-1}.s^{-1}$

السرعة من  $(40 \rightarrow 50 s)$   $v_{avg}(C_4H_8) = -\frac{C_2-C_1}{t_2-t_1} = -\frac{0.63-0.69}{50-40} = \frac{0.06}{10} = 0.006 mol.l^{-1}.s^{-1}$

4- نحسب سرعة استهلاك المادة  $(C_4H_8(g))$  بين اللحظتين  $20 \rightarrow 30 s$  وبعدها نحسب سرعة تشكل المادة

$C_2H_4$  من علاقة سرعة التفاعل

$$v_{avg}(C_4H_8) = -\frac{C_2-C_1}{t_2-t_1} = -\frac{0.76-0.83}{30-20} = +\frac{0.07}{10} = 0.007 mol.l^{-1}.s^{-1}$$

$$v_{avg}(C_4H_8) = \frac{1}{2} v_{avg}(C_2H_4) \Rightarrow v_{avg}(C_2H_4) = 2 v_{avg}(C_4H_8) =$$

$$v_{avg}(C_2H_4) = 2 \times 7 \times 10^{-3} = 14 \times 10^{-3} mol.l^{-1}.s^{-1}$$

**المسألة 5:** مزج 600 mL من المادة A ذات التركيز  $0.8 mol.l^{-1}$  مع 200 ml من المادة B ذات التركيز  $0.8 mol.l^{-1}$

لتتشكل المادة C في شروط مناسبة وفق التفاعل الأولي الآتي  $3A(aq) + B(aq) \rightarrow 2C(aq)$  والمطلوب:

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل.

2- احسب سرعة التفاعل الابتدائي بفرض أن  $K=0.1$

3- احسب تركيز المادة C وسرعة التفاعل عندما يتفاعل 20% من المادة A

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

5- احسب تراكيز المواد A, B, C عند توقف التفاعل.

$$v = k[A]^3 \cdot [B] \quad \text{كل 1}$$

المادة B	المادة A
$V_B = 200 \text{ ml} = 200 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-1} \text{ L}$ $[B] = 0.8 \text{ mol.l}^{-1}$	$V_A = 600 \text{ ml} = 600 \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-1} \text{ L}$ $[A] = 0.8 \text{ mol.l}^{-1}$

**2-** بحساب التراكيز الابتدائية للمادتين A و B نستخدم قانون التمديد  $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$

$$[A] \cdot V_A = [A]_0 \cdot V_2 \quad \text{حيث } V_2 = V_A + V_B = 200 + 600 = 800 \text{ ml} = 0.8 \text{ l}$$

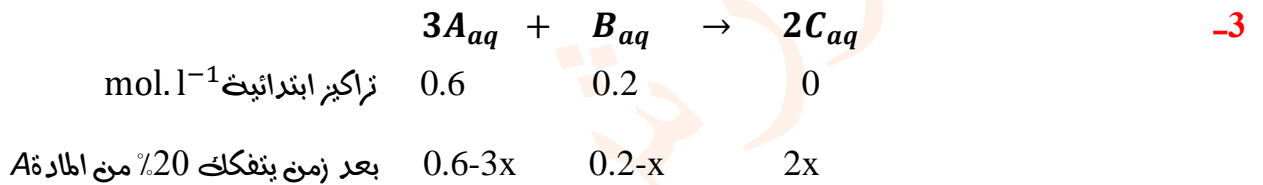
$$\bullet [A]_0 = \frac{[A] \cdot V_A}{V_2} = \frac{0.8 \times 6 \times 10^{-1}}{0.8} = 6 \times 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$$

ملاحظت: في هذه المسائل نستطيع عدم تحويل ml إلى L لان الوحدة تختصر قبل = وبعدها

$$\bullet [B]_0 = \frac{[B] \cdot V_B}{V_2} = \frac{0.8 \times 2 \times 10^{-1}}{0.8} = 2 \times 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v = k[A]^3_0 \cdot [B]_0 = 0.1 \times (6 \times 10^{-1})^3 \times 2 \times 10^{-1} = 0.1 \times 216 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-1}$$

$$v = 432 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$



نحسب X: كل 100 من المادة A يتفكك منها 20

كل 0.6 من المادة A يتفكك منها 3X

$$x = \frac{20 \times 0.6}{3 \times 100} = \frac{12}{3 \times 100} = \frac{4}{100} = 0.04 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\bullet [A]_{\text{بعد زمن}} = 0.6 - 3x = 0.6 - 0.12 = 0.48 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\bullet [B]_{\text{بعد زمن}} = 0.2 - x = 0.2 - 0.04 = 0.16 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\bullet [C]_{\text{بعد زمن}} = 2x = 2 \times 0.04 = 0.08 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v = 0.1(0.48)^3 \cdot (0.16) = 10^{-1}(48 \times 10^{-2})^3 \times 16 \times 10^{-2} = (48)^3 \times 16 \times 10^{-9}$$

$$v = 110592 \times 16 \times 10^{-9} = 1.76 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\bullet 2x = 0.2 \Rightarrow x = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{نحسب x} \quad \text{4}$$

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

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

$$v = 0.1(0.3)^3 \cdot (0.1) = 0.1(3 \times 10^{-1})^3 \times 0.1 = 27 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{5- عندما يتوقف التفاعل } v = 0 \Leftrightarrow k[A]^3 \cdot [B] = 0 \Leftrightarrow \text{إما } [A]=0 \text{ أو } [B]=0$$

$$\bullet 0 = 0.6 - 3x \Rightarrow x = \frac{0.6}{3} = 0.2 \quad \text{عندما } [B]=0 \text{ نجد:}$$

$$\bullet [A]_{\text{عند توقف التفاعل}} = 0.6 - 3x = 0.6 - 3(0.2) = 6 - 6 = 0 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\bullet [B]_{\text{عند توقف التفاعل}} = 0.2 - x = 0.2 - 0.2 = 0 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{© } [c] = 2x = 2 \times 0.2 = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

**امسالت 6:** يبين أجدول الآتي تغير سرعة التفاعل الابتدائية للتفاعل (نواتج  $xAg$ ) عند تراكيز مختلفة

0.4	0.2	0.1	[A] (mol.L <sup>-1</sup> )
0.032	0.016	0.008	v <sub>0</sub> (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )

والمطلوب:

1- أثبت أن التفاعل من الرتبة الأولى، واكتب عبارة سرعة التفاعل.

2- احسب ثابت سرعة التفاعل.

**أكل:** 1- عبارة السرعة اللحظية  $v = k[A]^x$

التجربة الأولى  $v_1 = 8 \times 10^{-3} = k[0.1]^x$  ..... 1

التجربة الثانية  $v_2 = 16 \times 10^{-3} = k[0.2]^x$  ..... 2

نقسم 2 على 1 نجد:  $\frac{v_2}{v_1} = \frac{16 \times 10^{-3}}{8 \times 10^{-3}} = \frac{k[0.2]^x}{k[0.1]^x} \Rightarrow 2 = (2)^x \Rightarrow x = 1$

فالتفاعل من الرتبة الأولى

2- احسب k نعوض في التجربة الأولى  $8 \times 10^{-3} = k[0.1]^1 \Rightarrow k = \frac{8 \times 10^{-3}}{0.1} = 8 \times 10^{-2}$

**امسالت 7:** يتفاعل أكسيد النروجين مع الهيدروجين وفق المعادلة  $xNO(g) + yH_2(g) \rightarrow$  نواتج وسجلت على البيانات

الآتية عند إجراء التجربة لعدة مرات

رقم التجربة	[H <sub>2</sub> ] mol.L <sup>-1</sup>	[NO] mol.L <sup>-1</sup>	سرعة التفاعل mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup>
1	0.1	0.1	$1.23 \times 10^{-3}$
2	0.2	0.1	$2.46 \times 10^{-3}$
3	0.1	0.2	$4.92 \times 10^{-3}$

المطلوب:

1- أوجد علاقة سرعة التفاعل اللحظية، وحدد رتبة التفاعل.

2- احسب قيمة ثابت السرعة.

3- احسب سرعة التفاعل عندما يكون  $[H_2] = 0.15 \text{ mol.l}^{-1}$ ,  $[NO] = 0.05 \text{ mol.l}^{-1}$

**أكل:** 1-  $v = k[NO]^x \cdot [H_2]^y$

التجربة الأولى  $v_1 = 1.23 \times 10^{-3} = k[0.1]^x \cdot [0.1]^y$  ..... 1

التجربة الثانية  $v_2 = 2.46 \times 10^{-3} = k[0.1]^x \cdot [0.2]^y$  ..... 2

التجربة الثالثة  $v_3 = 4.92 \times 10^{-3} = k[0.2]^x \cdot [0.1]^y$  ..... 3

إجار x نقسم 3 على 1 نجد  $\frac{v_3}{v_1} = \frac{4.92 \times 10^{-3}}{1.23 \times 10^{-3}} = \frac{k[0.2]^x \cdot [0.1]^y}{k[0.1]^x \cdot [0.1]^y} \Rightarrow 4 = (2)^x \Rightarrow x = 2$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{2.46 \times 10^{-3}}{1.23 \times 10^{-3}} = \frac{k[0.1]^x \cdot [0.2]^y}{k[0.1]^x \cdot [0.1]^y} \Rightarrow 2 = (2)^y \Rightarrow y = 1$$

إيجاد  $y$  نقسم 2 على 1 نجد

$$v = k[NO]^2 \cdot [H_2]^1$$

رتبة التفاعل = 2+1=3

$$1.23 \times 10^{-3} = k[0.1]^2 \cdot [0.1]^1 \Rightarrow k = \frac{1.23 \times 10^{-3}}{[0.1]^2 \cdot [0.1]^1} = 1.23$$

2- نعوض في العلاقة الأولى

-3

$$v = 1.23[0.05]^2 \cdot [0.15]^1 = 1.23 \times 25 \times 10^{-4} \times 15 \times 10^{-2} = 4.6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

**المسألة 8:** يُمرج 100 mL من مادة A تركيزها 1.2 mol.L<sup>-1</sup> مع 300 mL من مادة B تركيزها 0.4 mol.L<sup>-1</sup> فيحصل التفاعل الأولي وفق المعادلة الآتية:  $A(aq) + 2B(aq) \rightarrow 2C(aq)$  إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل  $k = 10^{-2}$  المطلوب حساب: 1- سرعة التفاعل الابتدائية.

2- سرعة التفاعل بعد زمن يتشكل فيه (0.04 mol) من المادة C

أكل: المعطيات

المادة B	المادة A
$V_2 = 300 \text{ ml} = 300 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-1}$ $[B] = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$	أحجم $V_1 = 100 \text{ ml} = 100 \times 10^{-3} = 10^{-1} \text{ l}$ التركيز $[A] = 1.2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$

هناك مزج نحسب أحجم الكلي:  $V = V_1 + V_2 = 400 \text{ ml} = 4 \times 10^{-1} \text{ l}$ 1- نحسب التراكيز الابتدائية بعد التمدد من قانون التمدد  $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$ 

$$[A]_0 = \frac{1.2 \times 10^{-1}}{4 \times 10^{-1}} = \frac{12 \times 10^{-1}}{4} = 3 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \quad \bullet \text{ حساب تركيز المادة A بعد التمدد}$$

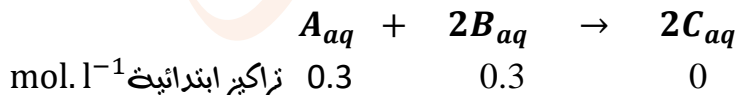
$$[B]_0 = \frac{0.4 \times 3 \times 10^{-1}}{4 \times 10^{-1}} = \frac{12 \times 10^{-1}}{4} = 3 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \quad \bullet \text{ حساب تركيز المادة B بعد التمدد}$$

• كتابة عبارة السرعة للتفاعل وتعويض التراكيز بعد التمدد في العبارة وتعويض ثابت السرعة K من أجل حساب V

$$V_0 = K[A] \cdot [B]^2$$

$$V_0 = 10^{-2} [3 \times 10^{-1}] \cdot [3 \times 10^{-1}]^2 = 3 \times 9 \times 10^{-3} \times 10^{-2} = 27 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

-2



$$[C] = \frac{n}{V} = \frac{0.04}{0.4} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

انتبه في الطلب الثاني تم إعطاء عدد المولات وليس التركيز لذا نحسب التركيز من العلاقة

بالمساواة نجد

نلاحظ من المعادلة  $[C] = 2x$ 

حساب x:

ومن نص المسألة  $[C] = 0.1$

$$\bullet \quad 2x = 0.1 \Rightarrow x = \frac{0.1}{2} = 0.05 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[A] = 0.3 - x = 0.3 - 0.05 = 0.25 \text{ mol.l}^{-1}$$

نحسب تراكيز المواد بعد زمن

$$[B] = 0.3 - 2x = 0.3 - 2(0.05) = 0.3 - 0.1 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v = 10^{-2} [0.25] \cdot [0.2]^2$$

حساب السرعة

$$v = 10^{-2} \cdot 25 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-2} = 100 \times 10^{-6} = 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

**المسألة 9:** يُضاف 200 mL تحوي على 1.2 mol من محلول المادة A إلى 200 mL تحوي على 0.8 mol من محلول المادة B

فيتم التفاعل الأولي الآتي  $2A(aq) + B(aq) \rightarrow 2C(aq) + D(aq)$  إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل  $k = 2 \times 10^{-2}$

المطلوب حساب:

1- السرعة الابتدائية للتفاعل.

2- سرعة التفاعل بعد زمن يتشكل فيها 0.4 mol من المادة D

3- تركيز كل جميع المواد عند توقف التفاعل.

أكل: المعطيات:

المادة B	المادة A
$V_2 = 200 \text{ ml} = 200 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-1} \text{ l}$	$V_1 = 200 \text{ ml} = 200 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-1} \text{ l}$
عدد المولات $n_B = 0.8 \text{ mol}$	عدد المولات $n_A = 1.2 \text{ mol}$

هناك حالة مزج  $V = V_1 + V_2 = 200 + 200 = 400 \text{ ml} = 4 \times 10^{-1} \text{ l}$  (الكلي)

ملاحظة في حال كان هناك حالة مزج وتم إعطاء عدد المولات نحسب التركيز من العلاقة  $[ ] = \frac{n}{V_{\text{كلي}}}$

حساب تركيز A و B

$$\bullet \quad [A] = \frac{n_A}{V} = \frac{1.2}{4 \times 10^{-1}} = \frac{12 \times 10^{-1}}{4 \times 10^{-1}} = 3 \text{ mol.l}^{-1}$$

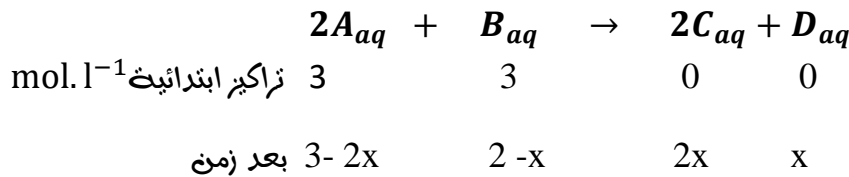
$$\bullet \quad [B] = \frac{n_B}{V} = \frac{0.8}{4 \times 10^{-1}} = \frac{8 \times 10^{-1}}{4 \times 10^{-1}} = 2 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

حساب السرعة الابتدائية للتفاعل

$$v_0 = 2 \times 10^{-2} [3]^2 \cdot [2] = 36 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

-2



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

• حساب تركيز D

من المعادلات  $[D] = x$ 

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

• حساب x

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

• حساب التراكيز الجديدة

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



• حساب السرعة الجديدة  $v = 2 \times 10^{-2} [1]^2 \cdot [1] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

3- عندما يتوقف التفاعل  $v = 0$  أي  $0 = k[A]^2 \cdot [B]$

$k \neq 0$  هذا يعني إما  $[A]=0$  أو  $[B]=0$  وسندرس الحالتين

عندما $B=0$	عندما $[A]=0$
$2 - x = 0 \Rightarrow x = 2$ بحسب التراكيز $[A] = 3 - 2(2) = -1$ هذا أكل مرفوض لأنه لا يوجد تركيز سالب	$3 - 2x = 0 \Rightarrow x = \frac{3}{2} = 1.5$ بحسب التراكيز عند توقف التفاعل $[A] = 3 - 2x = 3 - 2(1.5) = 0 \text{ mol.l}^{-1}$ $[B] = 2 - x = 2 - 1.5 = 0.5 \text{ mol.l}^{-1}$ $[C] = 2x = 2(1.5) = 3 \text{ mol.l}^{-1}$ $[D] = x = 1.5 \text{ mol.l}^{-1}$

اختبر نفسي:

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي:

3- قيمة السرعة الوسطية لتكون المادة C تساوي  $0.15 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  فتكون السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A بوحدة  $\text{mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  في التفاعل الآتي  $2A + B \rightarrow 3C$  مساوية:

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

توضيح:  $\frac{1}{2} v_{avg}(A) = \frac{1}{3} v_{avg}(C) \Rightarrow \frac{1}{2} v_{avg}(A) = \frac{1}{3} (0.15) \Rightarrow v_{avg}(A) = 2(0.05) = 0.1$

4- يتفكك المركب  $\text{NO}_2$  في الدرجة  $300^\circ\text{C}$  وفق التفاعل  $2\text{NO}_2 \rightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$  فإذا علمت أن تركيز  $\text{NO}_2$  يتغير من  $0.01 \text{ mol.l}^{-1}$  إلى  $0.0064 \text{ mol.l}^{-1}$  خلال  $100 \text{ s}$  فتكون سرعة تشكل الأكسجين الوسطية مقدرة بـ  $\text{mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

مساوية:

3.4 × 10<sup>-5</sup> (a)      6.8 × 10<sup>-5</sup> (b)      3.4 × 10<sup>-3</sup> (c)      1.8 × 10<sup>-5</sup> (d)

توضيح:  $v_{avg}(\text{O}_2) = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \left( \frac{0.0064 - 0.01}{100 - 0} \right) = -\frac{1}{2} \left( \frac{0.0036}{100} \right) = 18 \times 10^{-6} = 1.8 \times 10^{-5}$

5- تم زيادة تراكيز المواد المتفاعلة إلى مثلي ما كان عليه في التفاعل (نواتج  $A + B$ ) ولم تتغير سرعة التفاعل، فتكون عبارة سرعة التفاعل.

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

توضيح: التفاعل من الرتبة (0) لأن تغيير تراكيز المواد المتفاعلة لم تؤثر على سرعة التفاعل.

6- من أجل التفاعل الأولي الآتي (نواتج  $3 \text{ Ag} + \text{B}_g$ ) إذا ازداد تركيز المادة A مثلي ما كان عليه فإن سرعة التفاعل:

(a) تزداد اربع مرات      (b) تزداد ثمان مرات      (c) تزداد مرتين      (d) لا تتأثر سرعة التفاعل

توضيح:  $v = k[A]^3 \cdot [B]$

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

السؤال الثاني: اعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

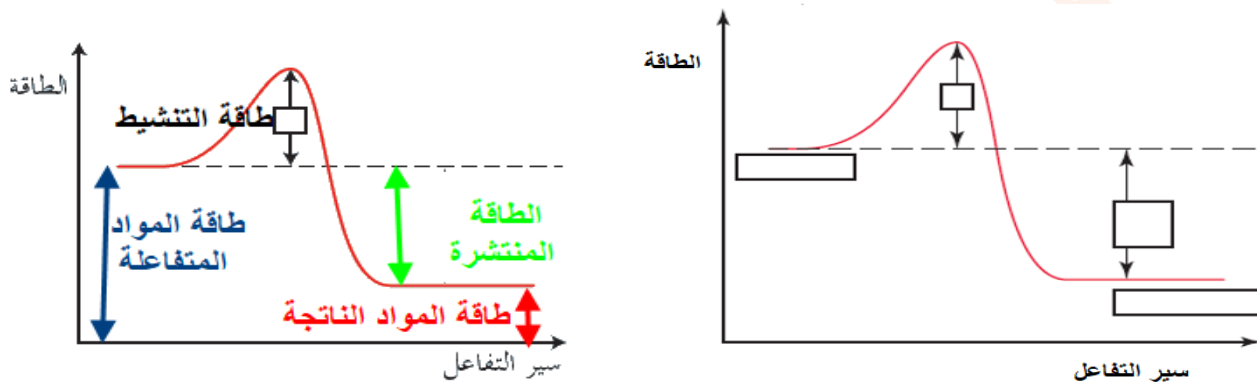
1- احتراق مسحوق الفحم أسرع من احتراق قطعة فحم مماثلة له بالكتلة وبشروط مماثلة.

لأن مساحة سطح التماس في مسحوق الفحم أكبر من مساحة سطح التماس لقطعة الفحم المماثلة بالكتلة

- 2- تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة سرعة التفاعل لأن زيادة درجة الحرارة تؤدي لزيادة عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط فتزداد عدد التصادمات الفعالة مما يؤدي لزيادة سرعة التفاعل.
- 3- تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز المواد المتفاعلة. بسبب زيادة عدد التصادمات الفعالة
- 4- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تميل إلى أن تكون سريعة. لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط يكون كبير

السؤال الثالث: اجب عن الأسئلة الآتية:

- 1- يبين المخطط الآتي تغير الطاقة خلال مراحل حدوث التفاعل. بين اسم كل مرحلة، أو الطاقة المشار إليها



- 2- يتفاعل غاز الهيدروجين وغاز الكلور وفق المعادلت  $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$

- (a) اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك غاز الكلور.  
(b) اكتب العلاقة بين السرعة الوسطية لاستهلاك غاز الهيدروجين والسرعة الوسطية لتشكيل غاز كلور

أكل: عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك غاز الكلور  $v_{avg}(Cl_2) = -\frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t}$

العلاقة بين السرعة الوسطية لاستهلاك غاز الهيدروجين والسرعة الوسطية لتشكيل غاز كلور الهيدروجين

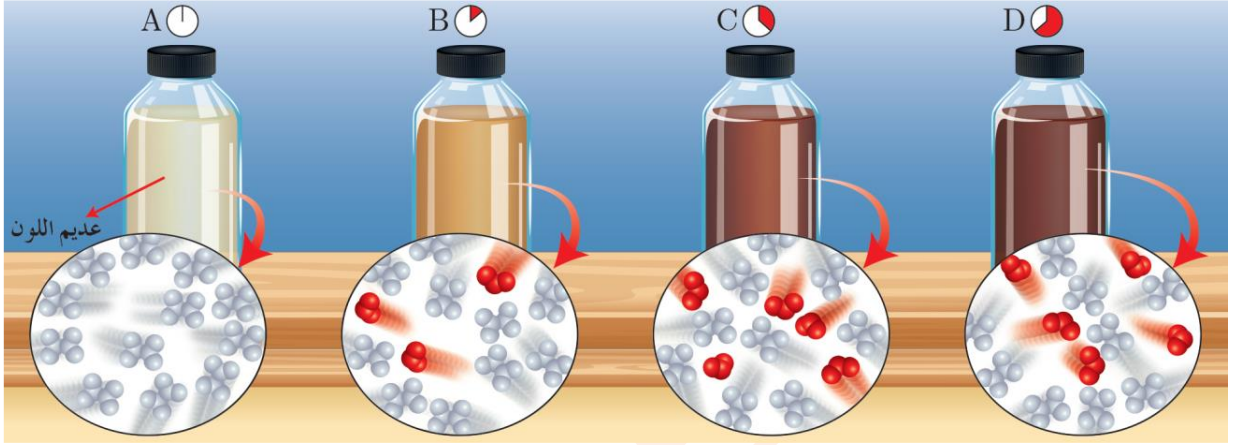
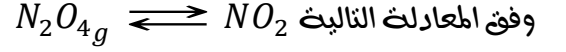
$$v_{avg}(Cl_2) = \frac{1}{2} v_{avg}(HCl)$$

## التوازن الكيميائي

### الدرس الثاني

#### حالة التوازن

**سؤال:** يتفكك غاز  $N_2O_4(g)$  عديم اللون بالتسخين إلى غاز  $NO_2(g)$  ذي اللون البني كما في الصور الآتية:

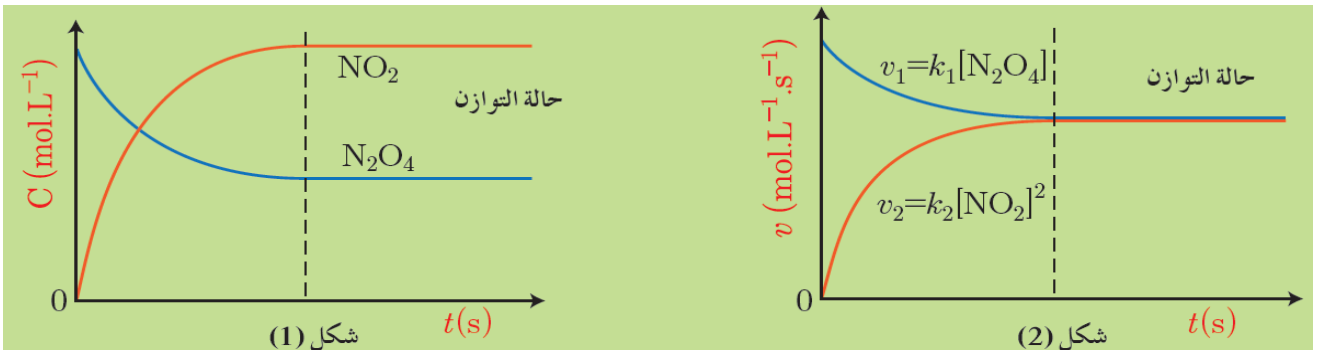


- 1- هل جزيئات الغاز متماثلة في النوع والعدد في الصورتين A, D؟ (ج) ليست متماثلة
- 2- ما سبب ثبات اللون في الصورتين C, D بمرور الزمن؟ (ج) ثبات تركيز المادة المتفاعلة والمادة الناتجة بمرور الزمن.
- 3- هل التفاعل أكصل تام أم متوازن؟ أفسر ذلك. (ج) التفاعل متوازن وليس تام بسبب وجود نوعين من الجزيئات

**سؤال:** عرف حالة التوازن الكيميائي:

**أجواب:** هي الحالة التي تحدث عندما تثبت تراكيز المواد المتفاعلة وتراكيز المواد الناتجة وتتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي.

**سؤال:** يتفكك غاز رباعي أكسيد النيتروجين وفق المعادلة الآتية:  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2$  يمثل الشكل 1 تغير تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة بدلالة الزمن والشكل 2 يمثل تغير سرعتي التفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزمن.



- 1- كيف يتغير تركيز كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل المتوازن.  
 (ج) ينقص تركيز المادة المتفاعلة ويزداد تركيز المادة الناتجة بمرور الزمن، وتثبت عند بلوغ حالة التوازن.  
 2- أحدد العلاقة بين سرعتي التفاعل المباشر والعكسي عند ثبات التراكيز.  
 (ج) تساوي سرعتي التفاعلين: المباشر  $v_1$  والعكسي  $v_2$   
 3- أسمى أحوال التي تثبت فيها تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة.  
 (ج) وتسمى حالة التوازن الكمي

**سؤال:** علل يسمي التوازن في حالة التفاعلات الكيميائية بالتوازن الكمي، فسّر ذلك.

**أجواب:** التوازن الكيميائي توازن حركي لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معدومة، إذن أجملت في حالة توازن حركي.

**سؤال:** لديك التفاعل الكيميائي المتوازن الآتي  $mA + nB \rightleftharpoons pC + qD$  أستنتج عبارة ثابت التوازن للتفاعل الآتي،  
 (1)  
 (2)

باعتبار التفاعل المباشر والعكسي أوليان

أكل: سرعة التفاعل المباشر  $v_1 = k_1[A]^m \cdot [B]^n$

سرعة التفاعل العكسي  $v_2 = k_2[C]^p \cdot [D]^q$

عند التوازن  $v_1 = v_2$

$$k_1[A]^m \cdot [B]^n = k_2[C]^p \cdot [D]^q$$

نقسم الطرفين على  $k_2$  نجد:

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

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

$$K_c = \frac{[C]^p \cdot [D]^q}{[A]^m \cdot [B]^n}$$

حيث أن النسبة  $\frac{k_1}{k_2}$  مقدار ثابت نرسم له  $K_c$

**نتيجة:** ثابت التوازن الكيميائي عند درجة حرارة معينة يساوي نسبة جداء تراكيز المواد الناتجة إلى جداء تراكيز المواد المتفاعلة عند التوازن وكل منها مرفوع إلى الأس الذي يساوي عدد الأمثال التفاعلية المشاركة بها في المعادلات المتوازنة (عدد المولات).

**ملاحظة:** في التفاعلات الغازية يمكن التعبير عن تراكيز الغازات بدلالة الضغوط الجزئية مقدرة بـ atm وبالتالي تعطى عبارة

$$K_p = \frac{P_{(C)}^p \cdot P_{(D)}^q}{P_{(A)}^m \cdot P_{(B)}^n}$$

ملاحظة: إن  $K_c$  و  $K_p$  مقداران ثابتين ليس لهما وحدة.

**سؤال:** المواد الصلبة (s) والسائلة (l) كمذيب فقط لا تظهر في عبارة ثابت التوازن (علل ذلك) لأن تراكيزها تبقى ثابتة مهما اختلفت كميتها.

قيمة  $K_c$  و  $K_p$  لتفاعل محدد لا تتغير إلا بتغير درجة الحرارة.

**سؤال:** عند مزج حجمين متساويين من غازي الهيدروجين وبخار اليود ذي اللون البنفسجي في شروط مناسبة، يلاحظ تضاؤل اللون البنفسجي ثم ثباته، اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن التفاعل اُحاصل مفسراً بقاء اللون البنفسجي، ثم اكتب عبارة كل من

$K_p$  و  $K_C$

**أكل:**  $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$  سبب ثبات اللون البنفسجي دليل على عدم استهلاك اليود كلياً على الرغم من مزج المواد بنسب التفاعل مما يدل على أن التفاعل متوازن

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]}, \quad K_P = \frac{P_{(HI)}^2}{P_{(H_2)} \cdot P_{(I_2)}}$$

**سؤال:** اكتب عبارة كل من  $K_p$  و  $K_C$  للتفاعل التالي  $4NO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_2O_{5(g)}$

$$K_C = \frac{[N_2O_5]^2}{[NO_2]^4 \cdot [O_2]}, \quad K_P = \frac{P_{(N_2O_5)}^2}{P_{(NO_2)}^4 \cdot P_{(O_2)}}$$

العلاقة بين  $K_p$  و  $K_C$

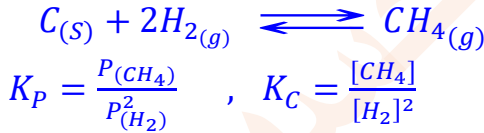
**سؤال:** اكتب العلاقة التي تربط بين ثابتي التوازن بدلالة التراكيز والضغط الجزيئي مع ذكر دلالات الرموز

$$K_p = K_C (R.T)^{\Delta n}$$

**حيث:**  $K_p$  ثابت التوازن بدلالة الضغط،  $K_C$  ثابت التوازن بدلالة التراكيز،  $R$ : ثابت الغازات العام،  $T$ : درجة الحرارة المطلقة

$\Delta n = n_2 - n_1$  تمثل الفرق بين عدد المولات الغازية الناتجة  $n_2$ ، وعدد المولات الغازية المتفاعلة  $n_1$

**سؤال:** اكتب علاقة ثابت التوازن  $K_p$  و  $K_C$  ثم اكتب العلاقة بينهما للتفاعل المتوازن الآتي



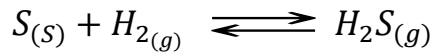
$$K_P = \frac{P_{(CH_4)}}{P_{(H_2)}^2}, \quad K_C = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}$$

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

$$K_p = K_C (R.T)^{-1} \Rightarrow K_p = \frac{K_C}{(R.T)^{-1}}$$

ملاحظة المادة الصلبة لا تدخل في علاقة التوازن

**سؤال:** اكتب علاقة ثابت التوازن  $K_p$  و  $K_C$ ، ثم اكتب العلاقة بينهما للتفاعل الآتي:



$$\Delta n = n_2 - n_1 = 1 - 1 = 0$$

$$K_P = \frac{P_{(H_2S)}}{P_{(H_2)}}, \quad K_C = \frac{[H_2S]}{[H_2]}$$

$$K_p = K_C (R.T)^0 \Rightarrow K_p = K_C$$

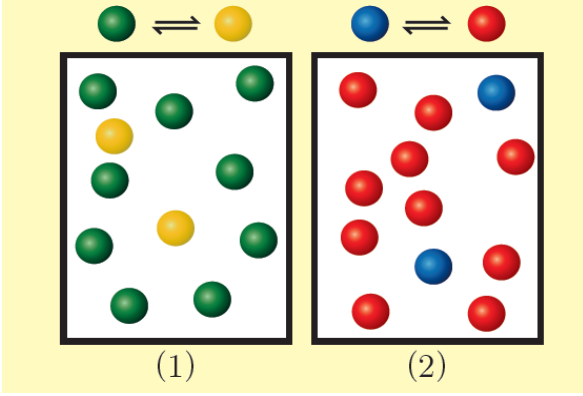
**سؤال:** اكتب علاقة ثابت التوازن  $K_p$  و  $K_C$ ، ثم اكتب العلاقة بينهما للتفاعل الآتي  $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

$$\Delta n = n_2 - n_1 = 2 - 4 = -2, \quad K_P = \frac{P_{(NH_3)}^2}{P_{(H_2)}^3 \cdot P_{(N_2)}}, \quad K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3 \cdot [N_2]}$$

$$K_p = K_C (R.T)^{-2}$$

أي عدد بأس  
صفر يساوي

1



## الهمية ثابت التوازن:

الاحظ الشكليين الآتيين الذين يمثلا حالة توازن:

نلاحظ من الشكل (1) أن المواد الناتجة أقل بكثير من المواد المتفاعلة وإذا كتبنا علاقة ثابت التوازن له سوف يكون أصغر من 1

$$K_C = \frac{\text{تركيز مواد الناتج}}{\text{تركيز مواد المتفاعلة}} \ll 1$$

أي التفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه العكسي

أما في الشكل (2) نلاحظ المواد الناتجة أكبر من المواد المتفاعلة

وبالتالي البسط أكبر من المقام أي  $K_C \gg 1$  في هذه الحالة التفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر

**نستنتج:** أن أهمية ثابت التوازن هو إلى أي مدى يحدث التفاعل المباشر أو العكسي

**سؤال:** على ماذا تدل قيمة  $K_C$  أو ماهي أهمية ثابت التوازن؟

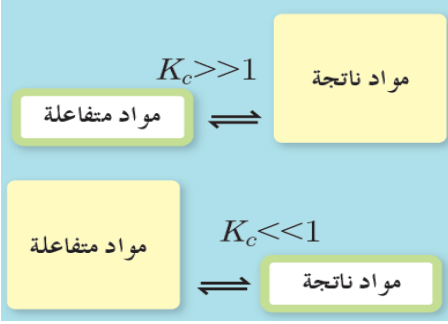
**أجواب:** تبين قيمة ثابت التوازن لتفاعل ما ، مدى تحول المواد المتفاعلة إلى نواتج عند حدوث التوازن.

**سؤال:** ما دلالة ثابت التوازن إذا كانت قيمته كبيرة  $K_C \gg 1$ ؟

**أجواب:** التفاعل يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر

**سؤال:** ما دلالة ثابت التوازن إذا كانت قيمته صغيرة  $K_C \ll 1$ ؟

**أجواب:** فالتفاعل لا يحدث إلى مدى كبير في الاتجاه المباشر



## حاصل التفاعل Q

ثمائل عبارة حاصل التفاعل Q عبارة ثابت التوازن  $K_C$  حيث تؤخذ التراكيز في كحظت ما (دون شرط الوصول بحالة التوازن)

**نميز ثلاث حالات (ناقشها)**

1-  $Q < K_C$  : تراكيز المواد الناتجة أقل من تراكيزها في حالة التوازن

يرجع التفاعل المباشر على التفاعل العكسي للوصول إلى حالة التوازن

2-  $Q = K_C$  : التفاعل في حالة توازن.

3-  $Q > K_C$  : تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن،

يرجع التفاعل العكسي على التفاعل المباشر للوصول إلى حالة التوازن.

ملاحظات: تحسب Q من نفس علاقة  $K_C$

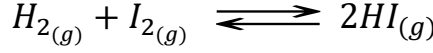
إذا كان  $Q < K_C$  يرجع التفاعل المباشر

$Q > K_C$  يرجع التفاعل العكسي

$Q = K_C$  : التفاعل في حالة توازن



مسألة 1: تبلغ قيمة ثابت التوازن  $K_c = 50.5$  عند درجة حرارة  $440^\circ\text{C}$  للتفاعل الآتي:



فإذا وضع  $4 \times 10^{-2} \text{ mol}$  من  $\text{HI}_{(g)}$  مع  $10^{-2} \text{ mol}$  من  $\text{H}_{2(g)}$  و  $2 \times 10^{-2} \text{ mol}$  من  $\text{I}_{2(g)}$  في وعاء سعته  $2\text{L}$  المطلوب 1- احسب حاصل التفاعل  $Q$

2- أحدد التفاعل الرجعي (المباشر / العكسي) ، مع التعليل.

$$Q = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]} \quad \text{أكل: 1-}$$

- $[\text{HI}] = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$  بحسب التراكيز لكي نعوضها في العلاقة
- $[\text{H}_2] = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$
- $[\text{I}_2] = \frac{2 \times 10^{-2}}{2} = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$

$$Q = \frac{[2 \times 10^{-2}]^2}{[5 \times 10^{-3}] \cdot [10^{-2}]} = \frac{4 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-5}} = \frac{4 \times 10^{-4} \times 10}{5 \times 10^{-5} \times 10} = \frac{40}{5} = 8$$

2- التفاعل لم يصل إلى حالة التوازن لأن  $Q \neq K_c$ ، والتفاعل المباشر هو الرجعي لأن  $Q < K_c$

## العوامل المؤثرة في حالة التوازن:

تؤثر في حالة التوازن عدة عوامل هي تغير التركيز والضغط ودرجة الحرارة.

درس العالم لو شاتولييه التغيرات التي تؤثر في حالة التوازن الكيميائي، ووضع قاعدة تنص على ما يلي:

إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة في جملة كيميائية متوازنة مثل: درجة الحرارة أو التركيز أو الضغط يتحول التوازن، فيرجع التفاعل في الاتجاه الذي يعاكس فيه هذا التغير.

وسوف نناقش جميع هذه الحالات

### 1- مناقشة تأثير تغير التركيز

سؤال: ما هو تأثير زيادة ونقصان التركيز على حالة التوازن وعلى قيمة ثابت التوازن؟

أجواب: عند زيادة التركيز حالة التوازن: يتحول التوازن فيرجع التفاعل الذي ينقص فيه تركيز هذه المادة

عند نقصان التركيز حالة التوازن: يتحول التوازن فيرجع التفاعل الذي يزيد من تركيز هذه المادة

ثابت التوازن: لا يتأثر

سؤال: ليكن لدينا التفاعل المتوازن التالي  $3\text{H}_{2(g)} + \text{N}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$  بين أثر زيادة تركيز الهيدروجين على

1- حالة التوازن 2- كمية  $\text{NH}_3$  و  $\text{N}_2$  3- ثابت التوازن

أكل: 1- حالة التوازن: يتحول ويرجع التفاعل المباشر (في الاتجاه الذي ينقص من تركيز  $\text{H}_{2(g)}$ )

2- تركيز  $\text{NH}_3$  يزداد وتركيز  $\text{N}_2$  ينقص ، 3- ثابت التوازن لا يتأثر

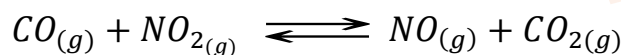


سؤال: يحدث التفاعل المتوازن في شروط مناسبة والممثل بالمعادلة الآتية:  $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$  مباشر عكسي  
المطلوب:

- 1- ما تأثير زيادة تركيز  $PCl_5$  على حالة التوازن؟  
2- ما تأثير زيادة تركيز  $Cl_2$  على حالة التوازن؟  
3- ما تأثير إنقاص تركيز  $PCl_3$  على حالة التوازن؟

- أجل: 1- عند زيادة تركيز  $PCl_5$  يتحول التوازن، فيرجع التفاعل في الاتجاه المباشر مما ينقص من تركيز  $PCl_5$ .  
2- عند زيادة تركيز  $Cl_2$  يتحول التوازن، فيرجع التفاعل في الاتجاه العكسي لإنقاص تركيز  $Cl_2$ .  
3- عند إنقاص تركيز  $PCl_3$  يتحول التوازن، فيرجع التفاعل في الاتجاه المباشر لزيادة تركيز  $PCl_3$ .

سؤال: يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:



المطلوب أكمل الجدول الآتي:

التأثير على التغيير	حالة التوازن	كمية المواد المتفاعلة	كمية المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن
زيادة كمية $NO_2$	يتحول التوازن ويرجع التفاعل المباشر	تتناقص	تزداد	لا تتغير
نقصان كمية $NO$	يتحول التوازن ويرجع التفاعل المباشر	تتناقص	تزداد	لا تتغير
زيادة كمية $CO_2$	يتحول التوازن ويرجع التفاعل العكسي	تزداد	تتناقص	لا تتغير
نقصان كمية $CO$	يتحول التوازن ويرجع التفاعل العكسي	تزداد	تنقص	لا تتغير

سؤال: يحدث التفاعل المتوازن الآتي  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

بين أثر نقصان تركيز  $H_2$  على 1- حالة التوازن 2- قيمة ثابت التوازن 3- كمية  $HI(g)$  ،  $I_2(g)$

أجواب

1- حالة التوازن: يتحول التوازن ويرجع التفاعل العكسي

2- ثابت التوازن: لا يتغير

3- كمية  $I_2(g)$  تزداد ، كمية  $HI(g)$  تتناقص

## 2- تأثير تغيير الضغط:

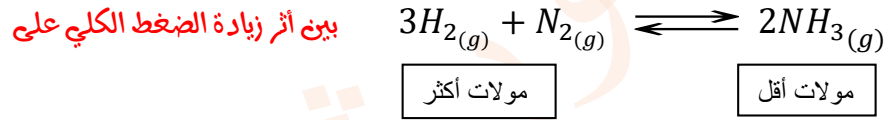
سؤال: ما أثر زيادة وخفض الضغط على تفاعل متوازن عند خفض الضغط يخلو التوازن فيرجع التفاعل العكسي أي باتجاه عدد المولات الغازية الأكثر فتزداد كمية المواد المتفاعلة وتقل كمية المواد الناتجة حتى بلوغ حالة توازن جديدة. عند زيادة الضغط يخلو التوازن فيرجع التفاعل المباشر أي باتجاه عدد المولات الغازية الأقل فتزداد كمية المواد الناتجة وتقل كمية المواد المتفاعلة حتى بلوغ حالة توازن جديدة.

ملاحظة:

زيادة ضغط ← مولات أقل  
تقصان الضغط ← مولات أكثر

إذا كان عدد المولات الغازية متساوياً في طرفي المعادلة لا يؤثر تغيير الضغط على حالة التوازن

سؤال: لديك التفاعل المتوازن التالي

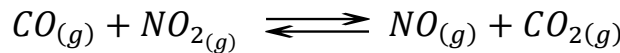


- 1- حالة التوازن 2- قيمة ثابت التوازن 3- كمية المواد المتفاعلة والناتجة
- أكل: حالة التوازن: يخلو ويرجع التفاعل المباشر ( نحو عدد مولات أقل ) لكي ينقص الضغط
- قيمة ثابت التوازن: لا تتغير
- كمية المواد الناتجة تزداد وكمية المواد المتفاعلة تتناقص

سؤال: لدينا التفاعل المتوازن الآتي  $4NO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_2O_{5(g)}$  بين أثر نقصان الضغط على

- 1- حالة التوازن 2- قيمة ثابت التوازن 3- كمية المواد الناتجة والمتفاعلة
- أكل: 1- حالة التوازن: يخلو التوازن ويرجع التفاعل العكسي ( نحو عدد مولات أكثر ) لكي يزداد الضغط
- 2- قيمة ثابت التوازن: لا تتغير
- 3-  $N_2O_5$ : تتناقص ،  $NO_{2(g)}$  ،  $O_{2(g)}$ : تزداد

سؤال: ليكن لدينا التفاعل الآتي:



- 1- اكتب علاقة ثابت التوازن  $K_C$  2- بين أثر زيادة الضغط الكلي على التفاعل معللاً أجبته

$$K_C = \frac{[NO].[CO_2]}{[CO].[NO_2]} \quad \text{أكل: 1}$$

- 2- لا يتأثر التفاعل بزيادة الضغط لأن عدد المولات متساوي في الطرفين

## 3- تأثير تغير درجة الحرارة:

تميز نوعين من التفاعلات:

التفاعلات الناشئة للحرارة  $\Delta H_{rxn} < 0$ تفاعلات ماصة للحرارة  $\Delta H_{rxn} > 0$ 

سؤال: ما أثر زيادة ونقصان الحرارة على 1- حالة التوازن 2- على قيمة ثابت التوازن

أجواب: حالة التوازن:

زيادة الحرارة يرجع التفاعل الماص للحرارة

خفض الحرارة يرجع التفاعل الناشئ للحرارة

قيمة ثابت التوازن

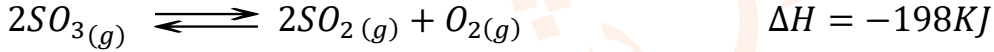
مباشر: يزداد قيمة ثابت التوازن

عكسي: ينقص قيمة ثابت التوازن

ماص  $\rightarrow$  زيادة حرارةناشر  $\rightarrow$  نقصان حرارةيزداد  $\rightarrow$  مباشرينقص  $\rightarrow$  عكسي

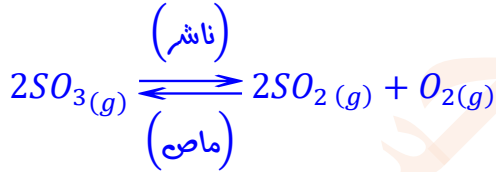
ثابت التوازن

سؤال: يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:



المطلوب ما أثر درجة الحرارة على

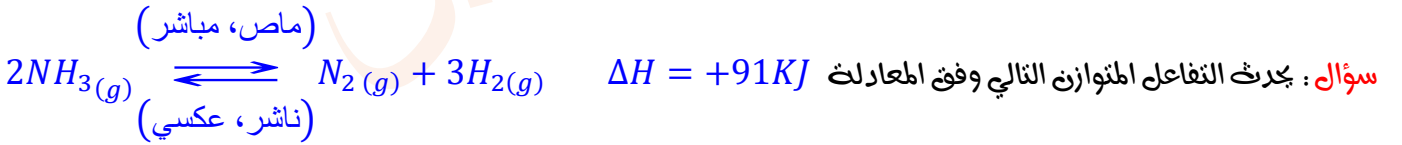
1- حالة التوازن 2- قيمة ثابت التوازن 3- كمية المواد المتفاعلة والناجثة



1- حالة التوازن تتحلل ويرجع التفاعل العكسي

2- قيمة ثابت التوازن تتناقص

3- كمية المواد الناجثة تتناقص، كمية المواد المتفاعلة تزداد

سؤال: يحدث التفاعل المتوازن التالي وفق المعادلة  $\Delta H = +91KJ$  المطلوب بين أثر زيادة الحرارة على 1- حالة التوازن 2- قيمة ثابت التوازن 3- كمية المواد الناجثة والمتفاعلة

أجل: 1- حالة التوازن تتحلل ويرجع التفاعل المباشر

2- قيمة ثابت التوازن تزداد (لان المواد الناجثة تزداد والمواد المتفاعلة تتناقص)

3 - كمية المواد الناجثة تزداد وكمية المواد المتفاعلة تتناقص

## 4- تأثير أكتافاز في 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

حساب قيمة ثابت التوازن  $K_C$  من خلال المعادلات:

إذا ضربت معادلت تفاعل بمعامل ما (رقم ما مثلاً) فإن ثابت التوازن الجديد يُرفع إلى أس يساوي ذلك المعامل  $(K_C)^{رقم}$

إذا عكس التفاعل فإن قيمة ثابت التوازن الجديد يساوي مقلوب قيمة ثابت التوازن الأول  $K'_C = \frac{1}{K_C}$

حساب  $K_C$  هو جداء  $K_C$  بعد التغيير

ملاحظات كل المسائل: عند حساب  $K_C$  يجب تعويض التراكيز عند التوازن

إذا توفر قيمة  $K_C$  وطلب  $K_p$  نستخدم العلاقة  $K_p = K_C (R.T)^{\Delta n}$

مسألة 2: أحسب ثابت التوازن بدلالة التراكيز  $K_C$  للتفاعل  $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$

اعتماداً على التفاعلات  $CO_2(g) + Fe(s) \rightleftharpoons CO(g) + FeO(s)$   $K_{C1} = 1.47$

$Fe(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons FeO(s) + H_2(g)$   $K_{C2} = 2.38$

أكل: نترك المعادلت الأولى كما هي ونقلب الثانية

$CO_2(g) + \cancel{Fe(s)} \rightleftharpoons CO(g) + \cancel{FeO(s)}$   $K_{C1} = 1.47$

$\cancel{FeO(s)} + H_2(g) \rightleftharpoons \cancel{Fe(s)} + H_2O(g)$   $K'_{C2} = \frac{1}{2.38}$

$CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$

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

مسألة 3: ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي  $N_2(g) + O_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2NOBr(g)$  في الدرجة  $T=1000K$

المطلوب احسب  $K_C$  و  $K_p$  اعتماداً على المعادلات المتوازنة التالية حيث  $R = 0.082 \text{ atm l. mol}^{-1} \text{ k}^{-1}$

$2NO(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2NOBr(g)$   $K_{C1} = 2$

$2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$   $K_{C2} = 2 \times 10^4$

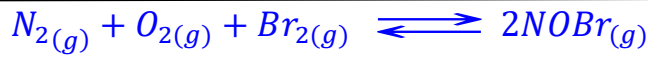
أكل: نترك المعادلت الأولى كما هي ونعكس الثانية



$$K_{C1} = 2$$



$$K'_{C2} = \frac{1}{2 \times 10^4}$$



$$K_C = K_{C1} \times K'_{C2} = 2 \times \frac{1}{2 \times 10^4} = 10^{-4}$$

$$K_p = K_C (R.T)^{\Delta n} \quad \text{حساب } K_p \text{ : من العلاقة الآتية}$$

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

$$K_p = 10^{-4} (82 \times 10^{-3} \cdot 1000)^{-1}$$

نعوض

$$K_p = 10^{-4} (82)^{-1} = \frac{10^{-4}}{82}$$

تحسب من المعادلة الأصلية

 $\Delta n$ 

**مسألة 4:** تبلغ قيمة ثابت التوازن  $K_C = 7.3$  عند درجة حرارة معينة للتفاعل الآتي:



فإذا وضع  $0.08 \text{ mol}$  من غاز الميثانول ( $CH_3OH$ ) مع  $0.4 \text{ mol}$  من غاز الهيدروجين ( $H_2$ ) و  $0.2 \text{ mol}$  من غاز ( $CO$ ) في وعاء سعته  $V = 2 \text{ L}$  المطلوب:

1- احسب حاصل التفاعل  $Q$

2- بين بأحساب هل التفاعل في حالة التوازن أم لا ، أعدد التفاعل الراجع مع التعليل.

**أكل:** 1- تحسب التراكيز عند التوازن ونعوض في علاقة حاصل التفاعل

$$[CH_3OH] = \frac{n}{V} = \frac{0.08}{2} = 0.04 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{n}{V} = \frac{0.4}{2} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$Q = \frac{[CH_3OH]}{[H_2]^2 [CO]} = \frac{0.04}{(0.2)^2 \times 0.1} = \frac{0.04}{0.04 \times 0.1} = \frac{1}{0.1} = \frac{1}{10^{-1}} = 10$$

2- التفاعل لم يصل إلى حالة التوازن لأن  $K_C \neq Q$

التفاعل الراجع هو التفاعل العكسي لأن  $K_C < Q$

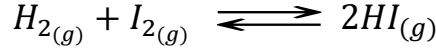
لا تخف هناك دائماً مكان على القمة فإن كنت

أهلاً فسوف تصل

أ. شورش حسين



مسألة 5: مُزج 2mol من الهيدروجين H<sub>2</sub> مع 3mol من اليود I<sub>2</sub> في وعاء مغلق سعته 10 L وكانت كمّية يود الهيدروجين HI عند التوازن 3.6mol أحسب قيمة ثابت التوازن K<sub>c</sub> وأيضا K<sub>p</sub> للتفاعل المتوازن الآتي:



أكل: نحسب التراكيز الابتدائية للهيدروجين واليود والتركيز عند التوازن لليود الهيدروجين

- $[H_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[I_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[HI]_{eq} = \frac{n}{V} = \frac{3.6}{10} = 0.36 \text{ mol.l}^{-1}$

تراكيز ابتدائية

عند التوازن

حساب x

	$H_{2(g)}$	+	$I_{2(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2HI_{(g)}$
mol.l <sup>-1</sup>	0.2		0.3		0
	0.2-x		0.3-x		2x
	تراكيز ابتدائية				
	عند التوازن				

- $[HI]_{eq} = 0.36 \text{ mol.l}^{-1}$
  - $[HI]_{eq} = 2x$
- $$2x = 0.36 \Rightarrow x = \frac{0.36}{2} = 0.18 \text{ mol.l}^{-1}$$

الآن نحسب تركيز الهيدروجين واليود عند التوازن

- $[H_2]_{eq} = 0.2 - x = 0.2 - 0.18 = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[I_2]_{eq} = 0.3 - x = 0.3 - 0.18 = 0.12 \text{ mol.l}^{-1}$

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]}$$

الآن نحسب K<sub>c</sub>

$$K_C = \frac{[0.36]^2}{[0.02] \cdot [0.12]} = \frac{(36 \times 10^{-2})^2}{2 \times 10^{-2} \times 12 \times 10^{-2}} = \frac{1296}{24} = 54$$

$$K_p = K_C (R.T)^{\Delta n}$$

حساب K<sub>p</sub>

$$K_p = K_C (R.T)^0 \Rightarrow K_p = K_C = 54$$

$$\Delta n = 2 - 2 = 0$$

المسألة 6: عند درجة حرارة 25°C يحدث التفاعل المتوازن الآتي  $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$  ، فإذا علمت أن الضغط الجزئي  $P_{H_2O} = 0.0131 \text{ atm}$  المطلوب حساب قيمة K<sub>p</sub> لهذا التفاعل

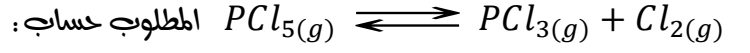
لأن الماء لا يدخل في عبارة ثابت التوازن

$$K_p = P_{H_2O} = 0.0131 \text{ atm}$$

الحل:



المسألة 7: وضع 4 mol من  $PCl_5$  في وعاء سعته 2L وستن الوعاء إلى الدرجة 500 K يتفكك منه 10% وفق المعادلة



$$K_c = 1 \quad K_p = 2 \quad (R = 0.082 \text{ atm.l.mol}^{-1}\text{k}^{-1})$$

أكل: نحسب التركيز الابتدائي  $[PCl_5]_0 = \frac{4}{2} = 2 \text{ mol.l}^{-1}$



$$\text{mol.l}^{-1} \quad \text{تراكيز ابتدائية} \quad 2 \quad 0 \quad 0$$

$$\text{عند التوازن} \quad 2-x \quad x \quad x$$

$$x = \frac{20}{100} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

نحسب X كل 100 يتفكك منها 10

كل 2 يتفكك كلها x

- $[PCl_5]_{eq} = 2 - x = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[PCl_3]_{eq} = x = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[Cl_2]_{eq} = x = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$

$$K_c = \frac{[PCl_3].[Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{0.2 \times 0.2}{1.8} = \frac{4 \times 10^{-2}}{18 \times 10^{-1}} = \frac{1}{45} \quad \text{نحسب } K_c$$

$$K_p = K_c (R.T)^{\Delta n} = \frac{1}{45} (0.082 \times 500) = \frac{5 \times 8.2}{45} = \frac{8.2}{9} = 0.91 \quad \text{حساب } K_p$$

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

المسألة 8: لدينا التفاعل الآتي  $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$  باعتبار التراكيز الابتدائية للمواد  $[B] = 4 \text{ mol.l}^{-1}$

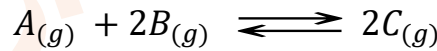
$$[A] = 2 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{وقد بلغ تركيز المادة C عند التوازن } [C]_{eq} = 2 \text{ mol.l}^{-1}$$

1- احسب قيمة ثابت التوازن  $K_c$

2- احسب النسبة المئوية المتفككة من المادة A عند التوازن

أكل في هذه الحالة تراكيز المعطاة هي تراكيز ابتدائية لذلك نحسب التراكيز عند التوازن من المعادلات ذات السطرين ونوجد قيمة X

1- حساب  $K_c$



$$\text{mol.l}^{-1} \quad \text{تراكيز ابتدائية} \quad 2 \quad 4 \quad 0$$

$$\text{عند التوازن} \quad 2-x \quad 4-2x \quad 2x$$

$$[C]_{eq} = 2 \text{ mol.l}^{-1} \quad \leftarrow \text{من نص المسألة}$$

$$[C]_{eq} = 2x \quad \leftarrow \text{من المعادلة}$$

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

حساب X

- $[A]_{eq} = 2 - x = 2 - 1 = 1 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[B]_{eq} = 4 - 2x = 4 - 2(1) = 2 \text{ mol.l}^{-1}$

$$K_c = \frac{[C]^2}{[A].[B]^2} = \frac{2^2}{1 \times 2^2} = 1$$



2- حساب النسبة المئوية المتفككة من المادة A كل 2 يتفكك منها X (1)

كل 100 يتفكك منها Y

$$Y = \frac{100 \times 1}{2} = 50\%$$

المسألة 9: لديك التفاعل المتوازن التالي  $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$  فإذا علمت أن تراكيز التوازن بوحدة  $mol.l^{-1}$  هي  $[O_2]_{eq} = 1 mol.l^{-1}$ ،  $[NO_2]_{eq} = 2 mol.l^{-1}$ ،  $[NO]_{eq} = 2 mol.l^{-1}$

1- احسب قيمة  $K_C$

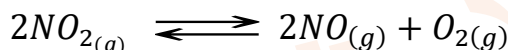
2- احسب التركيز الابتدائي لغاز  $NO_2$

3- احسب النسبة المئوية المتفككة من غاز  $NO_2$  عند الوصول إلى حالة التوازن

أكل: في هذه أمثلة التراكيز هي تراكيز توازن نعوض مباشرة في علاقة ثابت التوازن

$$K_C = \frac{[NO]^2 \cdot [O_2]}{[NO_2]^2} = \frac{2^2 \times 1}{2^2} = 1$$

1 - حساب  $K_C$



2- حساب التركيز الابتدائي

$mol.l^{-1}$  تراكيز ابتدائية  $[NO_2]_0$  0 0

عند التوازن  $[NO_2]_0 - 2x$  2x x

نوجد قيمة x بالمقارنة تركيز  $[O_2]_{eq} = 1 mol.l^{-1}$  ومن المعادلت  $[O_2]_{eq} = x$  بالمساواة نجد  $x = 1 mol.l^{-1}$

$$\bullet [NO_2]_{eq} = 2$$

$$\bullet [NO_2]_{eq} = [NO_2]_0 - 2x \Rightarrow [NO_2]_0 - 2x = 2 \Rightarrow [NO_2]_0 = 2 + 2x \Rightarrow [NO_2]_0 = 2 + 2(1) = 4 mol.l^{-1}$$

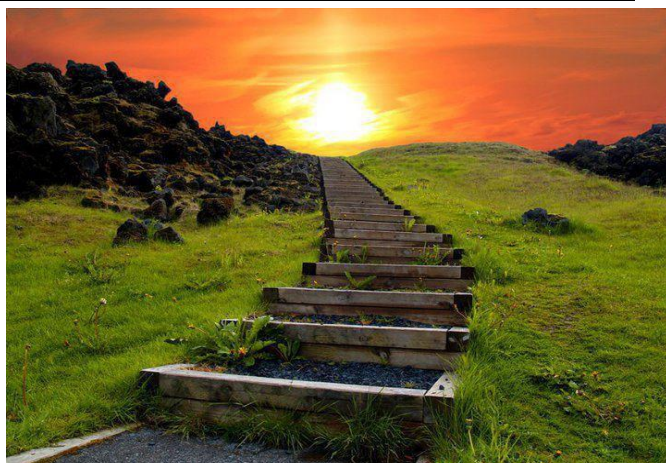
3- حساب النسبة المئوية المتفككة من غاز  $NO_2$  كل 4 يتفكك منها X 2

كل 100 يتفكك منها Y

$$Y = \frac{100 \times 2(1)}{4} = 50\%$$

اصنع المستحيل من أجل تحقيق حلمك، فقط الإرادة والعزيمة  
كفيلتان لتحقيقه، فتوكل على الله

أ. شورش حسين



المسألة 10: مُنح 2mol من مادة A مع 2 mol من مادة B في وعاء سعته 10 L فيحدث التفاعل المتوازن وفق  
 $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$  فإذا علمت أن قيمة ثابت سرعة التفاعل المباشر  $K_1 = 8.8 \times 10^{-2}$  وقيمة ثابت  
 سرعة التفاعل العكسي  $K_2 = 2.2 \times 10^{-2}$ . المطلوب حساب:

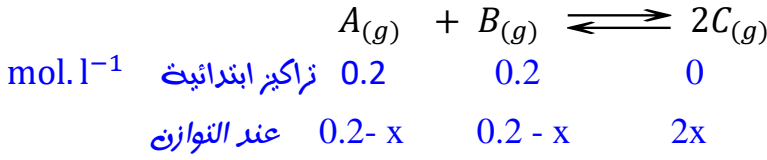
1- حساب قيمة Kc ثم قيمة Kp

2- تراكيز كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند بلوغ التوازن

الحل: 1-  $K_p = K_c(R.T)^{2-2} \Rightarrow K_p = K_c = 4$  ،  $K_c = \frac{K_{c1}}{K_{c2}} = \frac{8.8 \times 10^{-2}}{2.2 \times 10^{-2}} = 4$

2- حساب التراكيز الابتدائية  $[A]_0 = \frac{n}{v} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$

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



نجد الطرفين نجد  $K_c = \frac{[C]^2}{[A].[B]} = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)(0.2-x)} \Rightarrow 4 = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)^2}$

$2 = \frac{2x}{(0.2-x)} \Rightarrow 2(0.2-x) = 2x \Rightarrow 4x = 0.4 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$

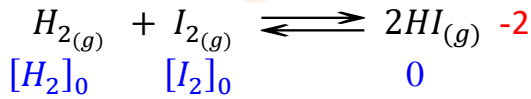
حساب تراكيز التوازن

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

المسألة 11: حدث التفاعل الممثل بالمعادلة  $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$  في وعاء حجمه  $V=10 \text{ L}$  عند بلوغ

التوازن كان عدد مولات الهيدروجين 0.2 mol وعدد مولات اليود 0.1 mol وعدد مولات يوديد الهيدروجين 0.2 mol  
 والمطلوب حساب: 1- حساب ثابت التوازن Kc 2- احسب التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة 3- اقترح طريقتين لزيادة كمية

HI



$[H_2]_0 - x$     $[I_2]_0 - x$     $2x$   
 حساب x من  $[HI]_{eq} = 0.02$  من الحسابات

$[HI]_{eq} = 2x$  من المعادلة  $\Rightarrow$

$2x = 0.02 \Rightarrow x = \frac{0.02}{2} = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$

1- حساب تراكيز التوازن

•  $[H_2]_{eq} = \frac{n}{v} = \frac{0.2}{10} = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$

•  $[I_2]_{eq} = \frac{n}{v} = \frac{0.1}{10} = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$

•  $[HI]_{eq} = \frac{n}{v} = \frac{0.2}{10} = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$

$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(0.02)^2}{0.01 \times 0.02} = 2$

$$[H_2]_{eq} = [H_2]_0 - x \quad \text{من المعادلات}$$

$$[H_2]_{eq} = 0.02 \quad \text{من احسابات}$$

$$[H_2]_0 - x = 0.02 \quad \text{بالمساواة نجد}$$

نعوض قيمت  $x$

$$[H_2]_0 - 0.01 = 0.02$$

$$[H_2]_0 = 0.02 + 0.01 = 0.03 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[I_2]_{eq} = [I_2]_0 - x \quad \text{من المعادلات}$$

$$[H_2]_{eq} = 0.01 \quad \text{من احسابات}$$

$$[I_2]_0 - x = 0.01 \Rightarrow [I_2]_0 = 0.01 + 0.01 = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$$

-3

-1 زيادة تركيز  $H_2$ -2 زيادة تركيز  $I_2$ 

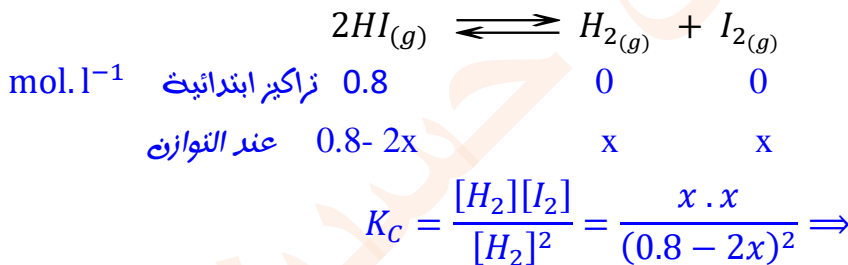
-3 سحب HI كلما تشكل

**المسألة 12:** يتفكك يوديد الهروجين وفق المعادلات  $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$  فإذا كان التركيز الابتدائي ليوديد الهروجين هو  $[HI]_0 = 0.8 \text{ mol.l}^{-1}$  وقيمة ثابت التوازن  $K_c = \frac{1}{36}$  المطلوب احسب:

-1 تراكيز المواد الثلاثة عند التوازن

-2 احسب النسبة المئوية المتفككة من HI

أكل: -1



$$\frac{1}{36} = \frac{x^2}{(0.8 - 2x)^2} \xrightarrow{\text{نحذر الطرفين}} \frac{1}{6} = \frac{x}{0.8 - 2x} \Rightarrow 0.8 - 2x = 6x \Rightarrow 8x = 0.8 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

- $[HI]_{eq} = 0.8 - 2x = 0.8 - 2(0.1) = 0.6 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[H_2]_{eq} = x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[I_2]_{eq} = x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$

-2 كل 0.8 يتفكك من  $2x$ 

$$y = \frac{2(0.1) \times 100}{0.8} = \frac{2 \times 10^{-1} \times 100}{8 \times 10^{-1}} = \frac{100}{4} = 25\%$$

كل 100 يتفكك منه  $y$

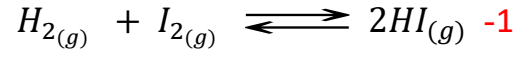
**المسألة 13:** يتفاعل 1 mol من بخار اليود مع 1 mol من غاز الهيدروجين في وعاء حجمه 1 L مغلق وفق المعادلت

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

1- أحسب قيمة ثابت التوازن

2- ارسم خطأ بيانياً يوضح تغير تركيز الهيدروجين بدلالة الزمن.

أكل:  $[I_2]_0 = [H_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{1}{1} = 1 \text{ mol.l}^{-1}$



$$1 \quad 1 \quad 0$$

$$1-x \quad 1-x \quad 2x$$

$$[HI]_{eq} = 1.5 \text{ mol.l}^{-1} \quad \square$$

$$[HI]_{eq} = 2x \quad \text{من المعادلت}$$

$$2x = 1.5 \Rightarrow x = 0.75 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

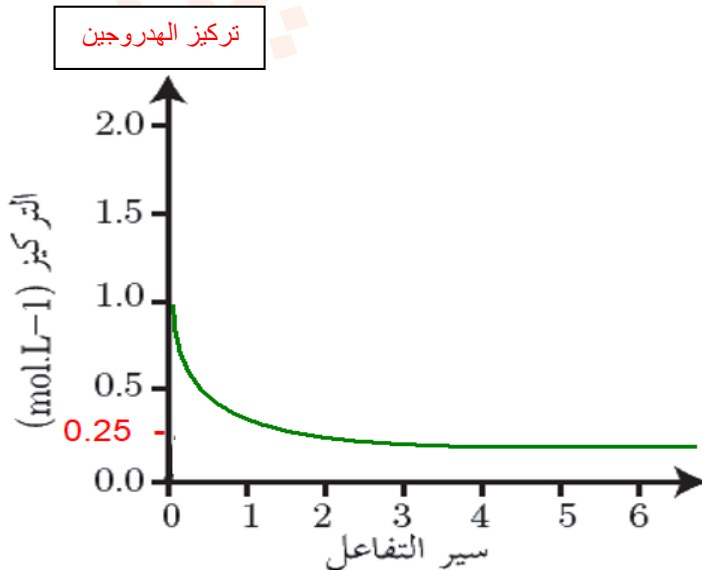
الآن نحسب تراكيز عند التوازن

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

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{(1.5 \times 10^{-1})^2}{25 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-2}} = \frac{225 \times 10^{-2}}{25 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-2}} =$$

$$= \frac{9 \times 10^2}{25} = 9 \times 4 = 36 \quad \square$$

2- رسم البياني



اعتبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

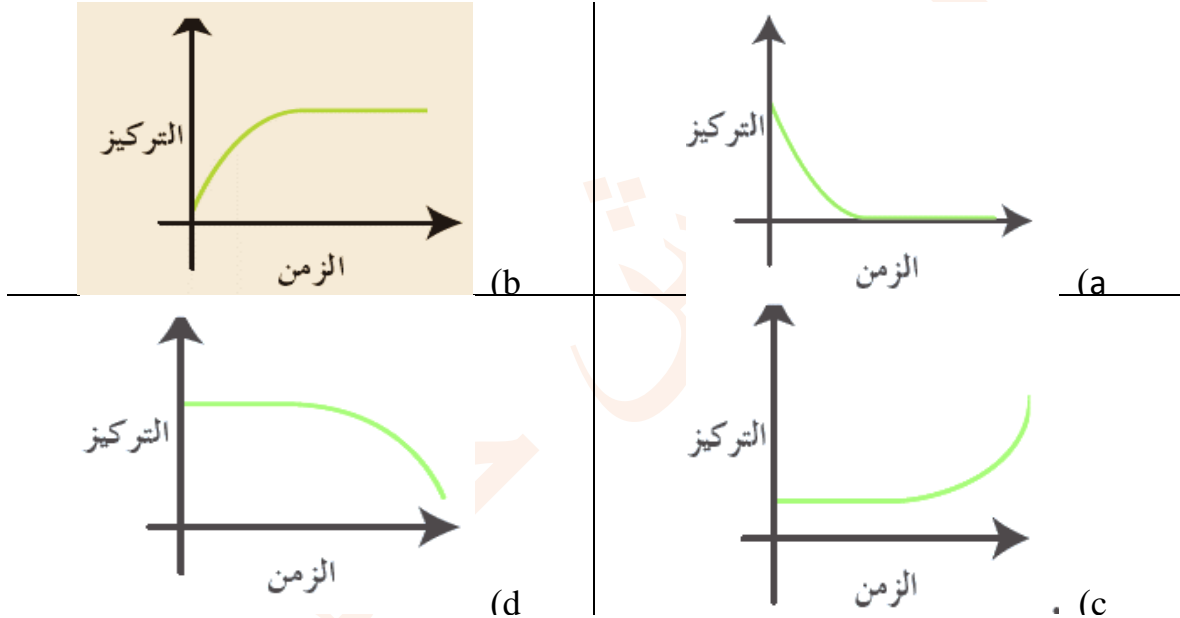
1- تتغير قيمة ثابت التوازن  $K_c$  في التفاعلات المتوازنة:

- (a) بتغير الضغط  
(b) بإضافة حفاز  
(c) خفض درجة الحرارة  
(d) بزيادة تركيز المواد الناتجة

2- عند بلوغ حالة التوازن في التفاعلات المتوازنة:

- (a) ينخفض تركيز المواد الناتجة  
(b) تنخفض سرعة التفاعل المباشر  
(c) تثبت تركيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة  
(d) تزداد سرعة التفاعل المباشر

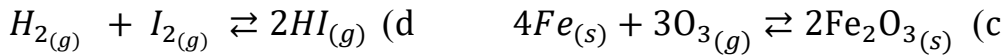
3- أحد أخطوط البيانية يمثل تغير تركيز مادة ناتجة في تفاعل متوازن:



- 4- يفرض أن  $K_c$  ثابت التوازن للتفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:  $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g)$   
فتكون قيمة ثابت بدلات التراكيز  $K'_c$  للتفاعل الآتي:  $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$  مساوياً:
- (a)  $2K_c$   
(b)  $\frac{1}{2K_c}$   
(c)  $\frac{1}{K_c^2}$   
(d)  $K_c^2$

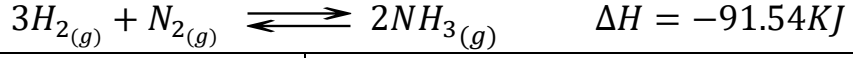
توضيح أكل: المعادلات مضروبة بـ 2 أي نرفع  $K_c$  إلى أس 2 والمعادلة معكوسة أي نقلب  $K_c$  فتصبح  $\frac{1}{K_c^2}$ 

5- أي من التفاعلات المتوازنة الآتية سوف يرجع التفاعل العكسي عند نقصان حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل



توضيح أكل: إذا نقص الحجم يزداد الضغط وإذا ازداد الضغط يرجع التفاعل نحو المولات الأقل

6- أيّ من المتغيّرات الآتية سوف يؤديّ إلى زيادة كمية النشادر في التفاعل المتوازن الآتي:



(a) زيادة درجة الحرارة	(b) خفض كمية $N_2$
(c) زيادة الضّغط الكليّ	(d) إضافة حفاز.

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكلّ مما يأتي:

- لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعلات المتوازنة.  
لأن المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتعطي المواد المتفاعلة في الشروط ذاتها.
- إضافة حفاز تسرع الوصول إلى حالة التوازن  
لأن أفضاز يزيد من سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي بالمقدار نفسه
- في التفاعل الآتي  $C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)}$  ينزاح بالاتجاه المباشر بزيادة الضّغط.  
لأن التفاعل المباشر يرجع وذلك نحو عدد مولات الغاز الأقل.
- في التفاعل الماصّ للحرارة نقل قيمة ثابت التوازن عند خفض درجة الحرارة.  
لأن التفاعل العكسي يرجع فنقل كمية المواد الناتجة ونرداد كمية المواد المتفاعلة فنقل قيمة ثابت التوازن.

ثالثاً: لديك التفاعل الآتي  $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} \quad \Delta H < 0$  المطلوب:

- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز  $K_C$
- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية  $K_p$
- اكتب العلاقة بين  $K_C$  و  $K_p$
- بين تأثير خفض درجة الحرارة على حالة التوازن مع التفسير.
- بين تأثير إضافة حفاز على حالة التوازن وقيمة ثابت التوازن.

أكل:

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [O_2]} \quad -1$$

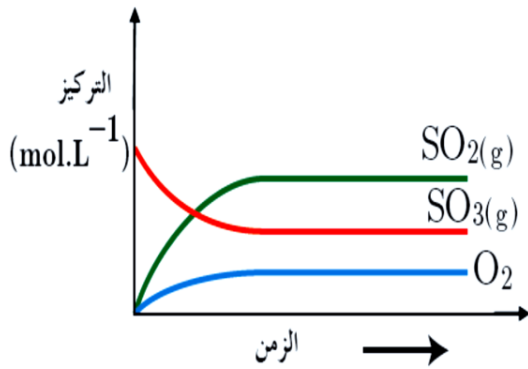
$$K_P = \frac{P_{(NO_2)}^2}{P_{(NO)}^2 \cdot P_{O_2}} \quad -2$$

$$K_p = K_C (R.T)^{\Delta n} \quad -3$$

$$\Delta n = 2 - 3 = -1 \quad \Rightarrow \quad K_p = K_C (R.T)^{-1}$$

4- عند خفض درجة الحرارة يرجع التفاعل المباشر نحو التفاعل الناشء للحرارة.

5- لا يؤثر أفضاز على حالة التوازن ولا يؤثر على قيمة ثابت التوازن.



رابعاً: لديك الشكل المبجور الذي يمثل تفاعل متوازن:

المطلوب-1: اكتب المعادلات المعبرة عن التفاعل.

2- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز

أكل:



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

خامساً: قيسك قيم ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزيئية في درجات حرارة مختلفة:.

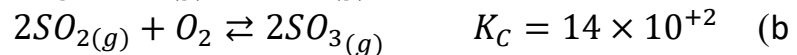
$3A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$	
درجة الحرارة (°C)	قيمة ثابت التوازن $K_P$
300	$4.34 \times 10^{-3}$
400	$1.64 \times 10^{-4}$

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

أجواب: يلاحظ من القيم في الجدول أنه عند رفع درجة الحرارة تقل قيمت ثابت التوازن أي يرجع بالاتجاه العكسي الماص للحرارة

وبالتالي التفاعل ناشر للحرارة

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



أجواب: التفاعل الأول  $K_C < 1$  وبالتالي كمية المواد الناتجة أقل من كمية المواد.

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

تفكير ناقذ:

من خلال معرفت تغيير تركيز مادة واحدة هل يمكن تحديد فيما إذا التفاعل وصل إلى حالة التوازن أم لا؟ ناقش إجابتك.

أجواب

ثبات تركيز أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة في التفاعلات المتوازنة يدل على الوصول إلى حالة التوازن ولكن في التفاعلات التامة

عند نهايت التفاعل تثبت تراكيز المواد الناتجة أو أحد المواد المتفاعلة إذا لم تتفاعل المواد بنسب التفاعل



## أسئلة الوحدة الثالثة

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلٍ مما يأتي:

1- في التفاعل الأوليّ الآتي نواتج  $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow$  عندما يزداد حجم الوعاء مرتين فإن سرعة التفاعل:

(a) تنخفض أربع مرّات.	(b) تنخفض ثنائي مرّات.
(c) تزداد مرتين.	(d) تزداد أربع مرّات.

توضيح للحل: عندما يزداد الحجم ينقص التركيز يزداد الحجم مرتين فينقص التراكيز مرتين

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

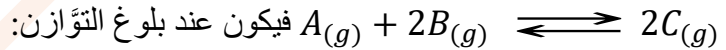
$$v' = k \left[ \frac{A}{2} \right] \cdot \left[ \frac{B}{2} \right]^2 = \frac{1}{8} k[A].[B]^2 \Rightarrow v' = \frac{1}{8} v$$

2- أي من التفاعلات الآتية تكون فيه النسبة  $\frac{K_C}{K_P}$  أكبر

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

توضيح للحل:

3- يمزج 0.1mol من A مع 0.1mol من B في وعاء سعته 1L فنكون قيمة  $K_C$  تساوي  $10^{-3}$  للتفاعل المتوازن الآتي

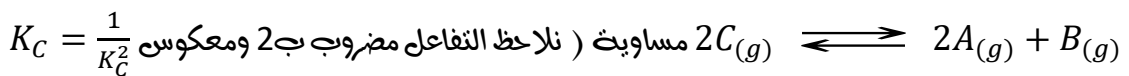


$[C] = [B]$ (b)	$[C] = 2[B]$ (a)
$[C] < [B]$ (d)	$[C] > [B]$ (c)

4- إحدى العبارات الآتية صحيحة عند بلوغ التوازن في التفاعل الكيميائي.

(a) يتوقف التفاعل المباشر فقط.	(b) يتوقف التفاعل العكسي فقط.
(c) تتساوى قيمة ثابت سرعة التفاعل المباشر وقيمة ثابت سرعة التفاعل العكسي.	(d) تتساوى سرعة التفاعلين المباشر والعكسي.

5- إذا علمت أن قيمة  $K_C = 10$  للتفاعل التالي  $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$  فنكون قيمة  $K_C$  للتفاعل



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

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

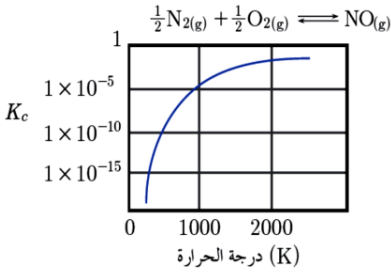
- 1- في التفاعل الناشر للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند زيادة درجة الحرارة. لأن التفاعل العكسي يرجع، نحو الاتجاه الماص للحرارة وبالتالي نقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.
- 2- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تميل إلى أن تكون سريعة. لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط يكون كبير.
- 3- يتفوق البروبان بسرعة أكبر من البنزان في الشروط نفسها. لأن عدد الروابط C-H و C-C أقل في حالة البروبان وبالتالي احتراقه أسرع.
- 4- بعض التصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائي وليس جميعها. لأنه يوجد تصادمات فعالة وتصادمات غير فعالة وكذا التفاعل يجب أن يكون التصادم فعالاً.

ثالثاً أجب عن الأسئلة الآتية:

1. لديك التفاعل المتوازن الآتي:  $\Delta H > 0$   $H_2O_2(g) \rightleftharpoons H_2O(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$  المطلوب: (a) اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية (b) اذكر طريقة تريد قيمة ثابت التوازن مع التفسير.

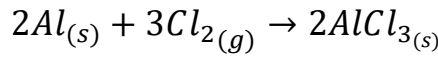
$$K_p = \frac{P_{(H_2O)} \cdot P_{(O_2)}^{\frac{1}{2}}}{P_{H_2O_2}} \quad \text{(a: اكتب)}$$

- (b) بزيادة درجة الحرارة يرجع التفاعل المباشر الماص للحرارة فتزداد قيمة ثابت التوازن لديك الخط البياني الآتي يمثل قيم مختلفة لثابت التوازن بدلالة درجة الحرارة، المطلوب بين فيما إذا كان التفاعل ناشر أم ماص للحرارة اكتب:



التفاعل ماص للحرارة لأن عند ارتفاع درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت التوازن وبالتالي يرجع التفاعل المباشر الماص للحرارة

3. اذكر الطرائق التي تريد من سرعة التفاعل الممثل بالمعادلة



الجواب:

- 1- بزيادة درجة الحرارة
- 2- بإضافة حفاز
- 3- بجعل الألمنيوم على شكل مسحوق (زيادة سطح التماس)
- 4- بزيادة تركيز  $Cl_2(g)$



## أحموض والأسس

الدرس الأول

نظريات في أحموض والأسس

سؤال: عرف أحمض والأسس حسب نظرية أرينوس موضحاً بالمعادلات

أجواب:

أحمض: كل مادة كيميائية تحرر أيون هيدروجين  $H^+$  أو أكثر عند انحلالها في الماء  $HA \rightarrow H^+ + A^-$   
 الأسس: كل مادة كيميائية تحرر أيون هيدروكسيد  $OH^-$  أو أكثر عند انحلالها في الماء  $BOH \rightarrow B^+ + OH^-$ .

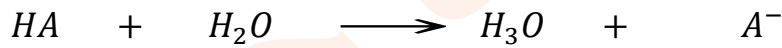
سؤال: عرف أحمض والأسس حسب نظرية بر ونشتند - لوري:

أجواب:

أحمض: كل مادة كيميائية قادرة على منح بروتون  $H^+$  أو أكثر إلى مادة أخرى تتفاعل معها.  
 الأسس: كل مادة كيميائية قادرة على استقبال بروتون  $H^+$  أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معها.

سؤال: لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية  $HA + H_2O \rightarrow H_3O^+ + A^-$ :

وضّح أيّ المركبين يسلك سلوك حمض، وأيّهما يسلك سلوك أسس حسب نظرية بر ونشتند - لوري. ثم حدد الأزواج المترافقت

أجواب:  $HA$  يمنح بروتون، ويسلك سلوك حمض، و  $H_2O$  يستقبل بروتون، ويسلك سلوك أسس.

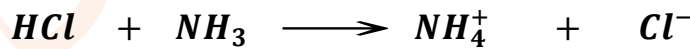
أساس مرافق 1      حمض مرافق 2      أساس 2      حمض 1

نلاحظ:

لكل حمض أساس مرافق ولكل أسس حمض مرافق تسمى الأزواج المترافقة

سؤال: لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:  $HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$  حدد أحمض والأسس

وفق نظرية بر ونشتند - لوري. ثم حدد الأزواج المترافقت



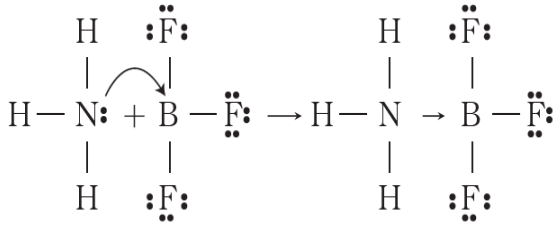
أساس مرافق 1      حمض مرافق 2      أساس 2      حمض 1

سؤال: عرف أحمض والأسس حسب لوبيس

الجواب: أحمض: كل مادة كيميائية قادرة على استقبال زوج إلكترونات أو أكثر من مادة أخرى تتفاعل معها.

الأسس: كل مادة كيميائية قادرة على منح زوج إلكترونات أو أكثر مادة أخرى تتفاعل معها.





سؤال: لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الكيميائية الآتية:

المطلوب:

- 1- وضح ما نوع الرابطة بين ذرتي البور والتروجين.
- 2- حدّد الحمض والأساس حسب نظرية لويس.

أساس لويس

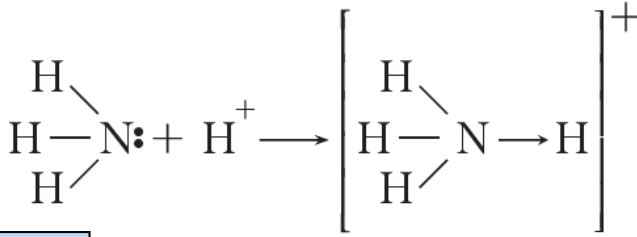
حمض لويس

الحل: 1- تمنح ذرة التروجين زوجاً إلكترونياً غير رابط إلى ذرة البور، فتتشكل رابطة

تساندية بين ذرتي البور والتروجين

2 -  $\text{NH}_3$  يقوم بدور أساس، و  $\text{BF}_3$  يقوم بدور

حمض.



سؤال: حدّد الحمض والأساس في التفاعل الآتي وفق نظرية لويس:

أساس لويس

حمض لويس

سؤال: لماذا يعتبر النشار  $\text{NH}_3$  أساس لويس؟ لأنه قادر على منح الزوج الإلكتروني

ملاحظت: أسس لويس هي الأيونات الموجبة  $\text{Fe}^{2+}$  .  $\text{Cu}^{2+}$  .  $\text{H}^+$

مخوض لويس الأيونات السالبة و  $\text{NH}_3$

استنتاج:

• نظرية أرينبوس غير كافية لتحديد الصفة احمضية والصفة الأساسية لجميع المركبات الكيميائية.

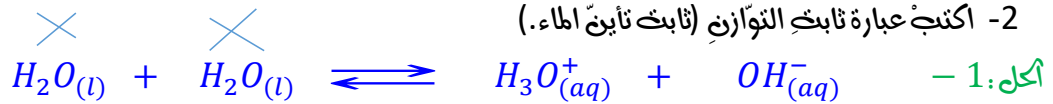
• نظرية برونشند - لوري أكثر شمولية من نظرية أرينبوس.

• نظرية لويس فسرت السلوك احمضي والاساسي لبعض المركبات التي يتم فيها انتقال الأزواج الإلكترونية.

سؤال: يعد الماء ناقلاً رديئاً للتيار الكهربائي لاحتوائه على أيونات قليلة. المطلوب:

1- اكتب معادلات التأيين الذاتي للماء وحدد الأزواج المتوافقة أساس/حمض وفق نظرية برونشند - لوري.

2- اكتب عبارة ثابت التوازن (ثابت تأين الماء).



1 حمض

2 أساس

حمض مرافق 2

أساس مرافق 1

ثابت تأين الماء

$$K_W = [\text{H}_3\text{O}^+].[\text{OH}^-]$$

- 2

**سؤال:** ما هو المركب المذبذب اذكر مثال عن هذه المركبات

(ج) المركب المذبذب يسلك سلوك حمض أحياناً وسلوك أساس أحياناً أخرى، وفقاً للمادة التي يتفاعل معها (مثل الماء).

### قوة الحمض وقوة الأساس:

**سؤال:** كيف تقاس قوة الحموض وضعفها؟ اكتب معادلت تأين للحمض HA واكتب علاقة درجت التأين

(ج) تقاس قوة الحمض بسهولة منحه لبروتون أو أكثر، حيث يتأين الحمض القوي كلياً وفق المعادلت:



يتأين الحمض الضعيف جزئياً وفق المعادلت



→ القوي سهم

→ الضعيف سهمين

يعبر عن قوة الحمض بدرجة تأينه  $\alpha$  وفق العلاقة  $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$  حيث  $C_a$ : التركيز الابتدائي للحمض أحادي الوظيفة

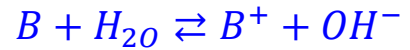
أسس قوية	أسس ضعيفة
NaOH	NH <sub>4</sub> OH
KOH	NH <sub>3</sub>

حموض قوية	حموض ضعيفة
HCl	CH <sub>3</sub> COOH
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCOOH
HNO <sub>3</sub>	HCN

**سؤال:** كيف تقاس قوة الأساس وضعفها؟ اكتب معادلت تأين للحمض BOH واكتب علاقة درجت التأين

(ج) تقاس قوة الأساس بسهولة استقباله لبروتون أو أكثر

يتأين الأساس القوي كلياً، ويتأين الأساس الضعيف جزئياً وفق المعادلت



يعبر عن قوة الأساس بدرجة تأينه  $\alpha$  وفق العلاقة التالية:  $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$  حيث  $C_b$ : التركيز الابتدائي للأساس أحادي الوظيفة الأساسية

**ملاحظات:** • عند مقارنة قوة حمضين ضعيفين فإن الأساس المرافق للحمض الأقوى هو الأساس الأضعف، والأساس المرافق للحمض الأضعف هو الأساس الأقوى.

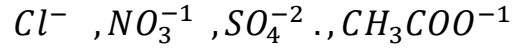
تكتب أحياناً درجة التأين كنسبة مئوية  $\alpha \times 100\%$

حمض أحادي الوظيفة يعطي H<sup>+</sup> واحدة عندما يتأين مثل HCl

حمض ثنائي الوظيفة يعطي 2H<sup>+</sup> عندما يتأين مثل H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

الحمض	الأساس
HCl	Cl <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
HNO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> (aq)	H <sub>2</sub> O
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
HF	F <sup>-</sup>
CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> S	HS <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HPO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>
HPO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
H <sub>2</sub> O	OH <sup>-</sup>
OH <sup>-</sup>	O <sup>-2</sup>
H <sub>2</sub>	H <sup>-</sup>
CH <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> <sup>-</sup>

سؤال: اكتب صيغته اكموض المرافقة للأسس التالية:



أكل: نضيفه هيدروجين مع إزالت إشارة (-) واحدة



سؤال: اذا كان  $F^{-}$  أقوى من  $NO_3^{-}$  كأساس اكتب صيغته

الأساس المرافق لكل منهما وبين أي اكمضين أقوى فسر

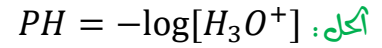
إجابتك؟



$HNO_3$  هو الأقوى لأنه مرافق للأساس الأضعف

مفهوم الأس الهيدروجيني ال **PH**

سؤال: اكتب علاقة الأس الهيدروجيني ال PH



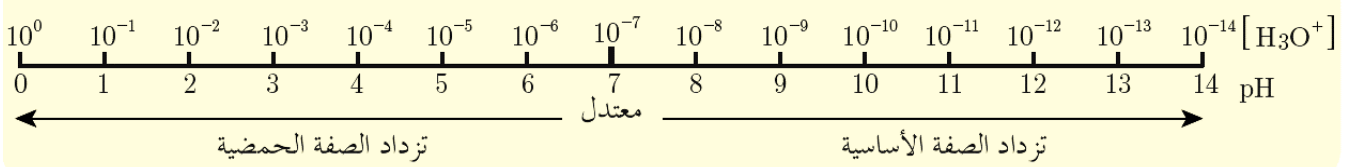
سؤال: اكتب علاقة الأس الهيدرو وكسيدي ال POH



سؤال: اعتماداً على قيمة ال PH متى يكون الوسط حمضياً - معتدلاً - أساسياً

الجواب

أساسي	معتدل	حمضي
$PH > 7$	$PH=7$	$PH < 7$
$[H_3O^+] < [OH^{-}]$	$[H_3O^+] = [OH^{-}]$	$[H_3O^+] > [OH^{-}]$



نلاحظ أن قيمة ال PH تقع بين 0 وال 14

كلما اقتربنا من الصفر يزداد قوة اكمض وكلما اقتربنا من 14 يزداد قوة الأساس

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

$$[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol.l}^{-1}$$

ملاحظه من اجل الماء المتعادل عند الدرجه 25°C يكون

خواص اللوغاريتم العشري

$$\log(x.y) = \log x + \log y$$

$$\log \frac{x}{y} = \log x - \log y$$

$$\log x^n = n \log x$$

$$\log 10 = 1$$

سؤال رتبه المطاليل الاثيبت متساويبت التراكيز حسب تناقص

ال PH (HCl, NaOH, HCOOH, NH4OH)

الجواب NaOH → NH4OH → HCOOH → HCl

سؤال: لديك محلول أساس ضعيف B تأيبت جزئي في الماء .

المطلوب:

1- اكتب معادلت تأيبت.

2- استنتج علاقة ثابت تأيبت الأساس الضعيف  $K_b$

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

4- استنتج علاقة قوة الأساس بثابت تأيبت.

اكمل:



$$K_b = \frac{[BH^+].[OH^-]}{[B]} \quad -2$$

3- نعلم أن  $[B] = C_b$  و  $[BH^+] = [OH^-]$

نعوض في علاقة  $K_b$  نجد:

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

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

$$[OH^-]^2 = K_b \cdot C_b$$

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

4- ترداد قيمت ثابت تأيبت الأساس الضعيف بزيادة

تركيز أيون الهدر وكسيد ، وبالتالي ترداد قوة

الأساس بازدياد قيمت ثابت تأيبت.

سؤال: لديك محلول مائي كمنض ضعيف HA

المطلوب:

1 اكتب معادلت تأيبت.

2 اكتب عبارة ثابت تأيبت كمنض الضعيف HA

3 اثبت أن:  $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$

4 استنتج علاقة قوة كمنض بثابت تأيبت.

اكمل:



$$K_a = \frac{[H_3O^+].[A^-]}{[HA]} \quad .2$$

3. نعلم أن  $[HA] = [A^-]$  و  $[H_3O^+] = C_a$

نعوض في علاقة  $K_a$  نجد:

$$K_a = \frac{[H_3O^+].[H_3O^+]}{C_a}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{[C_a]}$$

$$[H_3O^+]^2 = K_a \cdot C_a$$

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

4. ترداد قيمت ثابت تأيبت كمنض الضعيف بزيادة

تركيز أيون الهدر ونيوم ، وبالتالي ترداد قوة

كمنض بازدياد قيمت ثابت تأيبت.



## ملاحظات هامة

1- تزداد قوة الحمض الضعيف أو الأساس الضعيف بزيادة قيمة ثابت تأينته.

جدول يبين قيم ثابت تأين بعض الحموض الضعيفت عند الدرجة  $25^{\circ}\text{C}$

الحمض الضعيف	الصيغة الكيميائية	$K_a$
حمض الخل	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$1.8 \times 10^{-5}$
حمض البنزويك	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$6.4 \times 10^{-5}$
حمض النمل	$\text{HCOOH}$	$1.8 \times 10^{-4}$
حمض سيانيد الهيدروجين	$\text{HCN}$	$6.2 \times 10^{-10}$
حمض فلوريد الهيدروجين	$\text{HF}$	$7.2 \times 10^{-4}$
حمض الأزوتي	$\text{HNO}_2$	$4.0 \times 10^{-4}$
حمض البروبانويك	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	$1.3 \times 10^{-5}$

اعتماداً على الجدول السابق اجب عن الأسئلة الآتية:

- 1- أي حموض هي الأقوى من بين هذه الحموض؟ (ج) هو حمض فلور الهيدروجين HF لان له أكبر قيمة  $K_a$
- 2- أي حموض هو الأضعف من بين حموض؟ (ج) هو حمض سيانيد الهيدروجين HCN لان له اصغر قيمة  $K_b$
- 3- حد الأساس المرافق الأضعف؟ (ج) الأساس المرافق الأضعف  $\text{F}^-$  لانته يرافق حمض أقوى

## نستنتج

الأساس الضعيف	الأساس القوي
له $[\text{OH}^-]$ أصغر	له $[\text{OH}^-]$ أكبر
له PH اصغر	له PH أكبر
له حمض مرافق أقوى	له حمض مرافق أضعف
له $K_a$ اصغر	له $K_a$ أكبر

الحمض القوي	الحمض الضعيف
له $[\text{H}_3\text{O}^+]$ أكبر	له $[\text{H}_3\text{O}^+]$ أصغر
له PH أصغر	له PH أكبر
له أساس مرافق أضعف	له أساس مرافق أقوى
له $K_a$ أكبر	له $K_a$ اصغر

## ملاحظات للمسائل

- اذا أعطي في نص المسألة قيمة PH نحسب تركيز  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  من العلاقة  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{PH}}$
- اذا أعطي في نص المسألة قيمة POH نحسب تركيز  $[\text{OH}^-]$  من العلاقة  $[\text{OH}^-] = 10^{-\text{POH}}$

حساب الكتلة نستخدم القانون:

$$m = C_{\text{mol.l}^{-1}} \cdot V \cdot M$$

$[H_3O^+] = C_a$	حساب $[H_3O^+]$ للحمض قوي أحادي الوظيفة مثل (HCl, HNO <sub>3</sub> )
$[H_3O^+] = 2C_a$	حساب $[H_3O^+]$ للحمض قوي ثنائي الوظيفة مثل (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$	حساب $[H_3O^+]$ للحمض الضعيف مثل (حمض أكل، حمض النمل، حمض سيانيد)
$[OH^-] = C_b$	حساب $[OH^-]$ للأساس القوي الأحادي الوظيفة مثل (NaOH, KOH)
$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$	حساب $[OH^-]$ للأساس الضعيف مثل (NH <sub>3</sub> )

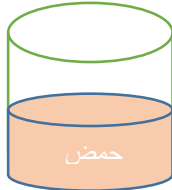
عند وجود تمديد لدينا حالتين

1- التمديد عدة مرات : نستخدم قانون التمديد (بعد التمديد) =  $n$  (قبل التمديد)  $n$ 

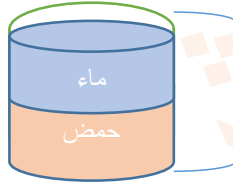
$$C \cdot V = C' \cdot V'$$

2- عند إضافة ماء إلى حمض نستخدم القانون  $C \cdot V = C' \cdot (V_{\text{الماء}} + V_{\text{الحمض}})$ 

$$C' = \frac{C \cdot V}{(V_{\text{الماء}} + V_{\text{الحمض}})}$$



قبل التمديد



بعد التمديد

$$V' = V_{\text{حمض}} + V_{\text{ماء}}$$

بعد حساب  $C'$ 

للحموض القوية أحادي الوظيفة $[H_3O^+]' = C'$	للأساس القوي $[OH] = C'$
للحموض القوية ثنائي الوظيفة $[H_3O^+]' = 2C'$	للأساس الضعيف $[OH]' = \sqrt{K_b \cdot c'}$
للحموض الضعيفة $[H_3O^+]' = \sqrt{K_a \cdot c'}$	

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

$$PH + POH = 14$$

لا تنسى هذه العلاقات المهمة



**المسألة 1:** يبلغ تركيز أيونات الهيدرونيوم في محلول مائي  $0.01 \text{ mol.l}^{-1}$  المطلوب حساب:

1- تركيز أيونات الهيدرونيوم وكسيد.

2- قيمت كل من pH و pOH الوسط لهذا المحلول

**الحل:**

$$[10^{-2}] \cdot [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ mol.l}^{-1} \quad -1$$

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

$$PH + POH = 14 \Rightarrow POH = 14 - PH = 14 - 2 = 12$$

3- طبيعة الوسط حمضية لان  $PH = 2$   $PH < 7$

**المسألة 2:** محلول حمض سيانيد الهيدروجين تركيزه الابتدائي  $0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  وثابت تأين حمض سيانيد الهيدروجين  $5 \times 10^{-10}$  المطلوب:

1- أكتب معادلت تأين أحمض السابق، وأحد الأزواج المتراقت أساس/حمض وفق برونشترند - لوري.

2- أحسب تركيز  $[OH^-]$  و  $[H_3O^+]$ .

3- أحسب قيمة pH المحلول.

4- أحسب درجة تأين أحمض.

**الحل:**



$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} \quad -2$$

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

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

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

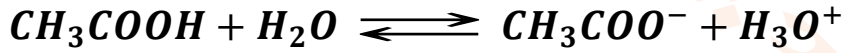
$$PH = -\log(10^{-5}) = 5 \quad -4$$

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

## المسألة 3:

- (a) محلول حمض أكل تركيزه  $0.02 \text{ mol.l}^{-1}$  وثابت تأين حمض أكل  $1.8 \times 10^{-5}$   
أكتب معادلت تأينه، واحسب قيمة  $[CH_3COO^-]$
- (b) إذا احتوى المحلول الابتدائي حمض كلور الماء بتركيز  $10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$  بالإضافة إلى المحلول السابق.  
1- احسب  $[CH_3COO^-]$  في المحلول في هذه الحالة.  
2- أقرن بين قيمتي تركيز  $[CH_3COO^-]$  في الحالتين a و b  
3- أفسر ذلك، ماذا أستنتج؟

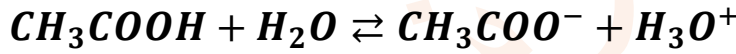
## الحل: (a)



$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{18 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-2}} \Rightarrow$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{36 \times 10^{-8}} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$$

1 - (b)



ابتدائية	0.02	0	0.01
عند التوازن	0.02 - x	x	0.01 + x

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 18 \times 10^{-6} = \frac{x(0.01 + x)}{0.02 - x}$$

نعمل x المضاف في البسط والمطروحة في المقام لصغرهما .

$$18 \times 10^{-6} = \frac{0.01x}{0.02} \Rightarrow x = 36 \times 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}$$

2- بالمقارنة أجد  $[CH_3COO^-]$  في الحالة a أكبر من  $[CH_3COO^-]$  في الحالة b

3- لأنه يزداد تركيز  $H_3O^+$  الأيون المشترك وحسب لوشاتوليه يزداد التفاعل نحو التقليل من هذه الزيادة أي التفاعل الراجع هو العكسي وبالتالي ينقص  $[CH_3COO^-]$

## استنتاج:

الأيون المشترك لمركبين أو أكثر في محلول يضعف تأين المركب الضعيف التآين.

المسألة 4: يذاب 8g من هيدروكسيد الصوديوم بالماء المقطر، ويُكمل الحجم إلى 2 L والمطلوب حساب:

1- قيمة  $[H_3O^+]$   $[OH^-]$

2- قيمة pH، pOH للمحلول.

3- حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 50mL من المحلول السابق ليصبح قيمته  $pH = 11$   
(H:1 , O:16 , Na:40)

$$M_{NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g.mol}^{-1}$$

أكل:

1- نحسب عدد مولات هيدروكسيد

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

$$C_{\text{mol.l}^{-1}} = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{نحسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم}$$

$$[OH^-] = C_b = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{لأنه قوي}$$

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$PH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow PH = -\log(10^{-13}) = 13 \quad -2$$

$$POH + PH = 14 \Rightarrow POH = 1$$

3- نحسب تركيز  $[OH^-]$  الجديد  $PH=11$  هذا يعني  $POH=3$

$$[OH^-] = 10^{-POH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1} = C'_b \quad \text{لأنه أساس قوي}$$

$$C_b \cdot V_{\text{حمض}} = C'_b \cdot V' \quad \text{من قانون التمديد نحسب الحجم الكلي بعد التمديد}$$

$$10^{-1} \times 50 = 10^{-3} \cdot V' \Rightarrow V' = \frac{5}{10^{-3}} = 5000 \text{ ml}$$

وهو يمثل الحجم الكلي (الماء + الحمض)

$$V_{\text{الماء}} = V' - V_{\text{الحمض}} = 5000 - 50 = 4950 \text{ ml} = 4.95 \text{ L}$$

المسألة 5: محلول حمض سيانيد الهيدروجين HCN له  $PH=5$  ودرجة تأينه  $5 \times 10^{-3}\%$  والمطلوب:

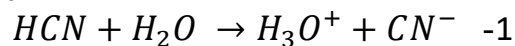
1- اكتب معادلت تأين الحمض السابق.

2- احسب قيمة كل من التركيز الابتدائي للحمض السابق، وثابت تأينه.

3- بين بأحساب كيف يتغير  $[H_3O^+]$  عندما تصبح  $PH=6$

$$\alpha = \frac{5 \times 10^{-3}}{100} = 5 \times 10^{-5}$$

أكل:



$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \quad -2$$

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

نقسم  $\alpha$   
على 100

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \Rightarrow C_a = \frac{[H_3O^+]}{\alpha} = \frac{10^{-5}}{5 \times 10^{-5}} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} \Rightarrow 10^{-5} = \sqrt{K_a \cdot 0.2} \xrightarrow{\text{نربع الطرفين}} 10^{-10} = K_a \cdot 0.2$$

$$K_a = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-10}$$

3- بحسب  $[H_3O^+]$ '

$$PH = 6 \Rightarrow [H_3O^+]' = 10^{-PH} = 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\frac{\text{بعد}}{\text{قبل}} = \frac{[H_3O^+]'}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-6}}{10^{-5}} = 10^{-1} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} [H_3O^+] = 10^{-5} \text{ قبل التغيير} \\ [H_3O^+]' = 10^{-6} \text{ بعد التغيير} \end{array} \right.$$

$$[H_3O^+]' = \frac{[H_3O^+]}{10}$$

نستنتج اذا ازداد ال PH درجت واحدة ينقص تركيز  $[H_3O^+]$  عشر مرات

**المسألة 6:** محلول حمض النمل له PH=2 وثابت تأينه  $K_a = 2 \times 10^{-4}$  والمطلوب:

- 1- اكتب معادلت تأين لهذا الحمض ثم حدد الأزواج المترافقتة أساس/حمض حسب برونشتر - لوري.
  - 2- احسب قيمةت POH المحلول ثم احسب تركيز الحمض الابتدائي.
  - 3- احسب حجم الماء المقطر الواجب إضافته إلى 10 ml من الحمض لكي يصبح ال PH =3
- أكل:



$$PH + POH = 14 \quad -2$$

$$POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 2 = 12$$

3- نحسب تركيز الحمض قبل التمديد وبعد التمديد

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

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

$$10^{-2} = \sqrt{2 \times 10^{-4} \cdot C_a} \xrightarrow{\text{نربع الطرفين}} 10^{-4} = 2 \times 10^{-4} \cdot C_a$$

$$C_a = \frac{10^{-4}}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\text{بعد التمديد } [H_3O^+]' = 10^{-PH} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C'_a}$$

$$10^{-3} = \sqrt{2 \times 10^{-4} \cdot C'_a} \Rightarrow 10^{-6} = 2 \times 10^{-4} \cdot C'_a$$

$$C'_a = \frac{10^{-6}}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

الآن نحسب الحجم الكلي بعد التمديد  $C \cdot V = C' \cdot V'$

$$5 \times 10^{-1} \times 10 = 5 \times 10^{-3} \cdot V' \Rightarrow V' = \frac{1}{10^{-3}} = 1000 \text{ ml}$$

$$V_{\text{الماء}} = V' - V_{\text{الحمض}} = 1000 - 10 = 990 \text{ ml} = 0.99 \text{ L}$$

**المسألة 7:** محلول مائي كم من الكبريت يفرض أنه تامّ التأيّن له قيمة PH=1 والمطلوب:

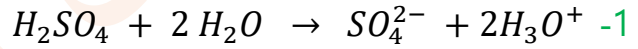
1- اكتب معادلت تآين هذا الحمض.

2- احسب تركيز هذا الحمض بـ  $\text{mol.l}^{-1}$

3- احسب كتلة حمض الكبريت في 50 ml من محلول الحمض السابق

4- نضيف بالتدريج 10 ml من الحمض السابق الى 90 ml من الماء المقطر، احسب PH المحلول الجديد

أكل:



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

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

$$m = C_{\text{mol.l}^{-1}} \cdot V \cdot M \quad -3$$

$$V = 50 \text{ ml} = 50 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-2} \text{ L}$$

$$M_{H_2SO_4} = 2 \times 1 + 32 + 4 \times 16 = 98 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$m = 5 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-2} \times 98 = 245 \times 10^{-3} \text{ g}$$

4- نحسب التركيز بعد التمديد  $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$

$$5 \times 10^{-2} \times 10 = C_2 \times 100 \Rightarrow C_2 = \frac{5 \times 10^{-1}}{10^2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = 2C_a = 2 \times 5 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{نحسب } [H_3O^+] \text{ بعد التمديد}$$

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-2} = 2$$



**المسألة 8:** محلول مائي للنشادر له  $POH = 3$  ودرجة تأينته  $\alpha = 2\%$  والمطلوب:

- 1- اكتب معادلت تأين النشادر ثم حدّد الأزواج المتزاقت أساس/مض حسب برونشند - لوري.
- 2- احسب  $[OH^-]$  للمحلول
- 3- احسب التركيب الابتدائي للمحلول.
- 4- احسب ثابت تأين النشادر.
- 5- نمدد المحلول 10 مرات، احسب  $POH$  المحلول الجديد بعد التمديد

**أكل:** المعطيات  $POH = 3$  ،  $\alpha = 1\% \Rightarrow \alpha = \frac{2}{100} = 2 \times 10^{-2}$



$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1} \quad -2$$

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \Rightarrow C_b = \frac{[OH^-]}{\alpha} \Rightarrow C_b = \frac{10^{-3}}{2 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1} \quad -3$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b} \Rightarrow 10^{-3} = \sqrt{K_b \cdot 5 \times 10^{-2}} \Rightarrow \quad -4$$

$$10^{-6} = K_b \cdot 5 \times 10^{-2} \Rightarrow K_b = 2 \times 10^{-5}$$

$$V' = 10V \quad \text{نمدد 10 مرات هذا يعني} \quad -5$$

$$C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow 5 \times 10^{-2} \times V = C' \cdot 10V \Rightarrow$$

$$C' = \frac{5 \times 10^{-2}}{10} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

حسب  $[OH^-]'$  بعد التمديد

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

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

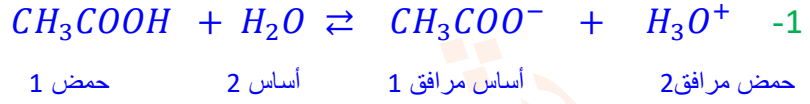
$$POH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-3.5} = 3.5$$



**المسألة 9:** محلول مائي لحمض أكل تركيزه الابتدائي  $0.05 \text{ mol. l}^{-1}$  وثابت تأينته  $2 \times 10^{-5}$  والمطلوب:

- 1- اكتب معادلتا تأين هذا الحمض ثم حدّد الأزواج المترافقتة أساس/حمض وفق برونشتد-لوري
- 2- احسب قيمة PH للمحلول
- 3- احسب درجة تأين هذا الحمض
- 4- تمدّد المحلول السابق 10 مرات احسب PH للمحلول بعد التمديد.

أكل:



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} \quad -2$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0.05} = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-3} = 3 \quad -3$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a} = \frac{10^{-3}}{0.05} = \frac{1 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-2}} = \frac{100 \times 10^{-3}}{5} = 2 \times 10^{-2} \quad -4$$

$$C \cdot V = C' \cdot V' \quad -5 \quad V' = 10V \quad \text{نعوض في قانون التمديد}$$

$$C \cdot V = C' \cdot 10V \Rightarrow C' = \frac{C}{10} = \frac{0.05}{10} = 0.005 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = \sqrt{K_a \cdot C'_a} = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0.005} = \sqrt{10^{-7}} \Rightarrow$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = 10^{-3.5} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]' = -\log 10^{-3.5} = 3.5$$

**تفكير ناقد:** نضيف 200 ml محلول حمض كلور الماء تركيزه  $0.2 \text{ mol. l}^{-1}$  إلى 200 ml من محلول حمض الكبريت تركيزه  $0.1 \text{ mol. l}^{-1}$  احسب قيمة PH للمحلول الناتج (ملاحظت بما أن أحجوم متساوية نقسم التراكيز على 2 مباشرة)

أكل:  $V_{\text{الكلي}} = 200 + 200 = 400 \text{ ml}$  نحسب التراكيز من علاقة التمديد

- $[\text{HCl}] = \frac{200 \times 0.2}{400} = 0.1 \text{ mol. l}^{-1}$
- $[\text{H}_2\text{SO}_4] = \frac{200 \times 0.1}{200} = 0.05 \text{ mol. l}^{-1}$
- $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HCl}} + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{H}_2\text{SO}_4}$
- $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.1 + 2 \times 0.05 = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$

$$\begin{aligned} \text{PH} &= -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \\ \text{PH} &= -\log(2 \times 10^{-1}) \\ &= -\log 2 - \log 10^{-1} \\ \text{PH} &= -0.3 + 1 = 0.7 \end{aligned}$$

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- محلول مائي لحمض الثمالي HCOOH تركيزه الابتدائي  $0.5 \text{ mol.L}^{-1}$  وثابت تأينه  $2 \times 10^{-4}$  فتكون قيمة pH للمحلول مساوية :

(a) 2 (b) 12 (c)  $10^{-2}$  (d)  $10^{-12}$

توضيح للحل:

$$[H_3O^+] = \sqrt{2 \times 10^{-4} \times 0.5} = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}, \Rightarrow$$

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-2} = 2$$

2- محلول مائي هيدروكسيد البوتاسيوم KOH تركيزه  $0.01 \text{ mol.L}^{-1}$  ممدده با ماء المقطر 100 مرة فتصبح قيمة pH للمحلول مساوية :

(a) 10 (b) 11 (c) 12 (d) 13

$$C.V = C'.V' \Rightarrow C.V = C'100V \Rightarrow C' = \frac{C}{100} = \frac{0.01}{100} = 10^{-4} = [OH^-]$$

$$POH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-4} = 4$$

$$POH + PH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 4 = 10$$

3- المركب المذبذب من المركبات الآتية هو:

(a)  $NH_3$  (b)  $H_2O$  (c)  $BF_3$  (d)  $HCN$

4- المحلول المائي الذي له أصغر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو محلول:

(a)  $NaOH$  (b)  $NH_4OH$  (c)  $HNO_3$  (d)  $HCN$

5- إحدى الأزواج الآتية لا يشكل زوج (أساس/حمض) حسب برونشتد لوري:

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

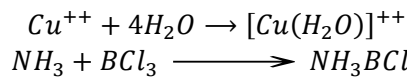
ثانياً: اجب عما يلي

1- يتأين هيدروكسيد المغنسيوم وفق المعادلات الآتية  $Mg(OH) \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2OH^-$  اشرح كيف تؤثر إضافات

كمية قليلة من محلول حمض قوي على تأين المحلول.

أكل: تتعد أيونات الهيدرونيوم المضافات مع أيونات الهيدروكسيد يرجع التفاعل المباشر وتذوب كمية إضافية من  $Mg(OH)$

2- حدّد كلّاً من حمض لويس، وأساس لويس في كلّ من المعادلتين الآتيتين:



أساس لويس	حمض لويس
$NH_3$	$BCl_3$
$Cu^{++}$	$H_2O$

## المحاليل المائية للأملاح

الدرس الثاني

## قطبية الأملاح

الملح: مركب أيوني يتألف من جزئين:

جزء أساسي موجب: أيون معدني، أو أكثر، أو جذر أمونيوم، أو أكثر

جزء حمضي سالب: أيون لا معدني، أو أكثر، أو جذر حمضي، أو أكثر

سؤال: علل يعتبر الملح مركب قطبي؟

(ج) لأنه مركب أيوني يتألف من جزئين: جزء أساسي موجب، أيون معدني، أو أكثر، أو جذر أمونيوم، أو أكثر جزء حمضي

سالب، أيون لا معدني، أو أكثر، أو جذر حمضي، أو أكثر

## تصنيف الأملاح وفق ذوبانيتها

سؤال: عرف ذوبانية الملح واذكر أنواعه؟

(ج) ذوبانية الملح: هي تركيز الملح في محلوله المشبع عند درجة حرارة محدّدة، وهي ثابت فيزيائي خاص بكل ملح نرمز له S

$$\text{أنواعه: 1- ذوبانية كتلية: } C_{g.l-1} = \frac{m}{V}$$

$$\text{2- ذوبانية مولية: } C_{mol.l-1} = \frac{n}{V}$$

سؤال: كيف تصنف محاليل الأملاح؟ (ج) تصنّف محاليل الأملاح إلى (غير مشبعة - مشبعة - فوق مشبعة).

سؤال: ماهي الأملاح الذوابت والأملاح قليلة الذوبان واذكر أمثلث عندهم؟ (أو قارن بينها)

الأملاح الذوابت: قيمت ذوبانيتها أكبر من  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  عند الدرّجت  $25^\circ\text{C}$  مثل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والنترات

وأكالات

الأملاح قليلة الذوبان: قيمت ذوبانيتها أقلّ من  $0.001 \text{ mol.L}^{-1}$  عند الدرّجت  $25^\circ\text{C}$  مثل ملح كربونات الكالسيوم،

كبريتات الباريوم، كبريتات الفضة، كلوريد الفضة، كلوريد الرصاص، فوسفات ثلاثي الكالسيوم.

## التوازن غير المتجانس للأملاح قليلة الذوبان:

سؤال: ماذا يمثل أجراء الأيوني وثابت جداء الذوبان؟

(ج) أجراء الأيوني Q: يمثّل جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان، مرفوعة كلّ منها إلى أسّ يساوي أمثالها التفاعليّة.

ثابت جداء الذوبان KSP: يمثّل جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان، مرفوعة كلّ منها إلى أسّ يساوي أمثالها التفاعليّة

في المحلول المشبع

ملاحظات: تميز ثلاث حالات

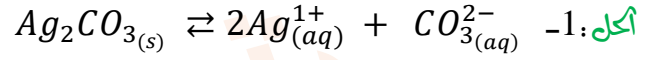
-1  $K_{sp} > Q$  المحلول غير مشبع

-2  $K_{sp} = Q$  المحلول مشبع

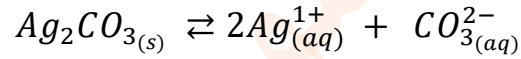
-3  $K_{sp} < Q$  المحلول فوق مشبع

سؤال: محلول مائي مشبع ملح كربونات الفضة ذوبانيته المولية  $S$ . المطلوب:

1- اكتب معادلات التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2- اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت جداء الذوبان، ثم استنتج قيمة جداء ذوبان بدلات  $S$ 

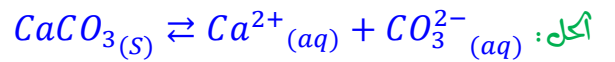
2-  $K_{SP} = [Ag^{1+}]^2 \cdot [CO_3^{2-}]$



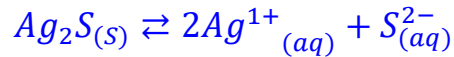
تراكيز بدء	$S$	$0$	$0$
------------	-----	-----	-----

تراكيز عند الإشباع	$0$	$2S$	$S$
--------------------	-----	------	-----

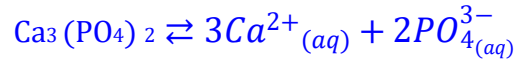
$$K_{SP(Ag_2CO_3)} = (2S)^2 \cdot S = 4S^3$$

سؤال: اكتب العلاقة المعبرة عن  $K_{sp}$  لكل من الأملاح قليلة الذوبان الآتية:

$$K_{SP} = [Ca^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}]$$



$$K_{SP} = [Ag^+]^2 \cdot [S^{2-}]$$



$$K_{SP} = [Ca^{2+}]^3 \cdot [PO_4^{2-}]^2$$



## تطبيقات جداء الذوبان:

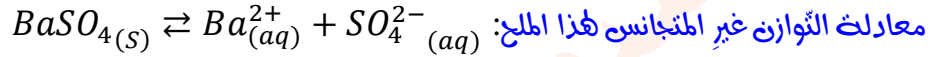
1- ترسيب ملح في محلوله المشبع:

**تجربة:** أضع كمّيت من الماء المقطر في بيشر أضيف كمّيت قليلة من ملح كبريتات الباريوم إلى الماء في البيشر السابق مع التّحرك حتى تشكّل راسباً.

أرشح المحلول السابق، وأضيف إلى الرّشاحة قطرات من حمض الكبريت، ماذا لاحظ؟ أفسر ذلك

**أجواب:** تشكّل راسب ملحّي عند إضافة حمض الكبريت إلى الرّشاحة

**التفسير:** عند إضافة حمض الكبريت براد تركيز أيونات الكبريتات في المحلول، فيصبح  $Q > K_{sp}$  أي المحلول فوق مشبع، فتترسب كمّيت من ملح كبريتات الباريوم حتى الوصول كالتّوازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتولييه).



**سؤال:** ماذا يحدث عندما يُضاف إلى المحلول المشبع ملح قليل الذوبان مادة تحتوي على أحد أيونات هذا الملح؟ أو كيف نريد من ترسيب ملح في قليل الذوبان؟

**ج:** تركيز هذا الأيون سيزداد في المحلول، فيصبح  $Q > K_{sp}$  أي المحلول فوق مشبع، فتترسب كمّيت من الملح قليل الذوبان حتى الوصول كالتّوازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتولييه).

2- إذابة ملح قليل الذوبان:

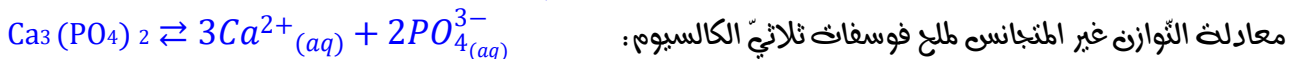
**تجربة:** أضع كمّيت من الماء المقطر في بيشر. ثم أضيف كمّيت قليلة من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم إلى الماء في البيشر السابق مع التّحرك حتى تشكّل راسب أضيف كمّيت من محلول حمض كلور الماء إلى محلول الملح السابق مع التّحرك. ماذا لاحظ؟ أفسر ذلك.

**أجواب:** زيادة ذوبان ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم عند إضافة حمض كلور الماء

**التفسير:**

عند إضافة حمض كلور الماء نحد أيونات الهيدرونيوم الناتجة عن تأينه مع أيونات الفوسفات، وينتج حمض الفوسفور  $H_3PO_4$  ضعيف التّأين، فيتناقص تركيز أيونات الفوسفات، ويصبح  $Q < K_{sp}$  أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمّيت

إضافيّة من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم حتى الوصول كالتّوازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتولييه)



**سؤال:** ماذا يحدث عندما يُضاف إلى محلول ملح قليل الذوبان مادة تتفاعل مع أحد أيونات هذا الملح

**أجواب:** تركيز هذا الأيون سيناقص في المحلول، ويصبح  $Q < K_{sp}$  أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمّيت إضافيّة من هذا الملح حتى الوصول كالتّوازن جديدة، وينتج مركب ضعيف التّأين (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتولييه)

## حلمة الملح:

سؤال: عرف حلمة الأملاح

(ج) حلمة الأملاح: هو تفاعل أيون الملح الناتج من أحمض الضعيف، أو الأساس الضعيف، أو كليهما مع الماء، وهو تفاعل عكوس ينتج عنه أحمض أو الأساس الضعيف، وغالباً يرافقه تغير في قيمة pH المحلول.

تجربة: يوجد لدينا عينات من أملاح  $NaCl$ ،  $NH_4Cl$ ،  $CH_3COONa$  وبيشر عدد 3

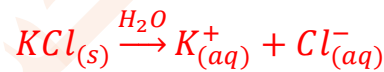
أضع في كل بيشر كمية مناسبة من الماء المقطر ثم أضيفه كمية قليلة من  $NaCl$ : للبيشر الأول،  $NH_4Cl$  إلى البيشر الثاني،  $CH_3COONa$  إلى البيشر الثالث مع التريك. أحرر طبيعت كل محلول ملحي باستخدام ورقة مشعر عام أو مقياس pH، وأكمل الجدول الآتي

صيغة الملح	$NH_4Cl$	$CH_3COONa$	$NaCl$
طبيعة الوسط	حمضي	أساسي	معتدل
المح مشتق من	حمض قوي وأساس ضعيف	أساس قوي حمض ضعيف	حمض قوي أساس قوي

نستنتج: المحاليل المائيت للأملاح الذوات، حمضية أو أساسية أو معتدلة، **علل ذلك** ويعود هذا الاختلاف إلى قوة أحموض والأسس التي اشتقت منها تلك الأملاح.

أيونات الملح الناتجة من حمض قوي أو أساس قوي حيارية، لا تتفاعل مع الماء، أي لا تتحلل. الأيونات القوية هي  $k^+$ ،  $Na^+$ ،  $NO_3^-$ ،  $Cl^-$ ،  $SO_4^{2-}$  وهي لا تتحلل (لا تتفاعل مع الماء)

سؤال: أكتب معادلت إماهة ملح كلوريد البوناسيوم، ثم أحرر طبيعت الوسط، مفسراً الإجابات

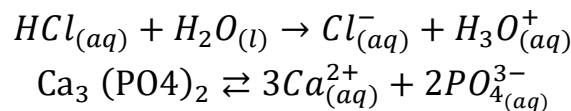


الوسط معتدل لأن أيونات الملح حيارية، لا تتحلل.

سؤال: علل ذوبان الملح الناتج عن حمض قوي وأساس قوي في الماء لا يعد حلمة

(ج) لأن أيونات الملح تكون حيارية، لا تتحلل.

سؤال: ما اثر إضافة حمض كلور الماء إلى ملح فوسفات ثلاثيت الكالسيوم  $Ca_3(PO_4)_2$  وأثره في ذوبان الملح هذا الملح؟  
أكل:



يتفاعل أيونات الهيدرونيوم الناتجة عن تأين حمض كلور الماء مع أيون الفوسفات مشكلاً حمض الفوسفور فتقل تركيز أيونات الفوسفات في المحلول ويصبح  $K_{SP} > Q$  ويزوب كمية إضافية من ملح فوسفات ثلاثيت الكالسيوم أي يرجع التفاعل المباشر وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتوليب



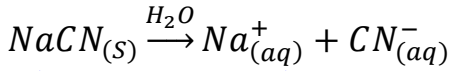
## حلمهة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي

سؤال: محلول مائيّ طليح سيانيد الصوديوم، المطلوب:

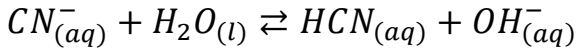
- 1- اكتب معادلت إمائه الطليح.
- 2- اكتب معادلت حلمهه ههه الطليح، ثم احدد طبيعه الوسط الناتج
- 3- اكتب عبارة ثابت حلمهه ههه الطليح  $K_h$ .
- 4- استنتج العلاقة بين ثابت حلمهه ههه الطليح  $K_h$  وثابت تايين حمض السيانيد  $K_a$

أكل:

- 1- يتميه ملح سيانيد الصوديوم وفق المعادلت الآتية:



- 2- أيون الصوديوم حيايياً لا يتفاعل مع الماء، أما أيون السيانيد يتفاعل مع الماء (يتحلّم) وفق المعادلت الآتية:



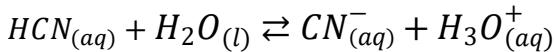
إن أكلمهه تحدر للأيون الضعيف من الطليح (أجرء أكمضي)  $CN^-$ ، وينتج أيون  $OH^-$ ، ممّا يدلّ على أنّ المحلول أصبح أساسياً وقيمت

$$PH > 7$$

- 3- ثابت التوازن ههه التفاعل، بسمي بثابت أكلمهه، ويعطى بالعلاقة:

$$K_h = \frac{[HCN] \cdot [OH^-]}{[CN^-]}$$

- 4- يتأين حمض السيانيد الهروجين بالماء وفق المعادلت:



$$K_a = \frac{[CN^-] \cdot [H_3O^+]}{[HCN]}$$

$$K_h \times K_a = \frac{[HCN] \cdot [OH^-]}{[CN^-]} \times \frac{[CN^-] \cdot [H_3O^+]}{[HCN]}$$

$$K_h \times K_a = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

$$K_h \times K_a = K_w$$

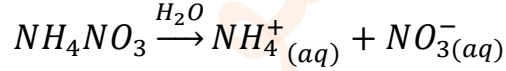
## حلمهة ملح ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف:

سؤال: محلول مائيّ طليح نترات الأمونيوم، المطلوب:

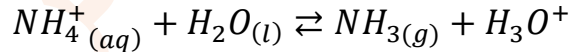
- 1- اكتب معادلت إمائه الطليح.
- 2- اكتب معادلت حلمهه ههه الطليح، ثم احدد طبيعه الوسط الناتج.
- 3- اكتب عبارة ثابت حلمهه ههه الطليح  $K_h$ .
- 4- استنتج العلاقة بين ثابت حلمهه ههه الطليح  $K_h$  وثابت تايين المحلول المائيّ للنشادر  $K_b$

أكل:

- 1- يتميه ملح نترات الأمونيوم وفق المعادلت الآتية:



- 2- أيون النترات حيايياً لا يتفاعل مع الماء، أما أيون الأمونيوم يتفاعل مع الماء (يتحلّم) وفق المعادلت الآتية:



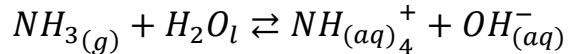
إن أكلمهه تحدر للأيون الضعيف من الطليح (أجرء الأساسي)  $NH_4^+$ ، وينتج أيون  $H_3O^+$ ، ممّا يدلّ على أنّ المحلول أصبح حمضياً وقيمت

$$PH < 7$$

- 3- وثابت التوازن ههه التفاعل بسمي بثابت أكلمهه ويعطى بالعلاقة:

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

- 4- النشادر يتأين بالماء وفق المعادلت:



$$K_b = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]}$$

$$K_h \times K_b = \frac{[NH_3] \cdot [H_3O^+]}{[NH_4^+]} \times \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]}$$

$$K_h \times K_b = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

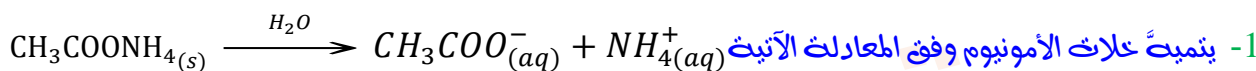
$$K_h \times K_b = K_w$$

## حلمة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف:

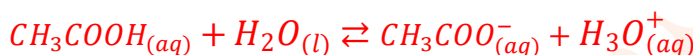
محلل مائي طليخ خلايا الأمونيوم المطلوب:

- 1- أكتب معادلت إماتة هذا المليخ.
- 2- أكتب معادلت حلمة هذا المليخ.
- 3- أكتب عبارة ثابت حلمة هذا المليخ  $K_h$
- 4- استنتج العلاقة بين  $K_a \cdot K_b \cdot K_h$

أكل:

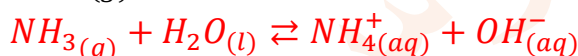


ينفاعل أيون أكالات مع الماء (يتعلم) وفق المعادلت الآتية:  $CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$



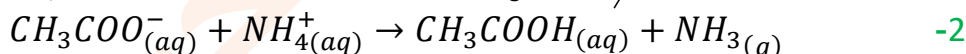
$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

2) ينفاعل أيون الأمونيوم مع الماء (يتعلم) وفق المعادلت الآتية:  $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_3O^+(aq)$



$$K_b = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]}$$

بجمع المعادلتين 1 و 2 نجد  $CH_3COO^-(aq) + NH_4^+(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow CH_3COOH(aq) + NH_3(g) + 2H_2O(l)$



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

$$K_h \times K_b \times K_a = \frac{[CH_3COOH] \cdot [NH_3]}{[NH_4^+] \cdot [CH_3COO^-]} \times \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]} \times \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \quad \text{-4}$$

$$K_h \times K_b \times K_a = [OH^-] \cdot [H_3O^+] = K_w$$

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

تنوقف قيمت pH الملول على قوة كل من الحمض والأساس الناتجين عن أكلمة:

إذا كان  $K_a > K_b$ ، فإن  $[H_3O^+] > [OH^-]$ ، أي الوسط حمضي ( $pH < 7$  بقليل).

إذا كان  $K_a < K_b$ ، فإن  $[H_3O^+] < [OH^-]$ ، أي الوسط أساسي ( $pH > 7$  بقليل).

إذا كان  $K_a = K_b$ ، فإن  $[H_3O^+] = [OH^-]$ ، أي الوسط معتدل ( $pH = 7$  حالة نادرة).

## المحاليل المنظمة للحموض:

سؤال: مما يتألف المحلول المنظم اذكر مثال عن المحاليل المنظمة؟ وما وظيفته؟

ج) يتألف المحلول المنظم للحموض من

محلول حمض ضعيف وأحد أملاحه الذوابت أو من محلول أساس ضعيف وأحد أملاحه الذوابت.

مثال محلول حمض الخلّ وخلات الصوديوم ( $CH_3COOH/CH_3COONa$ )

وهيدروكسيد الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم ( $NH_4OH/NH_4Cl$ )

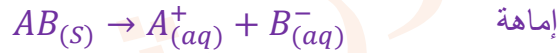
وظيفته: يحد من التغيرات الكبيرة في قيمة الأس الهيدروجيني PH

ملاحظات لحل المسائل:

$$S = C_{mol.l^{-1}} = \frac{n}{V} = \text{الذوبانية المولية}$$

$$C_{mol.l^{-1}} = \frac{C_{g.l^{-1}}}{M} \text{ هي العلاقة بين التركيز المولي والغرامي}$$

- في معادلة الإماهة (سهم واحد) تركيز الأيونات الناتجة هي نفسها تركيز الملح الصلب وحسب عدد المولات.



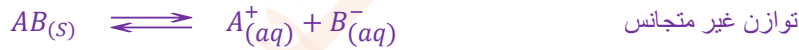
التركيز x x x

- عندما يوجد إضافة أيون مشترك نحسب تركيز الأيون الكلي ثم نحسب Q من نفس علاقة Ksp ويكون لدينا احتمالين

$$Q > K_{SP} \text{ -1 يترسب الملح}$$

$$Q < K_{SP} \text{ -2 لا يترسب الملح ينحل جزء إضافي}$$

- في معادلة التوازن غير المتجانس (سهمين)



$$\text{بدء } x \quad 0 \quad 0$$

$$\text{عند الإشباع } 0 \quad x \quad x$$

- في حال تم إعطاء PH نحسب  $[H_3O^+]$  من العلاقة  $[H_3O^+] = 10^{-PH}$  ونستفاد من العلاقة

$$[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14} \text{ ونستخدم العلاقة التالية لحساب ثابت الحمهة } K_h \times K_a = K_w$$

عندما نحسب  $[H_3O^+].[OH^-]$  من المعادلة ويكون  $K_h$  معلوم نستخدم المعادلات



$$\text{بدء } [ ]_0 \quad 0 \quad 0$$

$$\text{عند التوازن } [ ]_0 - x \quad x \quad x$$

$$K_h = \frac{x \cdot x}{[ ]_0 - x} \rightarrow \text{تعمل } x \text{ لصغرها}$$

حل المسائل الآتية:

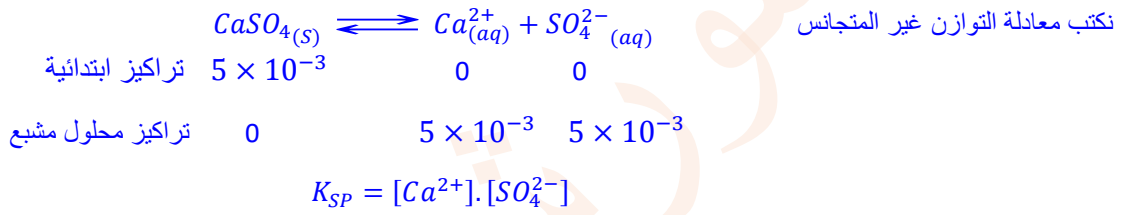
**المسألة 1:** تستخدم كبريتات الكالسيوم  $CaSO_4$  (أجيس) في العديد من الصناعات مثل: الدهانات، السيراميك، الورق، الإسمنت، وفي جبانة تثبيت العظام المكسورة. المطلوب: حيث (Ca;40 . S;32 O:16)

أحسب ثابت جداء الذوبان للمحلول المائي لكبريتات الكالسيوم، إذا علمت أن ذوبانيته الكتليّة  $0.68 \text{ g.L}^{-1}$

أكل: حساب الذوبانية الموليّة S

$$S = C_{mol.l^{-1}} = \frac{C_{g.l^{-1}}}{M} = \frac{0.68}{136} = \frac{68 \times 10^{-2}}{136} = 0.5 \times 10^{-2} \\ = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$M=40+32+4 \times 16=136 \text{ g.mol}^{-1}$$

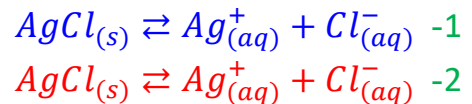


$$K_{SP} = (5 \times 10^{-3}) \times (5 \times 10^{-3}) = (5 \times 10^{-3})^2 = 25 \times 10^{-6}$$

**المسألة 2:** محلول مائي مشبع ملح كلوريد الفضة قليل الذوبان، إذا علمت أن له  $K_{SP(AgCl)} = 6.25 \times 10^{-10}$  في شروط التجربة. المطلوب:

- 1- اكتب معادلات التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
- 2- أحسب تركيز أيونات الكلوريد في محلوله المشبع.
- 3- أحسب ذوبانية هذا الملح مقدرة بـ  $\text{g.L}^{-1}$
- 4- يضاف إلى محلول الملح السابق مسحوق ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه  $1.5 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$  اكتب معادلات إمالة ملح نترات الفضة، ثم أبين بكسابة إن كان يترسب ملح كلوريد الفضة أو لا.
- 5- اقترح طريقة ثانية لترسيب هذا الملح في محلوله المشبع. (حيث Ag:108 و Cl:35.5)

أكل:



تراكيز بدائية	x	0	0
عند الإنباع	0	x	x

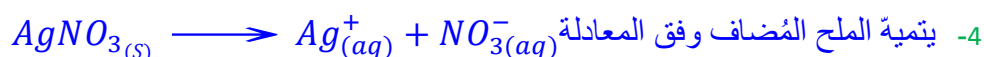
$$K_{SP} = [Ag^+].[Cl^-] = x \cdot x = x^2 \Rightarrow x^2 = 6.25 \times 10^{-10} \Rightarrow x = \sqrt{625 \times 10^{-12}} = 25 \times 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$S = x = [Ag^+] = [Cl^-] = 25 \times 10^{-6} mol.l^{-1}$$

$$C_{mol.l^{-1}} = \frac{C_{g.l^{-1}}}{M} \Rightarrow C_{g.l^{-1}} = M \cdot C_{mol.l^{-1}} \quad -3$$

$$C_{g.l^{-1}} = 143.5 \times 25 \times 10^{-6} = 35875 \times 10^{-7} g.l^{-1}$$

$$M_{AgCl} = 108 + 35.5 = 143.5 g.mol^{-1}$$



$$[Ag^+_{(aq)}] = [NO_3^-_{(aq)}] = [AgNO_3] = 1.5 \times 10^{-5} mol.l^{-1}$$

حساب تركيز أيونات الفضة الكلية بعد الإضافة

$$[Ag^+]_{كلي} = 25 \times 10^{-6} + 15 \times 10^{-6} = (25 + 15)10^{-6} = 4 \times 10^{-5} mol.l^{-1}$$

$$Q = [Ag^+]_{كلي} \cdot [Cl^-] \quad \text{نحسب } Q$$

$$Q = 4 \times 10^{-5} \times 25 \times 10^{-6} = 100 \times 10^{-11} = 10^{-9}$$

$$Q > K_{SP} \text{ يترسب قسم من ملح } AgCl$$

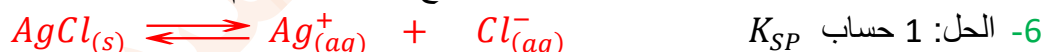
-5 إضافة مادة تأينها تام أو ذوابة تحتوي على أحد أيونات هذا الملح، مثل KCl . :

مسألة 3: محلول مائي مشبع لكوريد الفضة تركيزه  $5 \times 10^{-3} mol.l^{-1}$

1- احسب قيمة جداء الانحلال  $K_{SP}$

2- نضيف الى المحلول مسحوق نترات الفضة  $AgNO_3$  حيث يصبح تركيزها في المحلول

$10^{-3} mol.l^{-1}$  أكتب معادلة إمالة ملح نترات الفضة ثم بين حسابياً هل يترسب ملح كلوريد الفضة



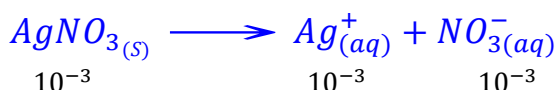
$$\text{تراكيز بدائية} \quad 5 \times 10^{-3} \qquad 0 \qquad 0$$

$$\text{عند الإشباع} \quad 0 \qquad 5 \times 10^{-3} \qquad 5 \times 10^{-3}$$

$$K_{SP} = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$$

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

2- نحسب تركيز أيونات الفضة الكلية



$$10^{-3} \qquad \qquad \qquad 10^{-3} \qquad \qquad \qquad 10^{-3}$$

$$[Ag^+]_{كلي} = 5 \times 10^{-3} + 1 \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-3} mol.l^{-1}$$

$$Q = [Ag^+]_{كلي} \cdot [Cl^-] \quad \text{نحسب } Q$$

$$Q = 6 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-3} = 30 \times 10^{-6} = 3 \times 10^{-5}$$

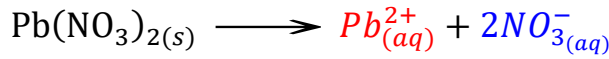
نستنتج  $Q > K_{SP}$  المحلول فوق مشبع يترسب الملح

**المسألة 4:** يُضاف 100ml من محلول نترات الرصاص  $Pb(NO_3)_2$  ذي التركيز  $0.05 \text{ mol. l}^{-1}$  إلى 400 ml من محلول NaCl ذي التركيز  $0.1 \text{ mol. l}^{-1}$  فإذا كان  $K_{SP}(PbCl_2) = 1.6 \times 10^{-6}$  في شروط التجربة. المطلوب أيبين حسابياً إن كان جزء من ملح كلوريد الرصاص  $PbCl_2$  يترسب أو لا؟

الحل:  $V_{Pb(NO_3)_2} = 100 \text{ ml} = 100 \times 10^{-3} = 10^{-1} \text{ l}$

$$V_{NaCl} = 400 \text{ ml} = 400 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-1} \text{ l}$$

$$V' = 100 + 400 = 500 \text{ ml} = 0.5 \text{ l}$$



نكتب معادلة التوازن غير المتجانس



نحسب التراكيز بعد المزج  $C.V = C'.V'$

$$[Pb_{(aq)}^{2+}]' = \frac{C.V}{V'} = \frac{0.05 \times 0.1}{0.5} = \frac{5 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-1}} = 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[Cl_{(aq)}^-]' = \frac{C.V}{V'} = \frac{0.1 \times 4 \times 10^{-1}}{5 \times 10^{-1}} = 8 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

نحسب قيمة الجداء الأيوني للملح  $Q = [Pb_{(aq)}^{2+}]' \cdot [Cl_{(aq)}^-]'^2$

$$Q = 10^{-2} \times (8 \times 10^{-2})^2 = 64 \times 10^{-6}$$

بما أن  $Q > K_{SP}$  المحلول فوق مشبع يتشكل راسب من  $PbCl_2$

**مسألة 5:** محلول مائي طليح كلوريد الأمونيوم  $NH_4Cl$  تركيزه  $0.18 \text{ mol. L}^{-1}$  إذا علمت أن ثابت تأين محلول النشادر عند الدرجة  $25^\circ C$  يساوي  $1.8 \times 10^{-5}$ . أحسب:

1- قيمة ثابت حلمهة هذا الملح.

2- احسب تركيز  $[OH^-]$  و  $[H_3O^+]$

3- قيمة pH المحلول، ثم أدر طبيعت المحلول الناتج.

4- النسبة المئوية المتحللمهة من هذا الملح.

الحل:

$$K_h \times K_b = 10^{-14} \Rightarrow K_h = \frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = \frac{10^{-9}}{1.8} \quad 1-$$



0.18	0	0
تراكيز ابتدائية		

0.18-x	x	x
تراكيز توازن		

$$K_h = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x.x}{0.18-x} \Rightarrow K_h = \frac{x^2}{0.18}$$

تعمل لصغرها

$$x^2 = \frac{10^{-9}}{1.8} \times 0.18 = 10^{-10} \Rightarrow x = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

بالعودة للمعادلة نجد  $[H_3O^+] = x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$

حساب  $[OH^-]$

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

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

$$PH = -\log 10^{-5} = 5 \quad \text{الوسط حمضي لان } PH < 7$$

4- حساب النسبة المئوية المتحللة

كل  $0.18 \text{ mol.l}^{-1}$  من ملح نترات الأمونيوم يتحلل منه  $x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$

كل  $100 \text{ mol.l}^{-1}$  من ملح نترات الأمونيوم يتحلل منه  $y$

$$y = \frac{100 \times 10^{-5}}{0.18} = 5.5 \times 10^{-3} \%$$

**المسألة 6:** محلول مائي ملح خاٲ الصوديوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  وقيمة ثابت تاين حمض أكل في شروط التجربة يساوي  $2 \times 10^{-5}$  المطلوب:

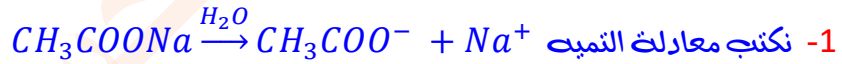
1- أحسب قيمة pOH هذا المحلول.

2- أستنتج طبيعة المحلول الناتج.

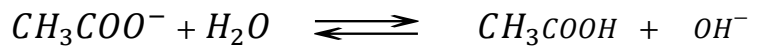
3- يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول NaOH بحيث تركيزه  $0.01 \text{ mol.l}^{-1}$  أحسب النسبة المئوية

المتحللة من ملح خلاٲ الصوديوم في هذه أكالٲ.

أكل:



أيون الصوديوم  $Na^+$  حيادي لا يتحلل أيون الخلاٲ  $CH_3COO^-$  يتحلل وفق المعادلة:



تراكيز ابتدائية 0.2 0 0

عند التوازن 0.2-x x x

$$K_h = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

نحسب Kh من العلاقة:

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

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

يهمل x من المقام لصغرها



$$5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.2} \Rightarrow x^2 = 0.2 \times 5 \times 10^{-10} \Rightarrow x = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

بالعودة إلى المعادلة نجد أن  $[OH^-] = x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$

$$POH = -\log[OH^-] \Rightarrow POH = -\log 10^{-5} = 5$$

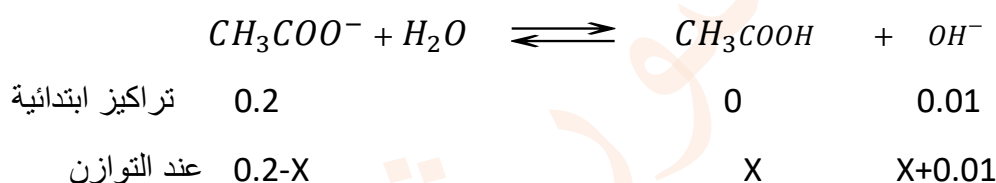
$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 5 = 9$$

2- الوسط أساسي لان  $PH > 7$

3- يتأين NaOH كلياً بالماء وفق المعادلة:  $NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

$$[Na^+] = [OH^-] = [NaOH] = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$$

حساب النسبة المئوية المتحلّمة من خلت الصوديوم في هذه الحالة:



$$K_h = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

بالتعويض نجد

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

تُهمل  $x$  أمام  $0.01$  في البسط، و  $x$  أمام  $0.2$  في المقام لصغر قيمة  $K_h$ :  $x = \frac{0.2 \times 5 \times 10^{-10}}{0.01} = 10^{-8} \text{ mol.l}^{-1}$

حساب النسبة المئوية المتحلّمة من خلت الصوديوم في هذه الحالة:

$$x = 10^{-8} \text{ mol.l}^{-1} \text{ كل } 0.2 \text{ mol.l}^{-1} \text{ من ملح نترات الأمونيوم يتحلّم منه}$$

$$y \text{ mol.l}^{-1} \text{ كل } 100 \text{ mol.l}^{-1} \text{ من ملح نترات الأمونيوم يتحلّم منه}$$

$$y = \frac{100 \times 10^{-8}}{0.2} = \frac{10^{-6}}{2 \times 10^{-1}} = 0.5 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-6} \%$$

**المسألة 7:** محلول مائي ملح سيانيد الصوديوم تركيزه  $0.05 \text{ mol.l}^{-1}$  إذا علمت أن قيمة ثابت حلمته هذا الملح  $K_h = 2 \times 10^{-5}$  والمطلوب:

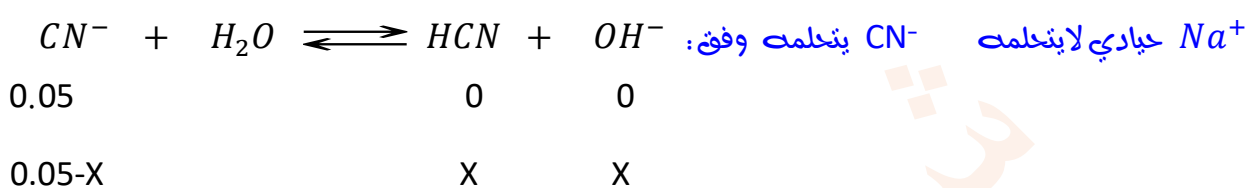
1- حساب قيمة pH لهذا المحلول.

2- ما طبيعة هذا المحلول؟ علل إجابتك.

أكل:

1- نكتب معادلة الامهة  $\text{NaCN} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+ + \text{CN}^-$

$\text{Na}^+$  حيادي لا يتعلمه  $\text{CN}^-$  يتعلمه وفق:



$$K_h = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]} = \frac{x \cdot x}{0.005-x}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.05} \Rightarrow x^2 = 2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-2} = 10^{-6}$$

تعمل X من المقام لصغرها

$$x = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$\text{POH} = -\log[\text{OH}^-] \Rightarrow \text{POH} = -\log 10^{-3} = 3$$

$$\text{PH} + \text{POH} = 14 \Rightarrow \text{PH} = 14 - 3 = 11$$

2- طبيعة المحلول هي أساسية لان  $\text{PH} > 7$

ملاحظة كل المسائل

عندما يعطى في نص المسألة PH أو POH المحلول ولا يعطى Ka و Kb

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{PH}} \quad \text{من العلاقة}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{POH}} \quad \text{من العلاقة}$$

ثم نكتب معادلة أكله ونوجد X بالمقارنة من المعادلت وهي تساوي تركيز  $[\text{H}_3\text{O}^+]$

او تركيز  $[\text{OH}^-]$

**المسألة 8:** لديك محلول مائي طلع كلوريد الأمونيوم  $NH_4Cl$  تركيزه  $0.2 \text{ mol. l}^{-1}$  اذا علمت أن له  $PH=5$  عند الدرجة  $25^\circ C$  المطلوب:

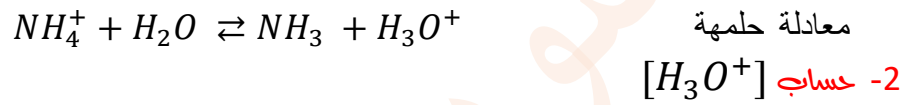
1- اكتب معادلات الإماهة ومعادلات أكلهت هذا الطلع

2- احسب تركيز أيون الهيدرونيوم  $H_3O^+$

3- احسب قيمة ثابت أكلهت

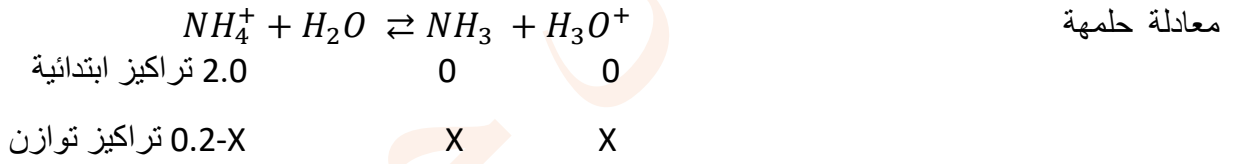
4- احسب قيمة ثابت تأين هيدروكسيد الأمونيوم

أكل:



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

3- حساب  $K_h$



$$K_h = \frac{[NH_3] \cdot [H_3O^+]}{0.2 - x}$$

$$K_h = \frac{x \cdot x}{0.2} = \frac{x^2}{0.2}$$

تعمل X من المقام لصغرها

$$x = [H_3O^+] = 10^{-5} \text{ mol. l}^{-1} \quad \text{بالعودة الى المعادلت نجد}$$

$$K_h = \frac{(10^{-5})^2}{2 \times 10^{-1}} = \frac{10^{-10} \times 10}{2} = \frac{1}{2} \times 10^{-9} = 0.5 \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-10}$$

$$K_h = 5 \times 10^{-10}$$

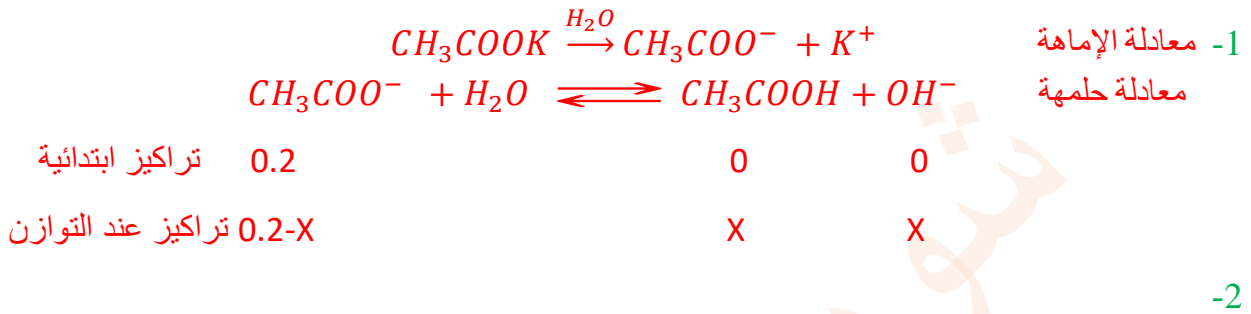
$$K_h \times K_b = K_w \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} \quad \text{4- نحسب } K_b$$

$$K_b = \frac{1}{5} \times 10^{-14} \times 10^{+10} = 2 \times 10^{-5}$$

**المسألة 9:** محلول مائيّ ملح خلاّات البوتاسيوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  فإذا علمت أنّ له  $\text{pH} = 9$  عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  المطلوب:

- 1- اكتب معادلت حلمة هذا الملح
- 2- احسب قيمة  $[\text{H}_3\text{O}^+]$
- 3- احسب قيمة ثابت أكلمة للمحلول الملحيّ.
- 4- احسب ثابت تأين حمض أكل.
- 5- احسب النسبة المئوية المتحللة.
- 6- ما طبيعة الوسط الناتج عن أكلمة؟ علّل إجابتك.

الحل:



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{PH}} = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]. [\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad \text{نحسب تركيز } [\text{OH}^-]$$

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

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}].[\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{x.x}{0.2-x} = \frac{x^2}{0.2-x} \quad -3$$

$$\text{تھمل } x \text{ من المقام لصغرها} \quad K_h = \frac{x^2}{0.2} \quad \text{بالعودة إلى المعادلة نجد}$$

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

$$K_h = \frac{(10^{-5})^2}{0.2} = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 0.5 \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-10}$$

$$K_h \times K_a = K_w \Rightarrow K_a = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = \frac{1}{5} \times 10^{-14} \times 10^{+10} \quad -4$$

$$K_a = \frac{10}{5} \times 10^{-14} \times 10^{+9} = 2 \times 10^{-5}$$

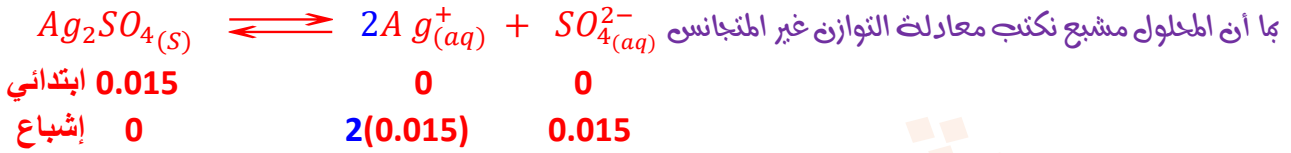
$$-5 \quad \text{كل } 0.2 \text{ mol.l}^{-1} \text{ من الملح يتحلله منه } x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

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

$$-6 \quad \text{طبيعة الوسط أساسية لأن } \text{PH} > 7$$

**المسألة 10:** محلول مائي مشبع طلع كبريتات الفضة  $Ag_2SO_4$  تركيزه  $0.015 \text{ mol. L}^{-1}$  إذا أضيف إليه ملح كبريتات الصوديوم  $Na_2SO_4$  بحيث يكون تركيزه في المحلول  $0.01 \text{ mol. L}^{-1}$  بين حساباً إن كان ملح كبريتات أم لا  
**أكل:** حتى نعلم أن هناك تشكل راسب أو لا يجب أن نعلم قيمة  $K_{sp}$  وقيمة  $Q$  ونقارن بينهم لذلك سوف نقوم بحساب  $K_{sp}$  و  $Q$

**1- حساب  $K_{sp}$** 

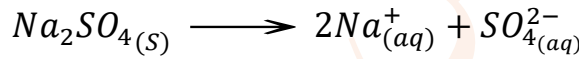
$$K_{SP} = [Ag^+]^2 \cdot [SO_4^{2-}]$$

$$[Ag^+] = 2 \times 0.015 = 0.03 = 3 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[SO_4^{2-}] = 0.015 = 15 \times 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$K_{SP} = (3 \times 10^{-2})^2 \times (15 \times 10^{-3}) = 9 \times 10^{-4} \times 15 \times 10^{-3}$$

$$K_{SP} = 135 \times 10^{-7}$$

**2- نضيف ملح كبريتات الصوديوم يتأين وفق المعادلة**

	$2Na^+$	$SO_4^{2-}$	
	2(0.01)	0.01	

نحسب  $[SO_4^{2-}]$  الكلية

$$[SO_4^{2-}]_{\text{كلي}} = 15 \times 10^{-3} + 10^{-2}$$

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

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

$$Q = 9 \times 10^{-4} \times 2.5 \times 10^{-2} = 225 \times 10^{-7}$$

$$Q = 225 \times 10^{-7}$$

نلاحظ أن  $Q > K_{sp}$  المحلول فوق مشبع يتشكل راسب

جدر نفسك بإسقاط ذنوبك مثل الخريف، كن مع الله يكون الله  
 معك

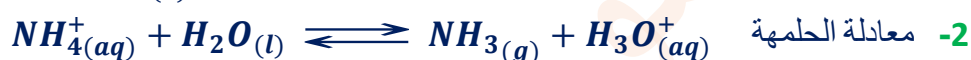
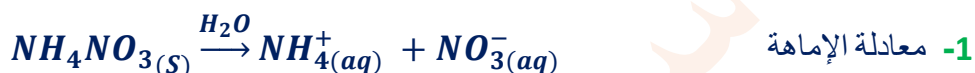
شورش حسين



**المسألة 11:** مخلوق مائيّ ملح نترات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  تركيزه  $2 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$  فإذا علمت أنّ ثابت تآين النشادر عند درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$  هو  $K_b = 2 \times 10^{-5}$  المطلوب:

- 1- اكتب معادلتَي إماهة وحلمهة هذا الملح.
- 2- احسب قيمة ثابت أكلهتة للمحلوق الملحّي.
- 3- احسب قيمة pH المحلول، ماذا تستنتج؟ احسب قيمة  $[\text{OH}^-]$
- 4- إذا أُضيف إلى المحلول السّابق قطرات من محلوق حمض كلور الماء بحيث يصبح تركيزه  $0.01 \text{ mol. l}^{-1}$  فاحسب النسبّة المئوية المتحلّمة من ملح نترات الأمونيوم في هذه أكالته.

**الحل:**



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



	بدء $2 \times 10^{-3}$	<b>0</b>	<b>0</b>	
	توازن $2 \times 10^{-3} - x$	x	x	

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

تهمل  $x$  من المقام لصغرّها

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow x^2 = 2 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-10} = 10^{-12} \Rightarrow$$

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

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})] = -\log 10^{-6} = 6$$

نستنتج أنّ طبيعة الوسط حمضية

حساب  $[\text{OH}^-]$   $[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{[10^{-6}]} = 10^{-8} \text{ mol. L}^{-1}$

5- حمض كلور الماء حمض قوي وحيد الوظيفة لذلك  $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a = 0.01 \text{ mol. L}^{-1}$



	بدء $2 \times 10^{-3}$	0	0.01	
	توازن $2 \times 10^{-3} - x$	x	x + 0.01	

$$K_h = \frac{[NH_3] \cdot [H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x(0.01 + x)}{2 \times 10^{-3} - x}$$

تُهمل  $x$  المضافة في البسط والمطروحة في المقام

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

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

كل  $2 \times 10^{-3}$  يتحلله منه  $10^{-10}$

كل 100 يتحلله منه  $y$

$$y = \frac{100 \times 10^{-10}}{2 \times 10^{-3}} = \frac{1}{2} \times 10^{-8} \times 10^3 = 0.5 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-6}\%$$

### تفكير ناقد

استخدام امياه الكلسية يسبب ترسب كربونات الكالسيوم على أجزاء في الغسالات أو سخانات امياه، وإزالتها يضاف كمية من محلول حمض كلور الماء، فسّر ذلك

### التفسير:

تفاعل أيونات الهيدرونيوم الناتجة من تأين حمض كلور الماء فينشكّل حمض الكربون ضعيف التآين ويصبح  $Q < K_{sp}$

فيرجع التفاعل المباشر وتذوب كمية إضافية من ملح كربونات الكالسيوم



لا تحمل أحقد في قلبك ، رعاها للإيام فهي كفيلت لتنقي قلبك

شورش حسين



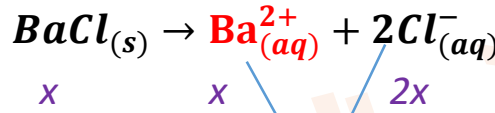
**مسألة 12:** يضاف 200 ml من محلول يوي  $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$  كلوريد الباريوم إلى 800 ml من محلول يوي  $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$  من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلول مشبع السابق، ماذا نتوقع أن يحدث؟ علل إجابتك. وبين إذا كان ذلك يتفق مع قاعدة لوشاتولييه أو لا ؟

1- أحسب قيمة جداء الذوبان  $K_{SP}$  لمليح كبريتات الباريوم

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

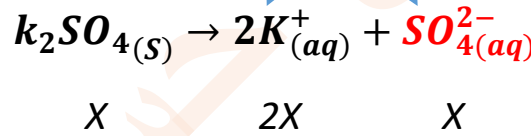
$$\text{أجل: } V = V_1 + V_2 = 200 + 800 = 1000 \text{ ml} = 1000 \times 10^{-3} = 1 \text{ L}$$

1- نحسب التراكيز الابتدائية  $[BaCl] = \frac{n}{V} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$  وهذا التركيز هو نفسه تركيز  $[Ba^{2+}]$  لأن المليح يتأين وفق المعادلت



وأيضا  $[k_2SO_4] = \frac{n}{V} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$

وهذا التركيز هو نفسه تركيز  $[SO_4^{2-}]$  لأن المليح يتأين وفق المعادلت



$$K_{SP} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = 1 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-5} = 10^{-10}$$

2- عند إضافة حمض الكبريت يزداد تركيز أيونات الكبريتات  $SO_4^{2-}$  فيصبح  $K_{SP} < Q$  تترسب كمية من المليح ووفق قاعدة لوشاتولييه يرجع التفاعل العكسي وتترسب كمية من المليح.

## المسألة 12:

يُضاف حجم معيّن من محلول ملح كلوريد الكالسيوم تركيزه  $0.02 \text{ mol.l}^{-1}$  إلى حجم مساوٍ له من محلول كبريتات الصوديوم تركيزه  $0.04 \text{ mol.l}^{-1}$  إذا علمت أن  $K_{SP}(\text{CaSO}_4) = 9 \times 10^{-6}$  المطلوب:

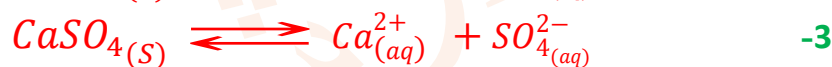
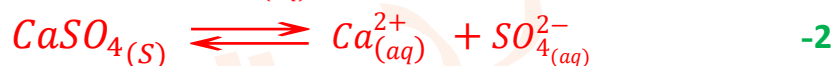
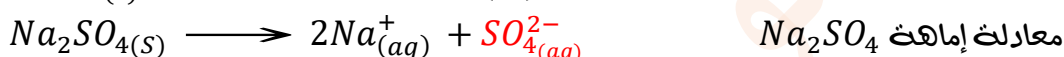
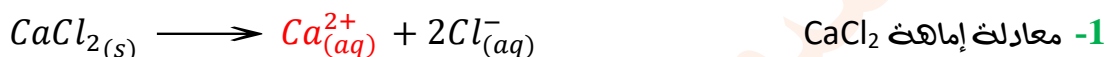
1- اكتب معادلت إماهة كلّ من ملحي كلوريد الكالسيوم وكبريتات الصوديوم.

2- اكتب معادلت التوازن غير المتجانس لملح كبريتات الكالسيوم.

3- احسب ذوبانية ملح  $\text{CaSO}_4$  مقدرة بـ  $\text{mol.l}^{-1}$  و  $\text{g.l}^{-1}$

4- بين بأكساج سبب ترسّب قسم من ملح  $\text{CaSO}_4$

أكل:



$$K_{SP} = [\text{Ca}_{(aq)}^{2+}] \cdot [\text{SO}_{4(aq)}^{2-}]$$

$$9 \times 10^{-6} = x^2 \Rightarrow x = \sqrt{9 \times 10^{-6}} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

وهي تمثل الذوبانية المولية لملح كبريتات الكالسيوم  $S = C_{\text{mol.l}^{-1}} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$

حسب الذوبانية الكتلية  $S = M \cdot C_{\text{mol.l}^{-1}}$

$$C_{\text{g.l}^{-1}} = 136 \times 3 \times 10^{-3} = 408 \times 10^{-3} \text{ g.l}^{-1}$$

4- حسب التراكيز بعد الإضافة نستخدم قانون التمديد  $C \cdot V = C' \cdot V'$

$$V' = 2V \quad \text{حيث } V' \text{ بعد التمديد}$$

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

$$[\text{Ca}_{(aq)}^{2+}] = [\text{CaCl}_2] = \frac{0.02}{2} = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[\text{SO}_{4(aq)}^{2-}] = [\text{Na}_2\text{SO}_4] = \frac{0.04}{2} = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$Q = [\text{Ca}_{(aq)}^{2+}] \cdot [\text{SO}_{4(aq)}^{2-}] = 0.01 \times 0.02 = 2 \times 10^{-4}$$

$Q > K_{SP}$  المحلول فوق مشبع يشكل راسب

**مسألة 13:** يحوي محلول على أيونات الكلوريد وأيونات اليوديد بتركيز  $[I^-] = [Cl^-] = 10^{-2} mol.l^{-1}$

نضيف إلى المحلول السابق تدريجياً محلول لملح نترات الفضة، فإذا علمت أن:

$$K_{SP}(AgCl) = 10^{-10}, \quad K_{SP}(AgI) = 10^{-16}$$

المطلوب:

1- احسب تركيز محلول نترات الفضة الذي يبدأ عنده كل من الملحيتين بالترسب.

2- أي من الملحيتين يترسب أولاً وماذا؟

أكل:

1- يبدأ الترسيب بعد أن يصبح المحلول مشبعاً



$$x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x$$

$$K_{SP}(AgI) = [Ag^+]. [I^-]$$

$$10^{-16} = x^2 \Rightarrow$$

$$x = 10^{-8} mol.l^{-1} \quad \text{وهو يمثل تركيز } [Ag^+] \text{ وهو نفسه تركيز نترات الفضة التي يبدأ}$$

عنه يوديد الفضة بالترسيب



$$x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x$$

$$K_{SP}(AgCl) = [Ag^+]. [Cl^-]$$

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

$$x = 10^{-5} mol.l^{-1} \quad \text{وهو يمثل تركيز } [Ag^+] \text{ وهو نفسه تركيز نترات الفضة التي يبدأ}$$

عنه كلوريد الفضة بالترسيب

2-  $K_{SP}(AgI) < K_{SP}(AgCl)$ ، لذلك يبدأ بالترسيب أولاً

ملاحظت كلما كان  $K_{SP}$  صغيراً يترسب أكثر



## اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- الملح الذائب الذي يتحلل في الماء من الأملاح الآتية هو :

$CaSO_4$ (d)	$NH_4NO_3$ (c)	$NaNO_3$ (b)	$KCl$ (a)
--------------	----------------	--------------	-----------

2- المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو

$CH_3COONa$ (d)	$NH_4NO_3$ (c)	$CH_3COONH_4$ (b)	$NaCl$ (a)
-----------------	----------------	-------------------	------------

3- يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب والطور المذاب في محلول مائي قليل الذوبان هو

$(NH_4)_3PO_4$ (d)	$Na_2SO_4$ (c)	$Pb(NO_3)_2$ (b)	$PbCrO_4$ (a)
--------------------	----------------	------------------	---------------

4- محلول مائي ملح  $Na_2CO_3$  تركيزه  $1.6 \text{ g.l}^{-1}$ ، يُمدد بإضافة كمية من الماء المقطر إليه بحيث يصبح حجمه أربع أضعاف ما كان عليه، فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً:

$0.2 \text{ g.l}^{-1}$ (d)	$0.8 \text{ g.l}^{-1}$ (c)	$0.4 \text{ g.l}^{-1}$ (b)	$0.6 \text{ g.l}^{-1}$ (a)
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

توضيح أكل:  $V' = 4V$   $C.V = C'.V'$

$$1.6 \times V = C' \times 4V \Rightarrow C' = \frac{1.6}{4} = 0.4 \text{ g.l}^{-1}$$

5- إذا علمت أن  $K_{sp} = 6.25 \times 10^{-10}$  عند درجة حرارة معينة، فيكون تركيز أيونات الفضة مقدراً بـ  $\text{mol.l}^{-1}$  في المحلول المشبع لـ  $AgCl$  مساوياً:

$6.25 \times 10^{-5}$ (d)	$2.5 \times 10^{-5}$ (c)	$2.5 \times 10^{-10}$ (b)	$1.25 \times 10^{-10}$ (a)
---------------------------	--------------------------	---------------------------	----------------------------

توضيح أكل:  $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

$$\begin{array}{ccc} x & 0 & 0 \\ 0 & x & x \end{array}$$

$$K_{sp} = [Ag^+].[Cl^-] = x.x = x^2$$

$$x^2 = 6.25 \times 10^{-10} \Rightarrow x = \sqrt{6.25 \times 10^{-10}} = 2.5 \times 10^{-5}$$

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

0.2 (d)	0.3 (c)	0.4 (b)	0.6 (a)
---------	---------	---------	---------

توضيح أكل: نرض أن حجمه  $V$  وعند إضافة ثلاثة أمثال  $V$  يصبح الحجم النهائي  $V' = V + 3V = 4V$

$$C.V = C'.V' = 2.4 \times V = C' \times 4V \Rightarrow C' = \frac{2.4}{4} = 0.6$$

**ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:**

- 1- زوّبان ملح نترات البوتاسيوم بالماء لا يعدّ حملهض.  
لأن الأيونات الناتجة عن تأين هذا الملح حيادية لا تتفاعل مع الماء.
- 2- جميع الأملاح تتمتع بخاصية قطبية.  
لانها تتألف من شق موجب أساسي وشق سالب حمضي
- 3- أملاح الصوديوم شديدة الذوّبان بالماء  
لان قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أصغر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.
- 4- ملح كرومات الفضة قليل الذوّبان بالماء  
لان قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراته أكبر من قوى التجاذب بين أيونات الملح وجزيئات الماء أثناء عملية الذوبان.

**ثالثاً- أجب عن الأسئلة الآتية:**

- 1- يحوي بيشر محلول مشبع ملح  $PbCrO_4$  قليل الذوّبان بالماء يضاف إليه قطرات من محلول نترات الرصاص II عديم اللون. فيتشكّل راسب من كرومات الرصاص II المطلوب:

- (a) اكتب معادلات التوازن غير المتجانس لمّح كرومات الرصاص II
- (b) اشرح آلية الترسيب التي حدثت لقسم من هذا الملح.
- (c) اقترح طريقة ثانية لترسيب قسم من هذا الملح.
- (d) اقترح طريقة لفصل المحلول عن الراسب.

أكل:

- (a)  $PbCrO_4 \rightleftharpoons Pb^{2+} + CrO_4^{2-}$
- (b) يزداد تركيز أيونات الرصاص ويصبح  $Q > K_{SP}$  تترسب كمية من هذا الملح.
- (c) إضافة قطرات من محلول كرومات البوتاسيوم.
- (d) يتم الفصل بالترشيح



سافر بأفطرك فلا حدود لجبالك

شورش حسين

shorash



## المعايرة الحجمية

الدرس الثالث

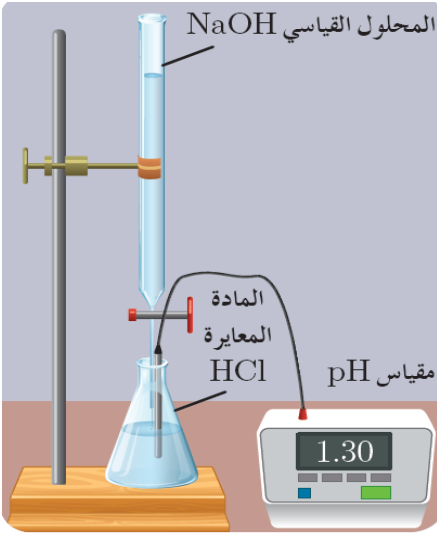
المعايرة الحجمية حمض-أساس:

سؤال: ماذا تفيد المعايرة الحجمية؟

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

1- معايرة حمض قوي بأساس قوي:

تجربة:



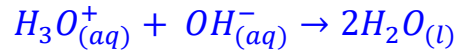
- 1- نملأ السحاحة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$
- 2- نأخذ 50ml من محلول حمض كلور الماء تركيزه  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  ونضعهم في اربنت ونضع بضع قطرات من مشعر أزرق بروم التيمبول فيتلون المحلول باللون الأصفر
- 3- نضيف هيدروكسيد الصوديوم تدريجياً ونسجل قراءة الـ PH بعد كل إضافة فكانت النتائج كالاتي:

60.0	50.1	50.0	49.9	30.0	10.0	0	حجم NaOH المضاف (mL)
12.0	11.0	7.0	3.0	1.6	1.2	1.0	قيمة الـ pH

1- المطلوب ارسم المنحنى البياني لتغيرات قيمت PH المحلول بدلات حجم الأساس المضاف

2- ما هو سبب ازدياد قيمت PH؟

ج) تزداد قيمة pH المحلول تدريجياً نتيجة تناقص تراكيز أيونات الهيدرونيوم  $H_3O^+$  لتفاعلها مع أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  المضافة وفق المعادلة الأيونية الآتية:

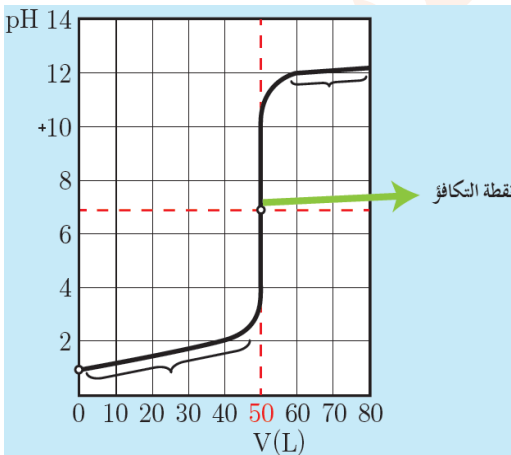


3- ما قيمت PH المحلول عندما يتفاعل جميع أيونات  $H_3O^+$  في المحلول مع أيونات  $OH^-$  المضافة وماذا تسمى هذه النقطة؟

ج) عند اتحاد جميع أيونات  $H_3O^+$  في المحلول أحمض مع

جميع أيونات  $OH^-$  المضافة تصبغ قيمت pH = 7 وتدعى نقطت نهايت المعايرة (نقطت التكافؤ)

4- ما هو السبب في التغير المفاجئ في قيمت pH بين القيمتين 3 و 11؟





ج) بإضافة قطرة من هيدروكسيد الصوديوم يتحول المحلول إلى أساسي، وتصبح  $pH = 11$ .

5- ما هو سبب تغير لون المحلول من اللون الأصفر إلى الأزرق؟

ج) يتغير لون المحلول نتيجة تغير لون مشعر أزرق بروم التيمول بتغير قيم  $pH$  المحلول، مما يدل على انتهاء تفاعل المعايرة

6- علل المناسج معايرة حمض قوي بأساس قوي هو أزرق بروم التيمول

ج) لان قيمت نقطت التكافؤ (نهايت المعايرة)  $pH=7$ ، تقع ضمن مجال المشعر أزرق بروم التيمول ( $6.0 \rightarrow 7.6$ )

نستنتج



عند نهايت تفاعل المعايرة (نقطت التكافؤ) يتساوى عدد مولات  $H_3O^+_{(aq)}$  مع عدد مولات  $OH^-_{(aq)}$

$$n_{(H_3O^+_{(aq)})} = n_{(OH^-_{(aq)})}$$

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

المشعر المناسج معايرة حمض قوي بأساس قوي هو أزرق بروم التيمول

علل: يُعتبر محلول كربونات الصوديوم محلولاً قياسيًّا، أكثر دقة من محلول هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم؟

أجواب: وذلك لأن محلول هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم يمتصا الماء وهما في حالتها الصلبة مما

يتعدّر الحصول على وزن دقيق من المادة

سؤال: ماهي المشعرات (مشعرات معايرة (حمض-أساس))

ج) حموض عضويّة أو أسس عضويّة ضعيفت معقّدة التركيب، يتغير لونها بتغير  $pH$  الوسط الذي توضع فيه.

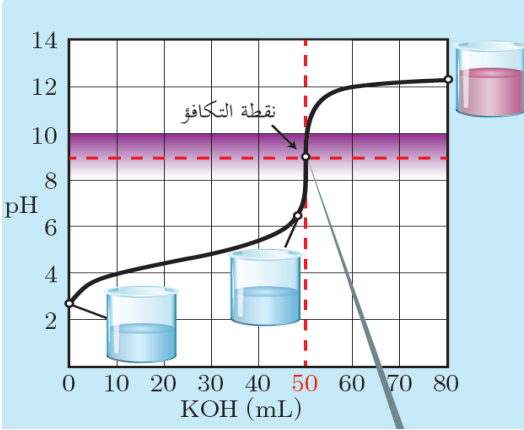
جدول يبيّن مجال بعض المشعرات وتغير لون كلّ منها قيم  $pH$  الوسط

لون المشعر	مجال $pH$ المشعر	لون المشعر	المشعر
أصفر	3.1 – 4.4	أحمر	الهليانتين
أصفر	4.2 – 6.2	أحمر	أحمر المثيل
أزرق	6 – 7.6	أصفر	أزرق بروم التيمول
بنفسجي	8.2 – 10	عديم اللون	فينول فتالين



## 2- معايرة حمض ضعيف بأساس قوي

**سؤال:** عند معايرة حمض أكل بأساس قوس (هيدروكسيد البوتاسيوم) بوجود قطرات من المشعر فينول فتالئين ورسم المنحني البياني لتغير قيم PH بدلالة حجم الأساس المضاف حصلنا على ما يلي: المطلوب:



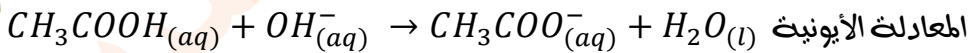
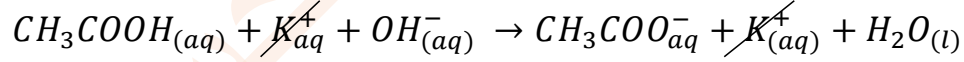
- 1- أتعرف قيمة pH المحلول في أثناء تفاعل المعايرة. أو كيف تتغير PH المحلول في أثناء المعايرة
- 2- أكتب معادلات التفاعل أکاصل، ثم أكتب المعادلات الأيونية لتفاعل المعايرة.
- 3- أدر قيمة pH عند نقطة انتهاء تفاعل المعايرة.
- 4- أستنتج طبيعة الوسط عند الوصول لنقطة التكافؤ.

أكل:

- 1- تدرار قيمة pH تدريجياً حتى القيمة 6.3 نتيجة تناقص تركيز أحمض بتفاعل مع أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  المضافة، ويحصل تغير مفاجئ لقيمة pH بين (6.3 , 10.3) تقريباً، وبإضافة قطرة من الأساس يصبح قيمة  $PH > 10.3$



لكتابة المعادلات الأيونية نكتب المعادلات السابقة بشكل أيوني ونحذف الأيونات المتشابهة في الطرفين فنحصل على المعادلات الأيونية



حمض ضعيف  
تأينه جزئي

- 3- عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة  $pH = 8.72$  (نحدر منتصف القطعة المستقيمة في المنحني ونسقطه على محور أکجم)
- 4- طبيعة الوسط أساسية، بسبب تشكل أيونات أکلات التي تسلك سلوكاً أساسياً

نستنتج:

عند معايرة حمض ضعيف بأساس قوي عدد مولات أحمض الضعيف تساوي عدد مولات أيونات الهيدروكسيد  $OH^-_{(aq)}$

$$n_{(\text{الحمض الضعيف})} = n_{(OH^-)}$$

$$C_1 \cdot V_1_{(\text{حمض ضعيف})} = C_2 \cdot V_2_{(OH^-)}$$

المشعر المناسب فينول فتالئين

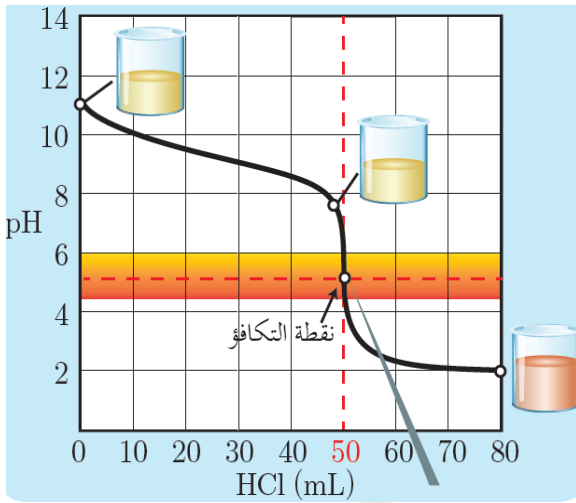
## 3- معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:

عند معايرة 50mL من محلول هيدروكسيد الأمونيوم تركيزه  $0.1\text{mol.L}^{-1}$  بمحلول قياسي لحمض كلور الماء تركيزه  $0.1\text{mol.L}^{-1}$  بوجود قطرات من مشعر أحمر الميثيل وباستخدام مقياس pH كانت النتائج كما في الجدول الآتي:

حجم HCl المضاف (mL)	0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
قيمة الـ pH	11.12	10.2	9.6	9.1	8.7	5.27	2.71

- 1- أرسم المنحنى البياني لتغيرات قيم الـ pH بدلالة حجم الحمض المضاف.
- 2- أحدد قيمت pH لمحلول هيدروكسيد الأمونيوم كخط بدء المعايرة.
- 3- أتعرف كيف تتغير قيمت pH للمحلول خلال عملية المعايرة.
- 4- أحدد قيمت pH للمحلول عند نقطت نهاية تفاعل.

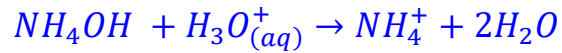
أكل:



1- الرسم جانباً

2- عند بدء المعايرة قيمت  $\text{PH}=11.12$ 

3- تتناقص قيمت الـ pH تدريجياً نتيجة تناقص تركيز

 $\text{NH}_4\text{OH}$  بتفاعلها مع أيونات الهيدرونيوم $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  المضافت وفوق المعادلت الآتية:عند انتهاء تفاعل المعايرة تكون قيمت  $\text{pH} = 5.27$  لأنه

يُنتج أيونات الأمونيوم التي تسلك سلوك حمض ضعيف

وبإضافة قطرة من حمض كلور الماء تصبح طبيعت المحلول حمضية وتصبح  $\text{pH} = 5.27$ .4- عند انتهاء تفاعل المعايرة تكون قيمت  $\text{pH} = 5.27$  لأنه ينتج أيونات الأمونيوم الذي يسلك سلوك حمض ضعيفاستنتج عند نهايت تفاعل المعايرة يكون: عدد أيونات الهيدرونيوم المضافت  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) =$  عدد مولات الأساس

$$n_{(\text{أساس ضعيف})} = n_{(\text{H}_3\text{O}^+)}$$

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

حيث  $C_1$ : التركيز الابتدائي للأساس. $V_1$ : الحجم الابتدائي للأساس. $C_2$ :  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  المضافة $V_2$ : حجم الحمض المضاف.

سؤال: علل ما يلي:

1- يعتبر الفينول فتالئين مشعراً مناسباً لمعايرة حمض ضعيف بأساس قوي  
 الجواب: لأن مجاله من ( 8.2 → 10 ) يوتي قيمة pH نقطت نهايت تفاعل المعايرة.

2- يعتبر حمز المتيل مشعراً مناسباً لمعايرة أساس ضعيف بحمض قوي  
 الجواب: لأن مجاله من ( 4.2 → 6.2 ) يوتي قيمة pH نقطت نهايت تفاعل المعايرة

ملاحظات كل مسائل المعايرة

- عند استخدام حمض الكبريت ثنائي الوظيفت نذكر أن  $[H_3O^+] = 2C_a$

$$n(H_3O^+) = n(OH^-)$$

$$2C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

- حساب الكتلت نستخدم العلاقة  $m = C \cdot V \cdot M$

- إذا تم معايرة محلول بمحلولين مختلفين مثلاً معايرة هيدروكسيد البوتاسيوم باستخدام حمض كلور الماء و حمض الكبريت

$$n(OH^-) = n(H_3O^+)_{H_2SO_4} + n(H_3O^+)_{HCL}$$

$$C \cdot V = 2C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2$$

- عندما يطلب تركيز الملع نستخدم قانون التمديد  $C_1 \cdot V_1 = C' \cdot (V_1 + V_2)$

$V_1 + V_2$ : حجم الحمض + الأساس

إذا كانت المعايرة بين حمض قوي وأساس قوي وطلب المعايرت الأيونية نكتب المعايرت الأيونية

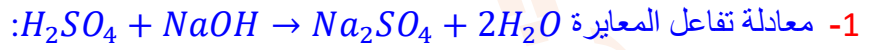


حل المسائل الآتية:

**المسألة 1:** عند معايرة محلول حمض الكبريت تركيزه  $0.05 \text{ mol.l}^{-1}$  بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  لرم  $20 \text{ ml}$  منه لإتمام المعايرة

- 1- اكتب معادلت التفاعل أكامل، ثم اكتب المعادلت الأيونية لتفاعل المعايرة أكامل.
- 2- أحسب حجم محلول حمض الكبريت اللازم لإتمام المعايرة.
- 3- أستنتج قيمت pH المحلول عند نقطت نهاية تفاعل المعايرة.

الحل:



$$2- n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)}$$

لأن الحمض ثنائي  
الوظيفة

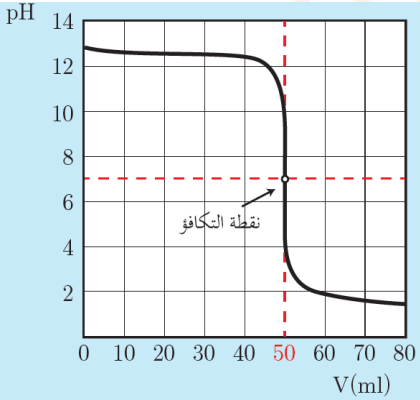
$$2C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$2 \times 0.05 \times V_1 = 0.2 \times 20 \Rightarrow V_1 = \frac{0.2 \times 20}{0.1} = \frac{2}{10^{-1}}$$

$$V_1 = 20 \text{ ml} = 0.02 \text{ l}$$

3- الملح الناتج عن تفاعل حمض قوي بأساس قوي تكون أيوناته حيادية لا تتفاعل مع الماء وبالتالي  $pH = 7$

**المسألة (أو سؤال نظري) 2:** عند معايرة  $50 \text{ mL}$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  بمحلول فياسي حمض الأزوت تركيزه  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  حيث يمثل الشكل المبناور منحنى بيانياً لتغيرات قيمت pH المحلول بدلات حجم أحمض أضاف. المطلوب:



- 1- ما قيمة pH المحلول هيدروكسيد الصوديوم لحظة بدء المعايرة؟
- 2- بين كيف يتغير كل من pH ،  $[OH^-]$  المحلول خلال عملية المعايرة
- 3- ما قيمة pH المحلول عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة؟ فسّر ذلك.
- 4- ما المشعر المناسب لهذه المعايرة؟

الحل:

1- عند بدء المعايرة  $pH = 13$

2- تنقص قيمت PH المحلول تدريجياً نتيجة تناقص تركيز أيونات  $OH^-$  لتفاعلها مع أيون  $H_3O^+$  أضافت وفق المعادلت :



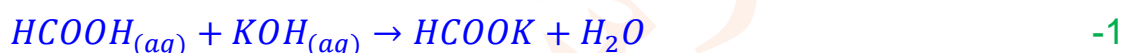
3- عند اتحاد جميع أيونات  $OH^-$  مع جميع أيونات  $H_3O^+$  المضافة تصبح قيمته  $PH=7$  تدعى نقطة نهايت المعايرة (نقطة التكافؤ)

4- المشعر المستعمل أزرق بروم التيمول لأن مداه بين (6-7.6) يحوي قيمته  $PH$  نقطة نهايت المعايرة

**المسألة 3:** عند معايرة 20mL من محلول حمض الثمل لز 15mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه  $0.02 \text{ mol. L}^{-1}$  والمطلوب:

- 1- أكتب المعادلات الأيونية لتفاعل المعايرة احاصل.
- 2- أحسب تركيز محلول حمض الثمل المعاير.
- 3- أحسب كتلة حمض الثمل اللازم لتحضير 400mL من محلوله السابق.
- 4- أتعرف أفضل المشعرات الواجب استعماله. (C:12, H:1, O:16)

الحل:



2- المعايرة تفاعل نهاية نقطة عند  $n_{(HCOOH)} = n_{(OH^-)}$

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

$$C_1 \times 20 = 0.02 \times 15$$

$$C_1 = \frac{2 \times 10^{-2} \times 15}{2 \times 10^{+1}} = 15 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

3- نحول الحجم من ml الى L (دائماً في هذا الطلب)

$$V = 400 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-1} \text{ L}$$

نحسب الكتلة المولية للحمض  $M = 1 + 12 + 16 + 16 + 1 = 46 \text{ g. mol}^{-1}$

نحسب كتلة الحمض من العلاقة  $m = C \cdot V \cdot M$

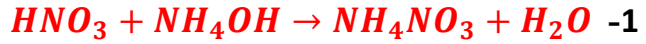
$$m = 15 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-1} \times 46 = 2760 \times 10^{-4} = 276 \times 10^{-3} \text{ g}$$

4- المشعر المستعمل الفينول فنالين لأن مجاله من (8.2 → 10) يحوي قيمته  $pH$  نقطة نهايت تفاعل المعايرة

**مسألة 4:** يُعاب 50mL من محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الآزوت تركيزه  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  فيلزم منه 25mL لإتمام المعايرة، والمطلوب:

- 1- اكتب المعادلات الكيميائية المتعادلة عن تفاعل المعايرة أكصل.
- 2- حسب تركيز محلول هيدروكسيد الأمونيوم المستعمل.

أكل:



$$n_{(\text{NH}_4\text{OH})} = n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} \quad -2$$

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

$$C_1 \times 50 = 0.1 \times 25$$

$$C_1 = \frac{25 \times 10^{-1}}{5 \times 10^1} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

**مسألة 5:** محلول حمض كلور الماء تركيزه  $10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$  المطلوب:

- 1- حسب قيمت pH محلول هذا أحمض.
- 2- معايرة 20mL من محلول أحمض السابق بلم 5mL من هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $0.02 \text{ mol.L}^{-1}$  وحجم  $V_2$  من هيدروكسيد البوتاسيوم ذي التركيز  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  المطلوب:

(a) اكتب المعادلات الأيونية لتفاعل المعايرة أكصل.

(b) حسب حجم هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام المعايرة.

(c) حسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10mL من أحمض السابق لتصبح  $\text{pH} = 3$ .

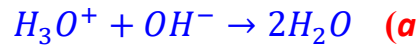
لأنه حمض قوي  
أحادي الوظيفة

أكل:

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

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{PH} = -\log 10^{-2} \Rightarrow \text{PH} = 2$$

-2



$$n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{(\text{OH}^-)\text{NaOH}} + n_{(\text{OH}^-)\text{KOH}} \quad (b)$$

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

$$10^{-2} \times 20 = 2 \times 10^{-2} \times 5 + 5 \times 10^{-2} \times V_2$$

$$\cancel{10^{-2}} \times 20 = (2 \times 5 + 5V_2)\cancel{10^{-2}}$$

$$20 = 10 + 5V_2 \Rightarrow 5V_2 = 20 - 10 \Rightarrow V_2 = \frac{10}{5} = 2 \text{ ml}$$

(c) نحسب تركيز الهيدرونيوم الجديد

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-3} mol.l^{-1}$$

الآن نحسب الحجم الكلي بعد التمديد بعدها نطرح منه حجم الحمض المعطى في الطلب c نكون قد حصلنا على حجم الماء الواجب إضافته

$$( \text{بعد التمديد} ) C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \quad ( \text{قبل التمديد} )$$

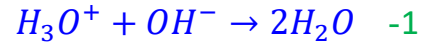
$$10^{-2} \times 10 = 10^{-3} \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{10^{-1}}{10^{-3}} = \frac{1}{10^{-2}} = 10^2 = 100ml$$

$$V_{(\text{الماء})} = V_2 - V_1 = 100 - 10 = 90 ml$$

**المسألة 6:** يؤخذ 20mL من حمض الكبريت تركيزه  $0.05 mol.L^{-1}$ ، ويُضاف إلى 10mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى تمام التعديل المطلوب:

- 1- اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن التفاعل أكمل.
- 2- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل.
- 3- ما قيمة pH المحلول الناتج عن المعايرة؟
- 4- اكتب اسم أفضل مشعر واجب استعماله في هذه المعايرة.
- 5- احسب التركيز المولي الحجمي لمحلول ملح كبريتات الصوديوم الناتج عن المعايرة (Na:23, S:32, O:16, H:1).

أكل:



$$n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)} \quad -2$$

$$2C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$2 \times 0.05 \times 20 = C_2 \times 10 \Rightarrow C_2 = \frac{0.1 \times 20}{10} = 0.2 mol.l^{-1}$$

$$PH=7 \quad -3$$

4- أفضل مشعر مناسب هو: أزرق بروم التيمول

5- نحسب عدد مولات حمض الكبريت وبعده نحسب عدد مولات الملح الناتج كبريتات الصوديوم وبعدها نحسب

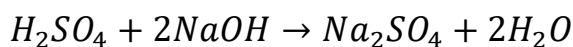
تركيز الملح من القانون  $C = \frac{n}{V}$  حيث V هو حجم الحمض + حجم الأساس

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow n = C \cdot V = 0.05 \times 0.02 = 10^{-3} mol$$

هنا لانضرب ب 2

حصراً تحول إلى اللتر





$$\begin{array}{ccc} 1 & & 1 \\ 10^{-3} & & n' \end{array}$$

$$n' = \frac{10^{-3}}{1} = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{10^{-3}}{3 \times 10^{-2}} = \frac{10^{-1}}{3} = \frac{1}{30} = 0.033 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$V = 20 + 10 = 30 \text{ ml} \\ = 3 \times 10^{-2} \text{ l}$$

**المسألة 7:** تُذاب عيّنة غير نقية كتلتها 3.30 g من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء ، ويكمل الحجم إلى 200mL ، فإذا علمت أنه يلزم لتعديل 25mL منه 30mL من حمض كلور الماء تركيزه  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  و 20mL من حمض الكبريت تركيزه  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  ، والمطلوب :

- 1- احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم.
- 2- احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقية في هذه العينة.
- 3- احسب النسبة المئوية للشوائب في هذه العينة. ( K:39, S:32, O:16, Cl:35.5, H:1 )

الحل:

$$n_{(OH^-)} = n_{(H_3O^+)}_{H_2SO_4} + n_{(H_3O^+)}_{HCL} \quad -1$$

$$C.V = 2C_1.V_1 + C_2.V_2$$

$$C.25 = 2 \times 0.05 \times 20 + 0.1 \times 30$$

$$C.25 = 0.1 \times 20 + 0.1 \times 30$$

$$C.25 = (20 + 30)0.1$$

$$C.25 = (50) \times 0.1 \Rightarrow C = \frac{5}{25} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

2- كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقية في هذه العينة.

$$m = C.V.M = 0.2 \times 200 \times 10^{-3} \times 56 = 2.24 \text{ g}$$

$$M_{KOH} = 39 + 16 + 1 \\ = 56 \text{ g.mol}^{-1}$$

3- النسبة المئوية :  $m = 3.3 - 2.24 = 1.06 \text{ g}$

كل 3.3g من العينة تحوي 1.06g شوائب

كل 100g من العينة تحوي y

$$y = \frac{100 \times 1.06}{3.3} = 32.12\%$$

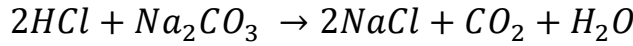
**المسألة 8:** أذيت عيّنت مقدارها  $1.75 \text{ g}$  من كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء وأكمل الحجم إلى  $100 \text{ mL}$ ؛ إذا علمت أنه يلزم معايرة المحلول السابق  $50 \text{ mL}$  من محلول حمض كلور الماء تركيزه  $0.4 \text{ mol.L}^{-1}$  المطلوب:

يحوّل إلى لتر  
0.1 L

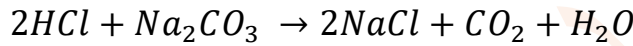
- 1- اكتب المعادلات المعبرة عن تفاعل المعايرة أكصل.
- 2- احسب تركيز كربونات الصوديوم في المحلول السابق.
- 3- احسب النسبة المئوية لكل من الملعين في العينة. (Na:23, C:12, O:16, Cl:35.5, H:1)

**أكل:** ملاحظة إذا وجد أيون مشترك بين الملح والحمض لا يحدث تفاعل

1- كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض كلور الماء: لا يحدث تفاعل  $HCl + NaCl$



بحسب عدد مولات حمض كلور الماء  $C = \frac{n}{V} \Rightarrow n = C.V = 0.4 \times 0.05 = 0.02 \text{ mol}$



2                      1

0.02                      n'

$$n' = \frac{0.02}{2} = 0.01 \text{ mol}$$

نحسب عدد مولات كربونات الصوديوم

$$C' = \frac{n'}{V} = \frac{0.01}{0.1} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

2- نحسب تركيز كربونات الصوديوم

$$m = C.V.M = 0.1 \times 0.1 \times 106 = 1.06 \text{ g}$$

كتلة كربونات الصوديوم في العينة  $1.06 \text{ g}$

3- النسبة المئوية لملاح كربونات الصوديوم: كل  $1.75 \text{ g}$  من العينة تحتوي  $1.06 \text{ g}$  من الكربونات الصوديوم

كل  $100 \text{ g}$

y

$$y = \frac{100 \times 1.06}{1.75} = 60.5\%$$

النسبة المئوية لملاح كلوريد الصوديوم:  $y' = 100 - 60.5 = 39.5\%$

**تفكير ناقد:**

تستخدم المشعرات في المعايرة من اجل تحديد نقطة نهايت تفاعل المعايرة، فسّر سبب تغير لون المشعر عند إضافته إلى محلول حمضي أو محلول قلوي؟ المشعرات هي حموض أو أسس عضوية ضعيفت لشكلها الجزيئي لون وأيونها لون مختلف فمثلا إذا كان المشعر حمض ضعيف يتلون بلون شكله الجزيئي في الوسط الحمضي ولون أيوناته في الوسط الأساسي.

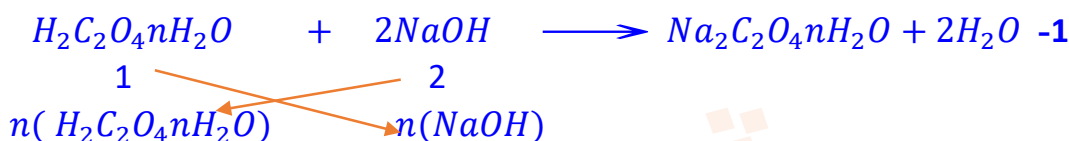
**المسألة 9:** تُذاب كمية مقدارها  $0.1386 \text{ g}$  من حمض الأوكزاليك المائي صيغته  $H_2C_2O_4 \cdot nH_2O$  بحجم مناسب من الماء المقطر . فإذا علمت انك يلزم لإتمام معايرة المحلول السابق  $22 \text{ mL}$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$

**المطلوب:** (Na:23, C:12, O:16, H:1)

1- اكتب معادلات التفاعل كإصاىل

2- احسب عدد جزيئات الماء في صيغة أحمض السابق.

**أكل:** فكرة أكل نحسب الكتل المولبية للأحمض من المعادلات وبعدها نحسب  $n$  بالمساواة



$$2 n(H_2C_2O_4 \cdot nH_2O) = n(NaOH) \quad 2$$

$$2 \times \frac{m}{M} = C \cdot V$$

$$2 \times \frac{0.1386}{M} = 0.1 \times 22 \times 10^{-3} \Rightarrow M = \frac{0.2772}{22 \times 10^{-4}} = 126 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{(H_2C_2O_4 \cdot nH_2O)} = 126$$

$$2 + 24 + 64 + 18n = 126 \Rightarrow 18n = 126 - 90 = 36$$

$$n = \frac{36}{18} = 2$$

أختبر نفسي:

أولاً: أأخت الإجابة الصأحبة لكل مآ يأتي:

1- المشعر الذي يحدّد بدقة أكبر، نقطة نهاية معايرة أساس قوي بأحمض ضعيف هو:

(a) أزرق بروم التيمول (b) فينول فتالئين (c) أأمر الميتيل (d) الهليانتين

2- عند معايرة أحمض النمل بهيدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

(a)  $PH > 7$  (b)  $PH < 7$  (c)  $PH = 7$  (d)  $PH \leq 7$

3- عند إضافة  $10 \text{ mL}$  من أحمض الكبريت تركيزه  $0.05 \text{ mol.L}^{-1}$  إلى  $15 \text{ mL}$  من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه  $0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  فإن:

$$[H_3O^+] > [OH^-] \text{ (b)}$$

$$[H_3O^+] < [OH^-] \text{ (a)}$$

$$[H_3O^+] \leq [OH^-] \text{ (d)}$$

$$[H_3O^+] = [OH^-] \text{ (c)}$$

**ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:**

- 1- تكون قيمة  $pH < 7$  عند معايرة أساس ضعيف بحمض قوي.  
لأن الأيونات الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك حمض ضعيف
- 2- يعتبر أزرق بروم التيمول مشعراً مناسباً عند معايرة حمض قوي بأساس قوي.  
لأن مداه بين (6-7.6) يحوي قيمة  $pH$  نهاية المعايرة
- 3- استخدام أحد مشعرات (حمض - أساس) في معايرة التعديل.  
لتحديد نقطة نهاية تفاعل المعايرة.
- 4- عند معايرة حمض النمل بهيدروكسيد الصوديوم يكون الوسط عند نهاية المعايرة أساسياً  
لأن أيونات النملات الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك أساس ضعيف.

**أسئلة الوحدة الرابعة**

**أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:**

1- إذا علمت أن  $pH = 3$  للمشروب الغازي فإن تركيز أيون الهيدروكسيد فيه:

$10^{+3}$ (d)	$10^{-11}$ (c)	$10^{-3}$ (b)	11 (a)
---------------	----------------	---------------	--------

2- بالاعتماد على ثوابت تأين الحموض الآتية:

$$K_a(HF) = 7.2 \times 10^{-4}, K_a(HNO_2) = 4.5 \times 10^{-4}, K_a(HCN) = 5 \times 10^{-10}$$

$CN^- < NO_2^- < F^-$ (b)	$CN^- < F^- < NO_2^-$ (a)
$F^- < NO_2^- < CN^-$ (d)	$NO_2^- < CN^- < F^-$ (c)

3- الملعق الذائب الذي قيمته  $pH < 7$  لمحلوله المائي من بين الأملاح الآتية المتساوية التركيز هو:

$Na_2SO_4$ (d)	$NH_4NH_3$ (c)	$KCN$ (b)	$KCl$ (a)
----------------	----------------	-----------	-----------

4- الملعق الذائب الذي لا يتحلل في الماء من بين الأملاح الآتية هو:

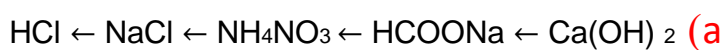
$KCN$ (d)	$HCOONH_4$ (c)	$NaNO_3$ (b)	$NH_4Cl$ (a)
-----------	----------------	--------------	--------------

5- محلول مائي ملح  $CaCl_2$  له  $pH = 7$  ، يمدد بالماء المقطر مئة مرة ، فإن قيمة  $pH$  للمحلول الناتج تساوي:

$PH' = 7$ (d)	$PH' = 9$ (c)	$PH' = 0.7$ (b)	$PH' = 5$ (a)
---------------	---------------	-----------------	---------------

6- لديك المحاليل المائية المتساوية في التركيز الآتية  $NaCl, HCl, HCOONa, NH_4NO_3, Ca(OH)_2$

الترتيب الصحيح لها وفق تزايد قيمته ال  $pH$  لكل منها هو:





7- الأيون الكياري الذي لا يتعلمه من الأيونات الآتية هو:

$\text{NH}_4^+$ (d)	$\text{CN}^-$ (c)	$\text{SO}_4^{2-}$ (b)	$\text{CH}_3\text{COO}^-$ (a)
---------------------	-------------------	------------------------	-------------------------------

8- المشعر الذي يجرّد برفق نقطة نهايت معايرة حمض أكل بهدروكسيد البوتاسيوم هو.

(a) أزرق بروم التيمول	(b) فينول فتالين	(c) أحمر الميتيل	(d) الهليانتين
--------------------------	------------------	------------------	----------------

9- المحلول المنظم لحموضات من المحاليل الآتية هو:

$\text{NaOH}, \text{NaNO}_3$ (d)	$\text{NH}_4\text{OH}, \text{NaCl}$ (c)	$\text{HCl}, \text{KCl}$ (b)	$\text{HCOOH}, \text{HCOOK}$ (a)
----------------------------------	---	------------------------------	----------------------------------

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- محلول مائي مشبع طليح  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  فوسفات الفضة قليل الذوبان في الماء، المطلوب:

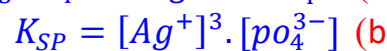
(a) اكتب معادلات التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

(b) اكتب علاقة جداء الذوبان  $K_{sp}$  لهذا الملح.

(c) اقترح طريقة لترسيب قسم من هذا الملح في محلوله المشبع.

(d) اشرح آلية إذابة  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  في محلوله المشبع بإضافة حمض كلور الماء إليه

الحل:



(c) نضيف كمية مناسبة من محلول نترات الفضة فيرداد تركيز أيونات الفضة ويصبح  $Q > K_{SP}$  تترسب كمية من

هذا الملح

(d) تتحد أيونات الهيدرونيوم المضافة مع أيونات الفوسفات ويتشكل حمض الفوسفور الضعيف التآين في الماء فينقص

تركيز أيونات الفوسفات ويصبح  $Q < K_{SP}$  وبالتالي تذوب كمية من هذا الملح

2- يستخدم مقياس pH لمعرفة طبيعة المحلول المائي، تختلف قيمته pH للأملاح  $\text{NaCl}$  و  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  و

$\text{NH}_4\text{Cl}$  المتساوية التراكيز، التي تظهر في الصور الآتية، فسّر ذلك بكتابة المعادلات الكيميائية اللمرمة.



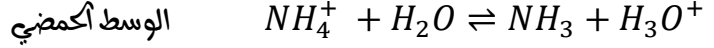
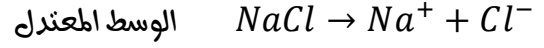
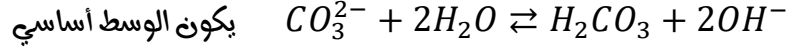
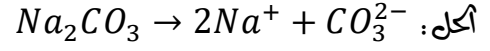
$\text{NH}_4\text{Cl}$



$\text{NaCl}$



$\text{Na}_2\text{CO}_3$



3- عند معايرة حجمين متساويين من محلولي حمضين A, B كل منهما على حدة، بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه

$0.1 \text{ mol.L}^{-1}$  فصلنا على المنحنيين البيانيين كما في الشكل المجاور، المطلوب:

(a) أيّ من المحلولين المستعملين A, B أكثر تركيزاً؟ فسّر إجابتك.

(b) حدّد نقطت نهاية المعايرة لكلّ منهما على

الشكل.

كل:

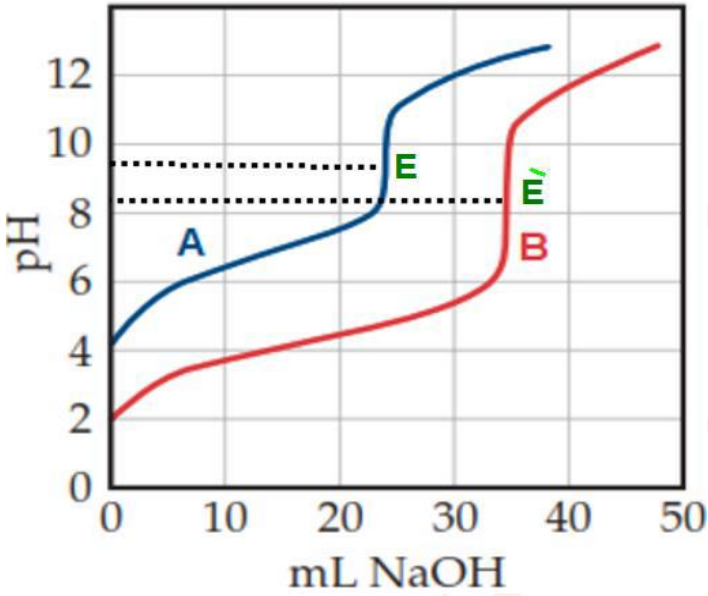
(a) B هو الأكثر تركيز لأنه يستهلك حجم أكبر

من هيدروكسيد الصوديوم

(b) حدّد نقطت نهاية المعايرة لكلّ منهما على

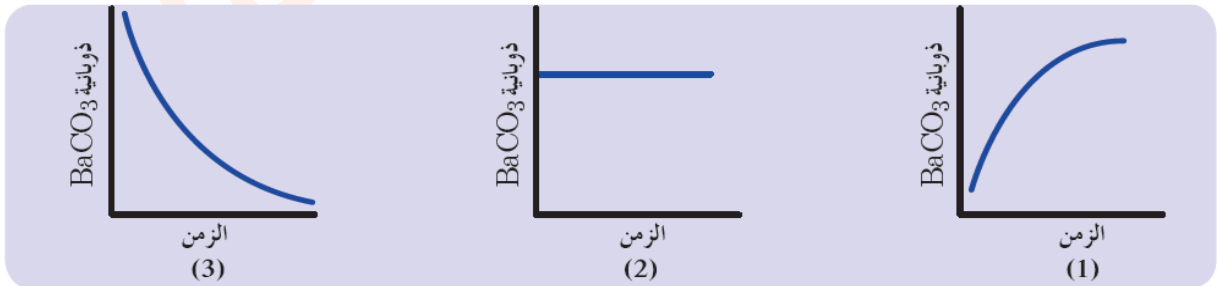
الشكل (نأخذ منتصف القطعت المستقيمة

ونسقطها على محور ال PH)



4- تشير المنحنيات الآتية إلى تغير ذوبانية

كربونات الباريوم دلالة تركيزه في شروط مختلفة.  $BaCO_3$ .



(a) أيّ من المنحنيات يشير لإضافة  $HNO_3$ ؟ المنحني 1 لأن ذوبانية كربونات الباريوم تزداد

(b) أيّ من المنحنيات يشير لإضافة  $Na_2CO_3$ ؟ المنحني 3 لأن ذوبانية ملح كربونات الباريوم تقل

(c) أيّ من المنحنيات يشير لإضافة  $NaNO_3$ ؟ المنحني 2 لأنه لا يؤثر على ذوبانية كربونات الباريوم