



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 حسين

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)

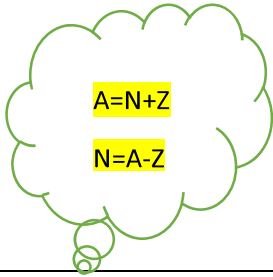
2- ونيوترونات معدلة الشحنة، (n)

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.

موجودة في حيز صغير جداً.



$$A=N+Z$$

$$N=A-Z$$

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

أجواب: عدد البروتونات (الأسفل) = 6

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

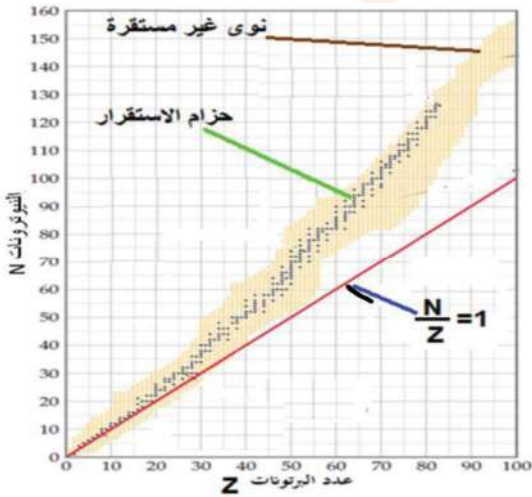


سؤال: ما هو العامل الذي يحدد استقرار النواة؟ وماذا تدعى العملية التي تسعى وفقدانها النواة إلى الاستقرار؟

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 عمليات تدعى النشاط الإشعاعي.

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



أقارن النسبة $\frac{N}{Z}$ للنوى المستقرة بأخط البياني الذي يمثل النسبة $\frac{N}{Z} = 1$

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

تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3lom4all.com>

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؟

الجواب: تُعدّ الطاقة النوويّة من أحد أهمّ مصادر الطّاقة، حيثُ تُستعمل في عدّة مجالاتٍ منها توليد الكهرباء، والزّراعة، والطّب، وتنقيّة مياه الشّرب.

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

الجواب: البروتون: 1_1H أو 1_1P ، 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 النوويّة (النشاط الإشعاعيّ الطبيعيّ):

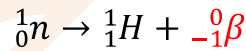
الجواب: هي التحوّلات النوويّة التلقائيّة التي تقوم بها النوى غير المستقرة متحوّلة إلى نواة أخرى أكثر استقراراً، ويرافقها انطلاق جسيمات خارج النواة وطاقة على شكل أمواج كهرومغناطيسية.

سؤال: ما هي أنواع التحوّلات النوويّة

الجواب: 1- تحوّل من النوع بيتا، 2- تحوّل من النوع بوزيترون، 3- الأسر الإلكترونيّ، 4- التحوّل من النوع ألفا

سؤال: في أي نوى يحدث التحوّل من النمط بيتا وكيف يحدث ذلك؟ (أو علل ذلك)، أكتب المعادلات النوويّة العامّة 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 النوويّة العامّة 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 النوويّة المعبرة عن هذا التحوّل محدداً نوعه.

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

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

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

سؤال: في أي نوى يحدث التحوّل من نوع بوزيترون وكيف يحدث (أو علل ذلك)؟ أكتب المعادلات النوويّة العامّة للتحوّل.

يحدث في النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار نتيجة تحوّل بروتون إلى نيوترون وفق المعادلات الآتية:



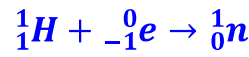
يُعبّر عن هذا النوع من التحوّل بالمعادلة النوويّة العامّة الآتية: ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}\beta + Energy$

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



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 حزام 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



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: $^A_ZX \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^4_2He + Energy$

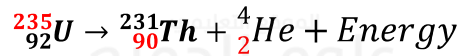
تطبيق: تتحول نواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ إلى نواة الرادون Rn بإطلاقها جسيم ألفا، اكتب المعادلات النووية المعبرة عن التحول.



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

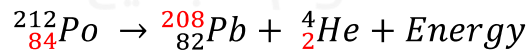


التحول من النوع الفا



أكل

التحول من النوع الفا



أ. شورش حسين



سؤال: قارن بين جسيمات بيتا والفا وأشعة غاما من حيث الطبيعة، الشحنة، الكتلة، النفاذية، تأين الغازات، السرعة بالنسبة لسرعة الضوء، التأثير بالكهربائي، التأثير بالمغناطيسي.

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.	نظائر نواة الهليوم ${}^4_2\text{He}$	الطبيعية
لا تحمل شحنة كهربائية	تحمل شحنة سالبة.	تحمل شحنتين موجبتين	الشحنة
ليس لها كتلة سكونية	كتلتها تساوي كتلة الإلكترون	كتلتها تساوي أربع أضعاف الهيدروجين العادي	الكتلة
أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات بيتا	أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات الفا	تأين الغازات التي تم من خلالها	تأين الغازات
نفاذيتها أكبر من نفاذية جسيمات بيتا	نفاذيتها أكبر من نفاذية جسيمات الفا	نفاذيتها ضعيفة.	النفاذية
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	التأثير بالكهربائي
لا تتأثر	تنحرف بتأثير قوة لورنر بجهة معاكسة لجهة انحراف جسيمات الفا	تنحرف بتأثير قوة لورنر	التأثير بالمغناطيسي

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

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

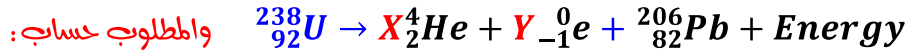
سؤال: ما هي سلسلة النشاط الإشعاعي؟

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

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



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



والمطلوب حساب:

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.
- 2- عدد التحولات من النوع بيتا Y.
- 3- أكتب المعادلة النووية الكلية.

أكل: 1- حساب X

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

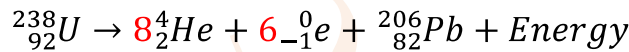
$$X = \frac{32}{4} = 8$$

2- حساب Y

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

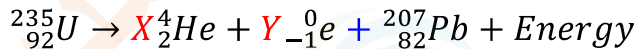
$$Y = 98 - 92 \Rightarrow Y = 6$$

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- أكتب المعادلة النووية الكلية.



أكل:

1- حساب X

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

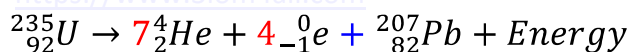
حساب Y

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

تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3lom4all.com>

2- كتابة المعادلة النووية الكلية



سؤال: عرف طاقة الارتباط في النواة؟ اكتب العلاقات 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 ΔE الطاقة وواحدتها J جول ، Δm النقصان في الكتلة وواحدتها Kg ، c : سرعة الضوء $m \cdot s^{-1}$

سؤال: علل كئلت النواة أصغر من كئلت مكوناتها وهي حرة؟

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

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

وكئلت 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

الحل: 1- حساب الطاقة المنتشرة

أولاً حساب عدد البروتونات وعدد النيوترونات (العدد العلوي)

ثانياً m_1 تحسب (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 $\Delta m = m_2 - m_1$

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

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

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

الآن تحسب الطاقة المنتشرة

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

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

طاقة ارتباط النواة تساوي بالقيمة وتعاكس بالإشارة الطاقة المنتشرة

مسألة: تشع الشمس طاقة مقدارها $38 \times 10^{27} \text{ J}$ في كل ثانية، احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال ثلاث دقائق

علماً أن $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

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

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

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

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

3x60 تحويل من 3 دقائق إلى ثواني

سؤال: عرف عم النصف وماهي العلاقة التي يحسب 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 الفيزيائية أو الكيميائية أو الضغط أو الحرارة

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

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

حيث N يمثل العدد الكلي للنوى

عدد الأسهم يمثل عدد n

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

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

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

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

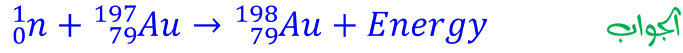
$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} = \frac{150}{3} = 50 \text{ s}$$

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

سؤال: متى يحدث تفاعلات الاندماج؟

أجواب: تحدث عندما تلتقط النواة الغزيفة 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 المعادلات النووية المعبرة:



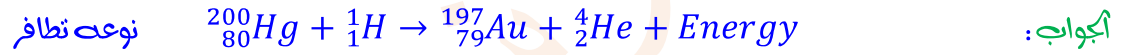
سؤال: متى تحدث تفاعلات التماثر؟

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

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

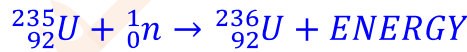


سؤال: عند قذف نواة الزئبق $^{200}_{80}Hg$ ببروتون تتحول إلى نواة الذهب مُطلقة جسيم ألفا، أكتب المعادلات النووية المعبرة عن التفاعل النووي أكمل، ثم حدّد نوعه

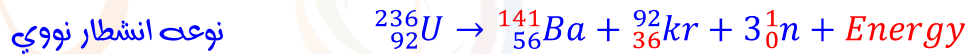


سؤال: عرف تفاعلات الانشطار النووي؟

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:



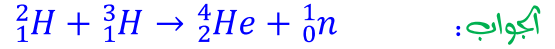
ملاحظة: يرافق تفاعل الانشطار انطلاق نيوترونات سريعة، إذا أمكن إبطاؤها يمكن لكل نيوترون أن يشطر نواة جديدة من

اليورانيوم $^{235}_{92}U$ بعد التقاطه مما يؤدي إلى حدوث تفاعل متسلسل <https://>

سؤال: عرف تفاعلات الاندماج النووية

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

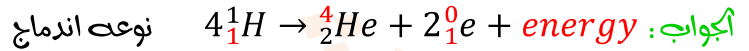
سؤال: تندمج نواتا نظيري الهيدروجين الديتريوم 2_1H والتريتيوم 3_1H لينتج نواة الهليوم ونيوترون، اكتب المعادلت النووية المعبرة عن هذا التفاعل:



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: $4 {}^1_1H \rightarrow {}^4_2He + 2 e + \dots \dots \dots$



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

معرفة انه تطاير: يتحول العنصر إلى عنصر آخر

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

معرفة انه اندماج يحدث للنوى الخفيفة (هيدروجين)

ملاحظات كل المسائل:

حساب عمر النصف: نحسب n عدد مرات تكرار عمر النصف بحيث نقسم عدد النوى المشعة على 2 ثم نقسم الناتج على 2 إلى أن نصل إلى العدد المعطى ونعد الأسهم وهي مثل n واحدة عمر النصف هي نفسها واحدة الزمن الكلي

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

ΔE الطاقة المنتشرة من الشمس تعطى من اجل ثابته واحدة في المسائل لذلك:

من اجل دقيقة نضرب ب 60

من اجل ساعة نضرب ب 3600

من اجل يوم نضرب ب 24×3600



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

الجواب: النظائر المشعة تطلق جسيمات مشحونة تدمر أحمض النووي للخلايا السرطانية فتقضي على الورم السرطاني

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- يتوقف عمر 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) التغطا.
 (d) تطاير.

3- من خاصيات أشعة غاما:

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

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

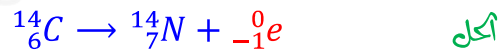


$$228 = 201 + 4X \Rightarrow 4X = 228 - 201 \Rightarrow 4X = 27 \Rightarrow X = \frac{27}{4} = 6.75$$

- (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



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 عمر النصف مادة مشعّة $t_{1/2} = 24 \text{ days}$ وكتلتها 1Kg تكون نسبت ما تبقى منها بعد 72 days مساويةً:

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

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

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

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

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

أكل:

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

8- يبلغ عدد النوى في عينة مشعّة 8×10^{20} وبعد زمن قدره 120s يصبح عدد النوى 10^{20} فيكون عمر النصف:

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

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

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

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

$$n \text{ بحسب } t_{1/2} = \frac{t}{n} \Rightarrow \text{أكل}$$

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

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

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

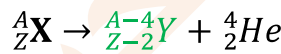
9- تطلق نواة عنصر مشعّ ${}^A_Z X$ جسيم ألفا ثم تطلق النواة الناتجة جسيم بيتا ، فننتج نواة:

$$\frac{A-4}{Z-2} Y \text{ (b)}$$

$$\frac{A-4}{Z-3} Y \text{ (a)}$$

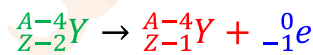
$$\frac{A-4}{Z-1} Y \text{ (d)}$$

$$\frac{A-4}{Z+3} Y \text{ (c)}$$



المرحلة الاولى

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 :

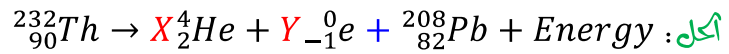
- 1- يعدّ النيوترون أفضل قذيفة نووية؟ لأنه معتدل الشحنة فلا يحدث تدافع كهربائي بينه وبين النواة المقذوفة
- 2- كتلت النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة؟ بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة
- 3- يرافق تفاعل الاندماج النووي انطلاق طاقة هائلة؟ بسبب النقص في الكتلة وتحويل هذا النقص في الكتلة إلى طاقة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



- 5- عدم تأثر أشعة غاما بألكترون الكهربي.؟ لأنها أمواج كهربية عديمة الشحنة.
6- تأثر كل من جسيمات ألفا وجسيمات بيتا بألكترون الكهربي.؟ لأن كل منهما يحمل شحنة كهربية.

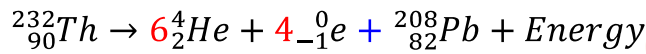
ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

- 1- احسب عدد التحولات من النمط ألفا، وعدد التحولات من النمط بيتا عند تحوّل نظير الثوريوم $^{232}_{90}Th$ المشعّ إلى نظير الرصاص غير المشعّ $^{208}_{82}Pb$



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

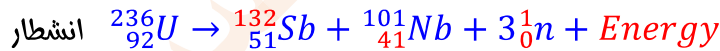
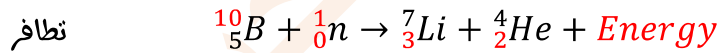
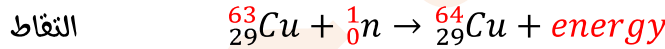
$$90 = 2x - y + 82 \Rightarrow 90 = 2(6) - y + 82 \Rightarrow y = 94 - 90 = 4$$



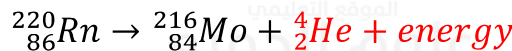
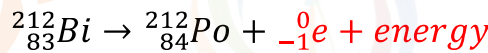
- 2- قارن بين جسيمات ألفا وبيتا من حيث (النفوذية، الشحنة، السرعة)

المقارنت	جسيمات ألفا	جسيمات بيتا
الشحنة	تحمل شحنتين موجبتين.	تحمل 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 التحولات النووية الآتية:



- 5- نلتقط نواة عنصر الأرجون $^{37}_{18}Ar$ إلكترون من مدار داخلي لها متحوّلت إلى نواة عنصر الكلور $^{37}_{17}Cl$ أكتب المعادلات المعبرة



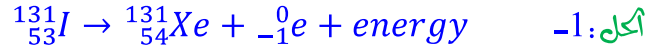
<https://www.3lom4all.com>

رابعاً حلّ المسائل الآتية:

- المسائل 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 عمر النصف لليود المشعّ المستخدم 8 Days، المطلوب:

1- اكتب المعادلات النووية المعبرة عن التحول.

2- احسب النسبة المتبقية من اليود المشع بعد 24 days



$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} \Rightarrow n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{24}{8} = 3$$

2 تحسب n عدد مرات تكرار عم النصف من العلاقة

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

المسألة الثانية:

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

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

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

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

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 ليصبح عدد النوى المشعة في تلك العينة $\frac{1}{16}$ مما كان

عليه يساوي 480 سنة

أكل:

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

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

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

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

$$= -1824 \times 10^{12} \text{ Kg}$$

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

اجواب: يحتوي على 78.09% من غاز النيتروجين، و 20.95% أكسجين، و 0.93% ارجون، و 0.04% نثائي أكسيد الكربون وبخار الماء، و هيدروجين، وهليوم، ونيون وكربون

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 المجاور الذي يمثل مكبس جوي غاز SO_2 في أكالين A و B، عند درجت حرارة ثابتة.

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

أحجم في أكال B أقل من أحجم 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 يرد 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؟

اجواب: جء 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 أكامضية، 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

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

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 الحرارة ثابتة 175°C (ملاحظت الضغط النظامي يعني 1 atm) (للتحويل من ml إلى L نضرب بـ 10^{-3})

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

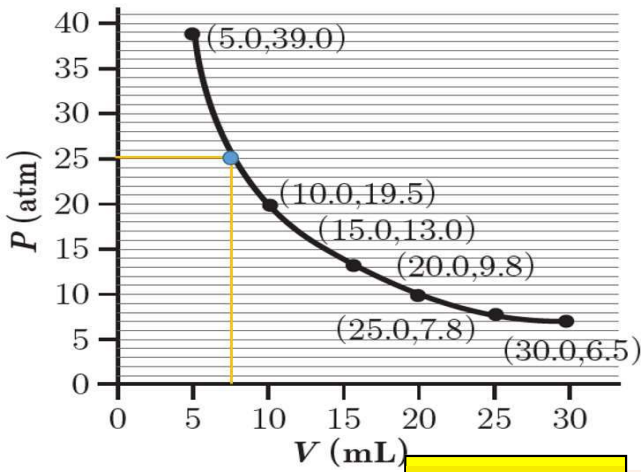
أكل:

مسألة: أجريت تجارب معيّنة على عيّنة 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 قيمة الضغط عند حجم 7.5 mL



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

فكلما ازداد الضغط ينقص الحجم ويسمى بقانون بويل ونلاحظ أيضاً أن

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

2 بتحديد النقطت 7.5 mL على محور الحجم وإسقاطها على

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

عند النقطت 7.5 mL

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 عيّنة من غاز إلى درجة حرارته مقدرّة بالكلفن ثابتة عند ضغط ثابت. $\frac{V}{T} = \text{const}$

- يتناسب حجم عيّنة 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 عيّنة غاز 2.88 L عند درجة الحرارة 15°C ، وضغط ثابت، أحسب الحجم الذي تشغله هذه العيّنة عند

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

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

تم التحميل من موقع علوم للجميع

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

أكل:

<https://www.3lom4all.com>

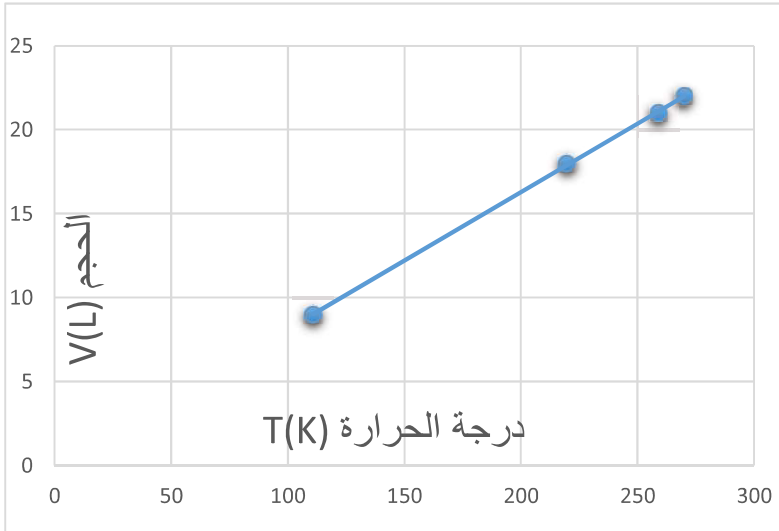
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times T_2}{T_1} = \frac{2.88 \times 311}{288} = \frac{288 \times 10^{-2} \times 311}{288} = 3.11 \text{ L}$$

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 ⁻¹)
22	270	0.081
21	259	0.081
18	220	0.081
9	111	0.081

أرسم أخط البيانيّ لتغيّر الحجم بدلالة درجة الحرارة مقدّرة 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 مقدّرة 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، تُسخّن 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

تم التحميل من موقع علوم للجميع

المقدار ونستنتج القانون الجديد

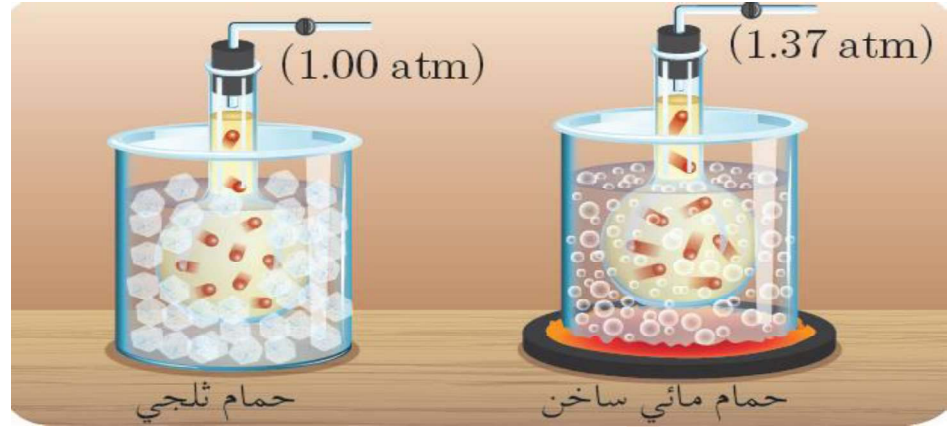
مثال في قانون شارل يذكر بثبات الضغط. أي نحذف الضغط من العبارة السابقة فتصبح $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

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 تستنتج



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

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

الضغط P (kPa)	درجة الحرارة T (K)	P/T (kPa.K ⁻¹)
36.0	173	0.208
46.4	223	0.208
56.8	273	0.208
67.2	323	0.208
77.6	373	0.208
88.0	423	0.208

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

أكل: نلاحظ أن هناك تناسب طردي بين ضغط الغاز ودرجة

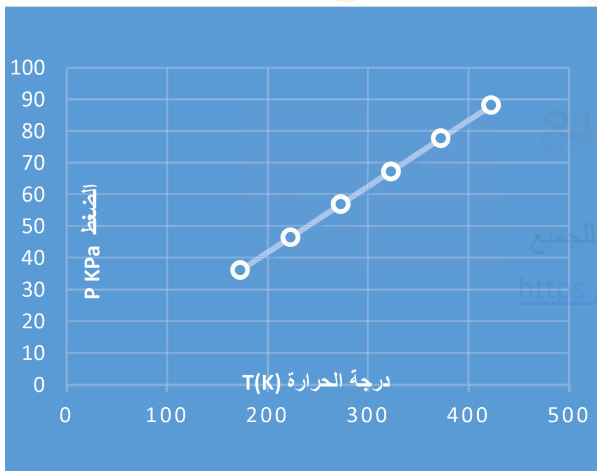
حرارته المطلقة عند ثابت الحجم

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

وأن نسبة ضغط عينة من غاز إلى درجة حرارته مقدره بالكلفن

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

يسمى القانون غاي - لوساك



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

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

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 ₄	NH ₃	N ₂	He
m(g)	16	17	28	4
M(g.mol ⁻¹)	16	17	28	4
n(mol)	1	1	1	1

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

• حساب عدد مولات الميثان (CH₄)

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

• حساب عدد مولات النشادر (NH₃) (M_{NH₃}=14+3X1=17 g.mol⁻¹)

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

• حساب عدد مولات الآزوت (N₂) (M_{N₂}=14+14=28 g.mol⁻¹)

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

• حساب عدد مولات الهيليوم (He) (M_{He}=4 g.mol⁻¹)

نستنتج:

يشغل مول واحد من أي غاز حجم ثابت في الشروط المتماثلة من الضغط ودرجة الحرارة، ويدعى بالحجم المولي V_{mol}

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

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

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

الموقع التعليمي

علوم للجميع

ويسمى قانون افوغادرو

كن مثل الورد لا يفوح منك إلا الرائحة الطيبة

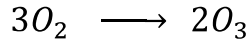
<https://www.3lom4a>

كن مفحاً للخير مغلاً للشئ | شورش حسين

Shorash



مسألة: عيّنت من غاز الأكسجين O_2 حجمها 12.2 L وعدد مولاتها 0.50 mol عند الضّغط 1 atm ودرجة حرارة 25°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

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

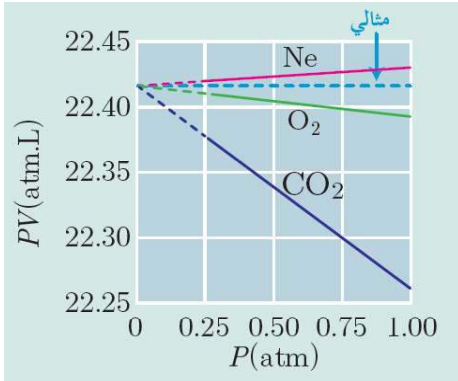
2- حساب حجم غاز الأوزون الناتج

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

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

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: يلاحظ 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 متحوّلات الغاز جميعها بقانون يُدعى "قانون الغازات العام" أو "معادلة 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:

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

وفي أجملة الدوليت

سؤال: يرتفع المنطاد في أجو عند تسخين الهواء داخله، أستنتج القانون الذي يعمل به جبه المنطاد، 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:

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

نضرب 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 المنطاد إلى نقصان كثافته لتصبح أقل من كثافة الهواء المحيط به، مما يؤدي إلى ارتفاعه. تتناسب كثافة الغاز طرماً مع ضغطه وكتلته المولية، وعكساً مع درجة حرارته.

قانون دالتون والضغط الجزئي:

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

أجواب: قانون دالتون: الضغط الكلي لمزيج غازي يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له.

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

سؤال: أستنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج مكون من ثلاث غازات مختلفت بنبات درجة الحرارة وأكجم.

أكل: من قانون دالتون نجد:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3$$

يعطي ضغط كل غاز وفق القانون العام للغازات

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

نعوض في العلاقة السابقة نجد:

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

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

نخرج $\frac{RT}{V}$ عامل مشترك نجد:

$$n_1 + n_2 + n_3 = n_t$$

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

تم التحميل من

علاقة الضغوط الجزئية بالكسور المولية :

سؤال : استنتج عبارة الضغط الكليّ لمزيج غازيّ بدلالة الكسر الموليّ

$$P_t = n_t \frac{RT}{V} \quad \text{والضغط الكلي للمزيج الغازي} \quad P_1 = n_1 \frac{RT}{V} \quad \text{الضغط الجزئي لغاز} \quad \text{أكل:}$$

$$\frac{P_1}{P_t} = \frac{n_1 \frac{RT}{V}}{n_t \frac{RT}{V}} \quad \text{نقسم الضغط الجزئي على الضغط الكلي نجد :}$$

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

نتيجة : تدعى 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 رشّ كمّيّة صغيرة من العطر في غرفة ، لاحظ انتشار الرائحة في كامل أرجاء الغرفة ، كيف أفسّر ذلك؟

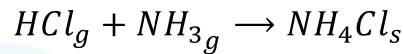
أكل : تنتشر الغازات في كلّ الاتجاهات بسبب الحركة العشوائية لجزيئاتها لتما أكبر الذي يُوجد فيه بشكل متجانس تقريباً .

سؤال : إذا وضعت عبوتان من محلول حمض كلور الماء المرّكّر ، ومحلول النشادر المرّكّر بجانب بعضهما ثمّ تُرغ غطاء كلّ منهما وفق

الشكل الآتي :

أكل :

يلاحظ تشكّل أبخرة 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 :



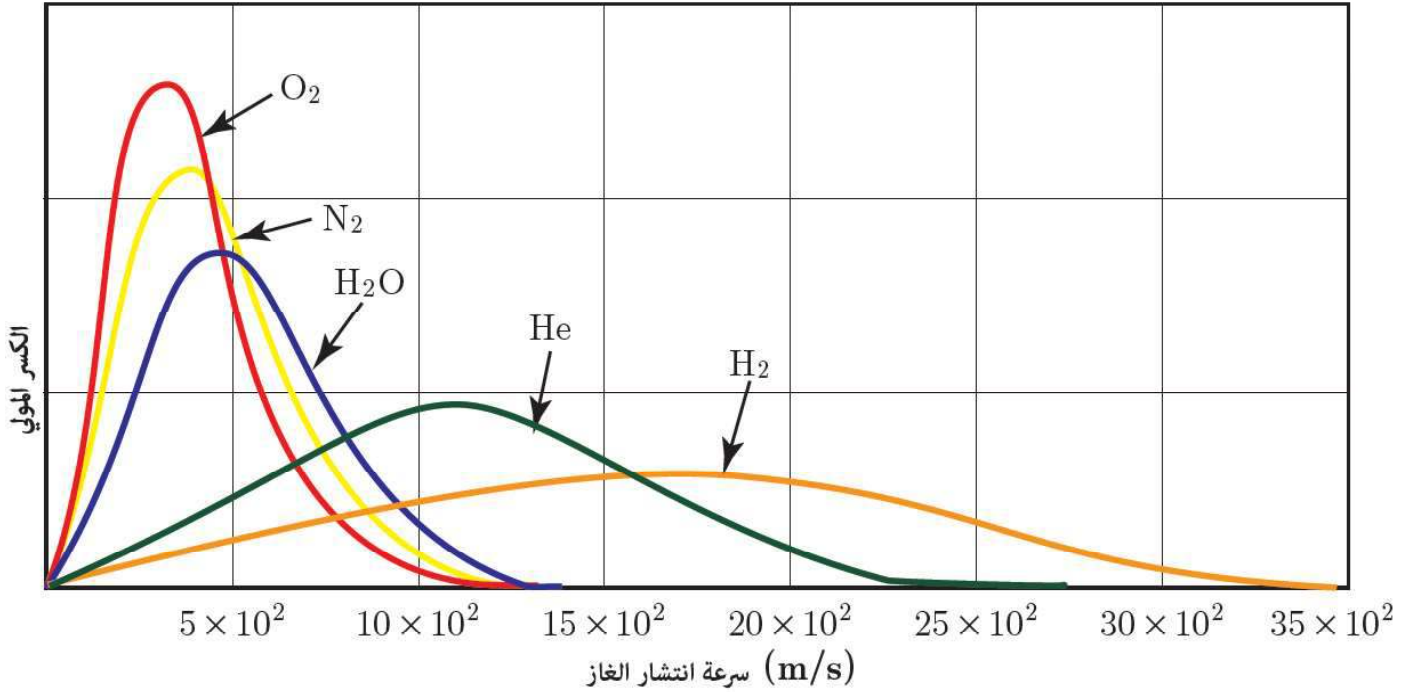
سؤال : على ماذا ينص قانون غراهام أكتب القانون الرياضي المعبر عن القانون؟

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

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \quad \text{أبزر التربيعي لنسبة كتليهما المولية ، ويعبر عنه بالعلاقة :}$$

 v_1 سرعة انتشار الغاز الأوّل ، M_1 الكتلة المولية للغاز الأوّل . v_2 سرعة انتشار الغاز الثاني ، M_2 الكتلة المولية للغاز الثاني .

سؤال: الشكل المرسوم أدناه يمثّل سرعة انتشار بعض الغازات بدلالة الكسر المولي لكلّ منها.



رتّب هذه الغازات وفق ازدياد سرعة انتشارها

أكل: $O_2 \rightarrow N_2 \rightarrow H_2O \rightarrow He \rightarrow H_2$

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

النظرية الحركية للغازات:

سؤال: ما هي النقاط التي تتضمنها النظرية الحركية للغازات؟

أجواب:

1. عشوائية الحركة: تتحرك جزيئات الغاز بحركة عشوائية مستمرة وفق مسارات مستقيمة ضمن الحجم الذي يشغله الغاز.
2. يكمل حجم جزيء الغاز مقابل حجم الغاز نتيجة تباعد الجزيئات.
3. تكمل قوى التأثير المتبادل بين جزيئات الغاز.
4. لا يتغير متوسط الطاقة الحركية للجزيئات مع مرور الزمن، وتنتقل الطاقة بين الجزيئات من خلال التصادمات، بشرط بقاء درجة الحرارة ثابتة، وينتج ضغط الغاز نتيجة تصادم جزيئاته مع جدران الإناء الذي يحويه.
5. تزداد الطاقة الحركية لجزيئات الغاز بازدياد درجة الحرارة.

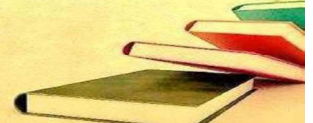


تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3lom4all.com>

(وَقُلْ رَبِّ زُونِي عَلِمًا)

سورة طه



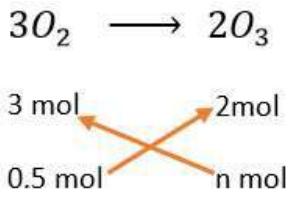
ملاحظات كل المسائل :

-نعوض قيمت R ثابت الغازات العام بحسب واحدة 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 $R=0.082$ أي 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 أي 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 طريقة احساب الكيمياء من المعادلات (جاء الطرفين يساوي جءا الوسطيين)

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 الغازالضغط بحسب 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 : بحسب بطريقتين أما $X_i = \frac{n_i}{n_t}$ أو $\frac{P_i}{P_t} = X_i$ في حال تغيرت شروط المسائل نستخدم القانون $\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$

شروط نظامية

شروط المسألة

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

تم التحميل من موقع علوم للجميع

واحدات أكجم : $ml \xrightarrow{10^{-3}} l \xrightarrow{10^{-3}} m^3$ <https://www.3lom4all.com>واحدات الضغط : $kpa \xrightarrow{10^3} pa \xrightarrow{10^{-5}} atm$ $kpa \xrightarrow{10^{-2}} atm$

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

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

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

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

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

مسألة 2: غاز كثافته $0.0847 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ عند الدرجة 17°C والضغط 1 atm أحسب الكثافة 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

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

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

مسألة 4: أحسب الضغط الجزئي لغاز النروجين مقدراً بـ atm عند مستوى سطح البحر، إذا علمت أن نسبته 78% من مجمل الغازات المكونة 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 UF_6 في عمليات تخصيب الوقود النووي في المفاعلات النووية.

أحسب نسبة سرعة انتشار غاز الهروجين 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 غازي مؤلف من 5% بوتان و 95% أرغون، يملء وعاء مملئ 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)

الحل:

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

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

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

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

$$m = nM = 30.97 \times 40 = 1238.8 \text{ g} \quad \text{كتلة غاز الأرغون}$$

2- الضغط الكلي يساوي مجموع الضغوط الجزئية في المزيج:

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

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

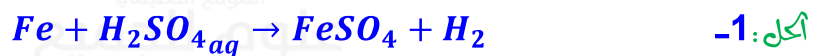
مسألة 7: منطاد مليء بغاز الهيدروجين يستخدمه مستكشف ليصل به إلى القطب الشمالي، وقد حصل على غاز الهيدروجين من خال تفاعل حمض الكبريت الممدد مع برادة أكسيد، فإذا كان حجم المنطاد في الشراطين النظاميين 4800 m^3 ، ونسبة غاز الهيدروجين الضائع المتسرب خلال عمليته الملهة 20% المطلوب:

1- اكتب معادلة التفاعل أكامل.

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

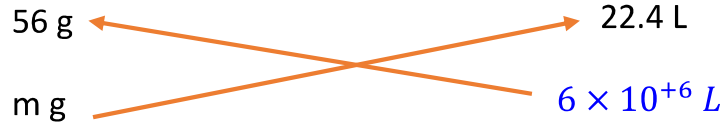
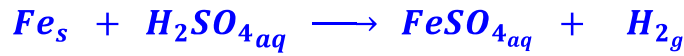
كل 100 m^3 يتسرب منه 20 m^3 أي يبقى 80 m^3 موقع علوم للجميع

لتعبئة 100 m^3 يلزم أن نضخ 100 m^3 <https://www.3lom4all.com>

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

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





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

كتلة حديد اللازمة

3- حساب كتلة حمض الكبريت



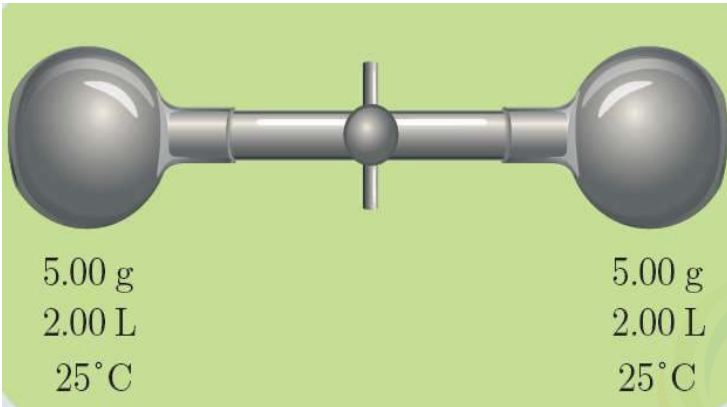
$$x = \frac{6 \times 10^6 \times 98}{22.4} = 26.25 \times 10^6 \text{ g}$$

حساب الكتلة المولية

حمض الكبريت

$$M = 2 \times 1 + 32 + 4 \times 16 =$$

$$98 \text{ g.mol}^{-1}$$



مسألة 8: يُمثل الشكل المجاور حوالتين متماثلتين متصلتان

ببعضهما بصمام، تحوي أحوالت الأولى غاز النشادر (الأمونيا)

NH_3 بينما تحوي أحوالت الثانية غاز كلور الهيدروجين HCl

فإذا علمت أن حجم كل حوالت 2.0 L ودرجت

حرارتهم 127°C وكتلت كل من الغازين 5.00 g عند فتح

الصمام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلور الهيدروجين، وينتج ملح

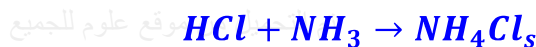
كلوريد الأمونيوم الصلب، المطلوب:

1- اكتب المعادلت المعبرة عن التفاعل أكامل.

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

3- احسب الضّغط عند نهايت التفاعل (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصلب المتشكل).

4- احسب كتلت ملح كلوريد الأمونيوم الناتج.



أكل: 1-

2 - تحسب عدد مولات كل من الغازين

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1- الضغط الجزئي لكل غاز

2- عدد مولات الغاز المجهول

أكل:

المعطيات:

حيث أن: $C = 12, H = 1$

حيث نعوض في
القانون العام
للغازات لكل غاز
 $n = \frac{m}{M}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$PV = nRT$$

$$P_{CH_4} = \frac{m_{CH_4} R.T}{M_{CH_4} \cdot V} = \frac{32 \times 10^3 \times 0.082 \times 300}{16 \times 82 \times 10^3} = 6 \times 10^{-1} \text{ atm}$$

$$P_{C_2H_6} = \frac{m_{C_2H_6} R.T}{M_{C_2H_6} \cdot V} = \frac{30 \times 10^3 \times 0.082 \times 300}{30 \times 82 \times 10^3} = 3 \times 10^{-1} \text{ atm}$$

$$P_{C_3H_8} = \frac{m_{C_3H_8} R.T}{M_{C_3H_8} \cdot V} = \frac{88 \times 10^3 \times 0.082 \times 300}{44 \times 82 \times 10^3} = 6 \times 10^{-1} \text{ atm}$$

حساب P_x نستخدم العلاقة دالتون للضغوط الجزيئية:

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

حسب عدد المولات:

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

مسألة 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 الحرارة $127^\circ C$.

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:

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

$$m = n \cdot M$$

$$= 10^{-2} \times 2 \times 16 = 32 \times 10^{-2} gr$$

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،

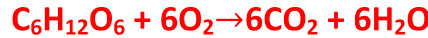
فسر ذلك

تم التحميل من موقع علوم للجميع

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

لمسافات أبعد.

مسألة 11 : يستمد جسم الإنسان الطاقة اللازمة للقيام بوظائفه أكيوية من تأكسد سكر العنبر وفق المعادلة الآتية:



تُغفل كريات الدم الحمراء نواتج التفاعل إلى الرئتين، ثم يخرج CO_2 على شكل غاز بعملية الرّفير، والمطلوب حساب:

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

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

المعطيات:

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

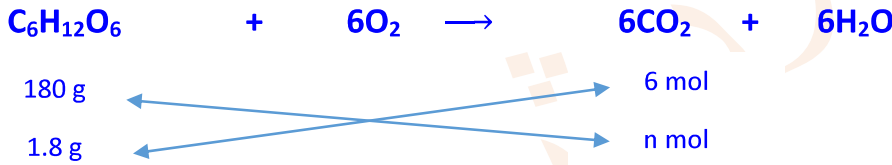
$$P = 82 \times 10^{-3} \text{ atm}$$

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

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

أكل:

1- نحسب عدد مولات غاز CO_2 :



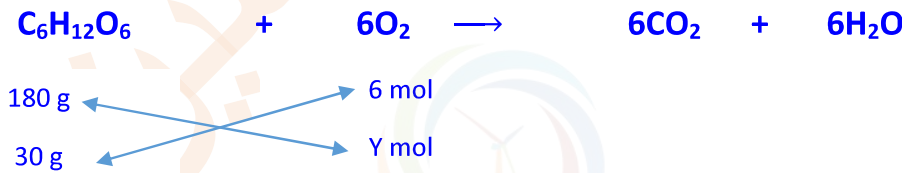
$$n = \frac{6 \times 1.8}{180} = 6 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$PV = nRT$$

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

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

2- نحسب عدد مولات الأكسجين:



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

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

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

الآخرين

أ. شورش حسين



اختبر نفسي :

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- يوجي وعاء مغلق حجمه 18 L يوجي غاز الأرغون عند الدرّجت 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 :

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

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

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

التفسير :

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

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

4- تشغل عينة غازية حجماً قدره 30mL عند الدرّجت 25°C وضغط ثابت ، إذا سخنت العينة إلى الدرّجت 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 يحتوي على 2mol من النيتروجين 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 :

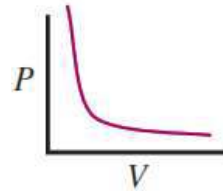
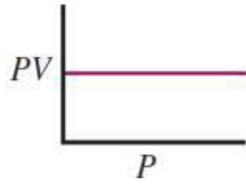
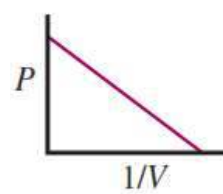
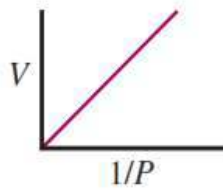
تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3lom4all.com>

(عدد المولات الكلية لم يتغير وبالتالي الضغط يبقى نفسه)

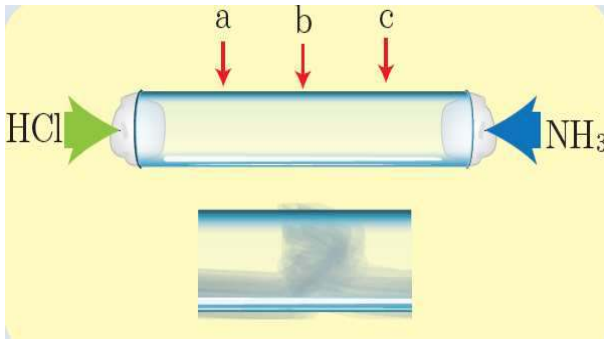
أجب عن الأسئلة الآتية:

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



التفسير:

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

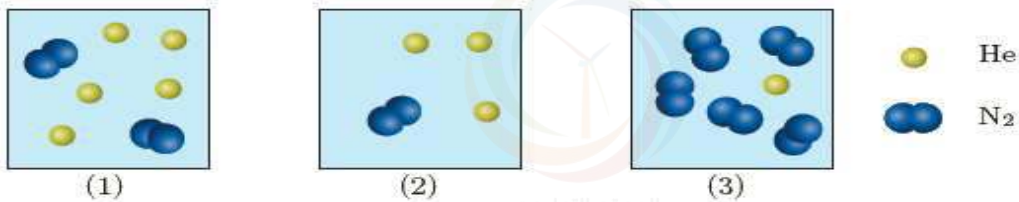


2- يُملأ أنبوب زجاجي طوله 1m بغاز الأرجون عند الضّغط 1 atm، ويخلّق طرفيه بالقطن كما في الشكل الملبور: يضحّ غاز HCl من أحد طرفيه، وغاز NH₃ من الطرف الآخر في الوقت ذاته. يتفاعل الغازان ضمن الأنبوب الزجاجي ليتكوّن ملح NH₄Cl الصّلب، في أيّ نقطت a أو b أو c تتوقّع أن يتكوّن هذا الملح، ولماذا؟

الجواب:

يتكوّن ملح كلوريد الأمونيوم في النقطت a أي من أجهت الأقرب لـ HCl، لأن سرعة انتشار غاز الأمونيا أكبر من سرعة انتشار غاز كلور الهيدروجين حسب قانون غراهام لأن الكتلة المولية للأمونيا أصغر من الكتلة المولية لغاز كلور الهيدروجين.

3- يمثل الشكل الآتي عينات غازية:



إذا علمت أنّ هذه العينات موجودة عند درجة حرارة ذاتها، رتّب هذه العينات حسب:

1- تزايد الضّغط الكليّ.

2- تزايد الضّغط الجزئيّ للهليوم.

أكل:

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

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

الدرس الأول

سرعة التفاعلات الكيميائية

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

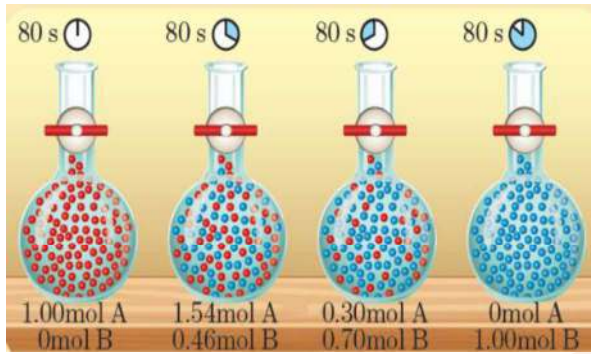
صدأ الحديد

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 تراكيز كل من المادتين A و B خلال تغير الزمن من (0 ← 20) ومن (20 ← 40) .
- 3- أمثل بيانياً تغير تراكيز كل من المادتين A و B خلال سير التفاعل ، ماذا أستنتج؟

ملاحظات: نحسب التركيز من العلاقة $C_{mol.l^{-1}} = [] = \frac{n}{v}$ 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

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

$$[B] = \frac{n}{V} = \frac{0.46}{1} = 0.46 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{عند الزمن } 20 \text{ s}$$

$$[A] = \frac{n}{V} = \frac{0.3}{1} = 0.3 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{عند الزمن } 40 \text{ s}$$

الزمن t(s)	0	20	40
تركيز المادة A (mol.L ⁻¹)	1.00	0.54	0.30
تركيز المادة B (mol.L ⁻¹)	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) :

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

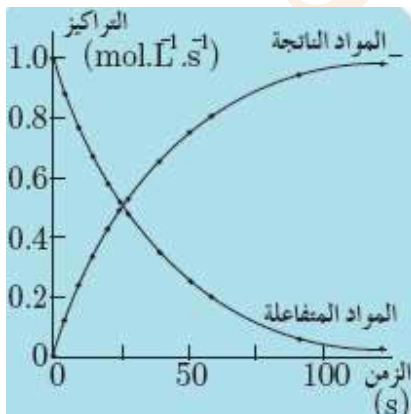
سؤال : علل قيمة تغير تراكيز المواد المتفاعلة بالنسبة لتغير الزمن سالبت؟ لأن التراكيز في تناقص مستمر.

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 قيمة تغير تراكيز المواد المتفاعلة بالنسبة لتغير الزمن موجبة؟ لأن التراكيز في تزايد مستمر.

تم التحميل من موقع علوم للجميع

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:

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

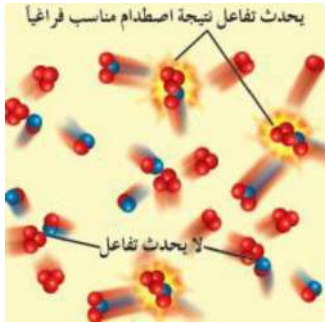
تعميم:

في وسط متجانس لدينا التفاعل الكيميائي العام الآتي: $m A + n B \rightarrow p C + q D$ حيث m, n, p, q عدد المولات في المعادلات الموزونة علاقت السّرعَة 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: تقوم نظريّة التصادم على فرضيتين ما هما؟



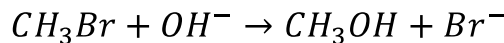
- 1- حدوث تفاعل كيميائيّ يجب أن تتصادم دقائق المواد المتفاعلة (جزيئات أو ذرات أو أيونات) مع بعضها.
- 2- التصادم شرطاً لازم وغير كافٍ لحدوث التفاعل، حيث يوجد تصادمات فعّالة وأخرى غير فعّالة.

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

- أن تأخذ دقائق المواد المتفاعلة وضعا فراغياً مناسباً.
- أن تمتلك دقائق المواد المتفاعلة كد الأدنى من الطّاقة اللّازمة لحدوث التفاعل (طاقة التنشيط).

سؤال:

الأخط المخطط المعبّر عن تغيّر الطّاقة خلال سير التفاعل، وأحدّ المراحل التي يمرّ بها التفاعل الآتي:

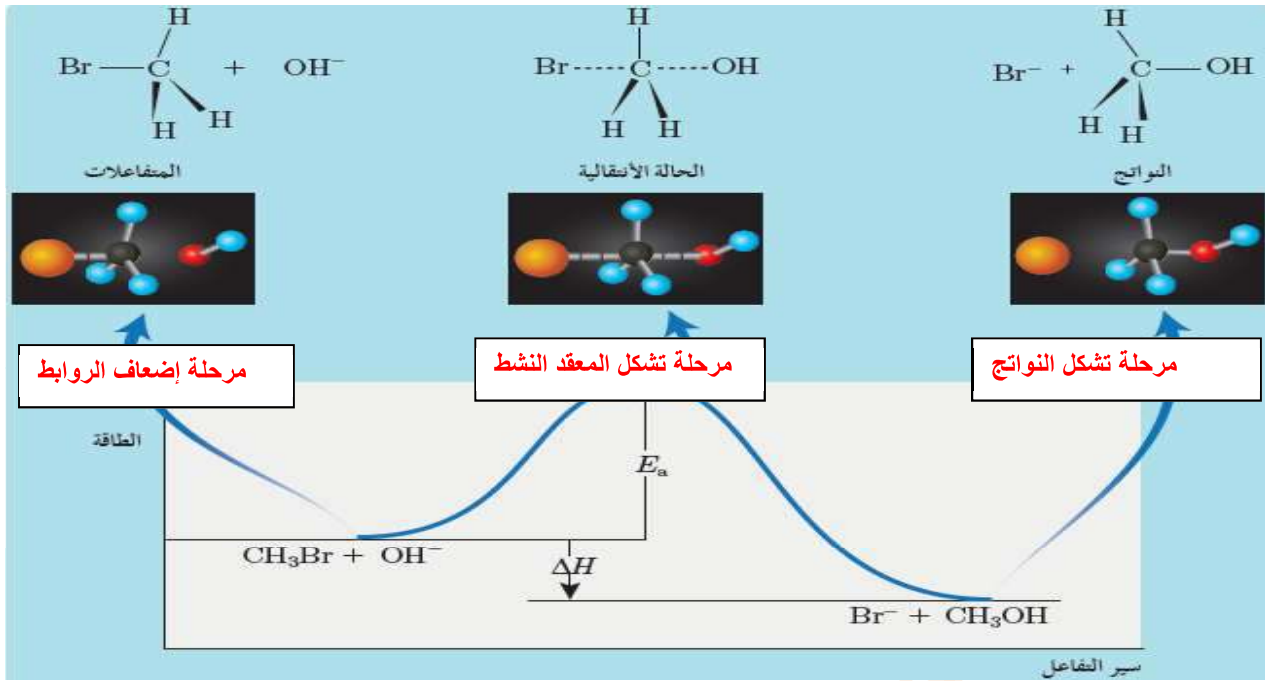


تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3lom4all.com>

أو ماهي مراحل حدوث التفاعل الكيميائي؟





أكل:

تمر التفاعلات الكيميائية التي تحتاج إلى طاقة تنشيط بالمرحلة الآتية:

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

سؤال: ماذا يقصد بالمعقد النشط وطاقة التنشيط وماذا يتعلق طاقة التنشيط

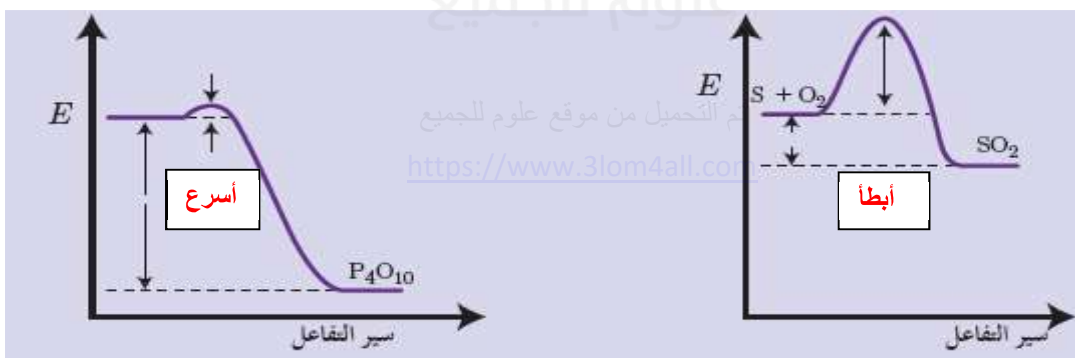
المعقد النشط: مركب مرحلي غير ثابت يتشكل آنياً، ولا يمكن فصله من طريق التفاعل.

طاقة التنشيط: هي أهد الأدنى من الطاقة الواجب توافره لوصول طاقة المتفاعلات إلى كالت الانتقالية.

تتعلق طاقة التنشيط بطبيعة المواد المتفاعلة.

سؤال:

الاحظ المخططين 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.

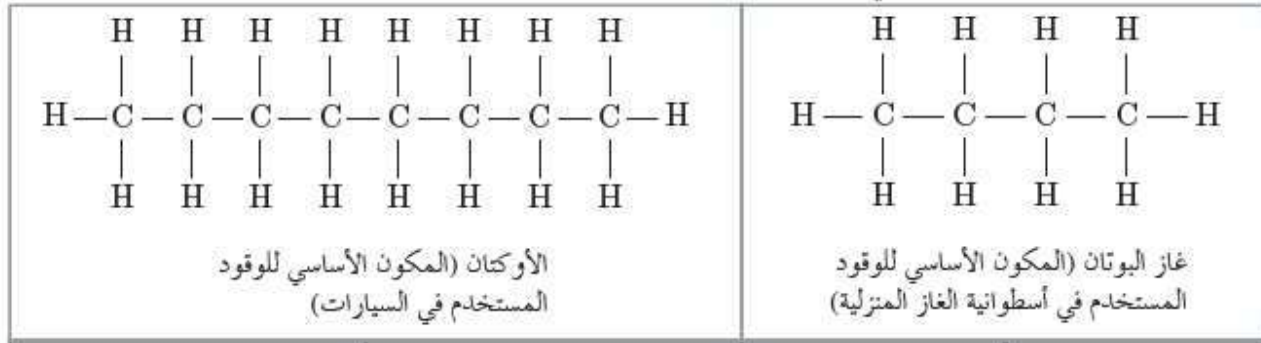
العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

تؤثر في سرعة التفاعل مجموعة من العوامل:

1- طبيعة المواد المتفاعلة:

سؤال:

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



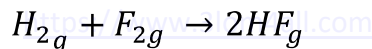
أحد أي المركبين السابقين يتفاعل بسرعة أكبر؟ أجب غاز البوتان يتفاعل بسرعة أكبر لان عدد الروابط في المركب أقل

نستنتج:

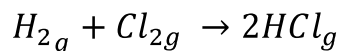
سرعة احتراق البوتان أكبر من سرعة احتراق الأوكتان. (أي كلما قلت عدد الروابط يحدث التفاعل بشكل أسرع)

سؤال:

يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الفلور بسرعة كبيرة تصل إلى حد الانفجار في الدرجة العادية من الحرارة وفق المعادلت:



يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الكلور ببطء في الدرجة العادية من الحرارة وفق المعادلت:



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:

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

2- درجة الحرارة

سؤال علل تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة؟ 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

3- تأثير الوسيط:

سؤال عرف الوسيط واذكر نوعه ودوره في التفاعل

الوسيط: مادة تُغيّر من سرعة التفاعل الكيميائي القابل للحدوث دون أن يتغيّر تركيبها الكيميائي في نهاية 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: $H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(L) + O_2(g)$ تزداد سرعة تفكك الماء الأكسجيني عند إضافة حفّاز (أيونات البروم - Br في وسط حمضي)، فسر ذلك.

أجل: لأن الحفّاز يعمل على تغيير آلية حدوث التفاعل وفق تفاعلات طاقة تنشيطها أقل من طاقة تنشيط التفاعل الأصلي

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

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

4- تأثير التركيز:

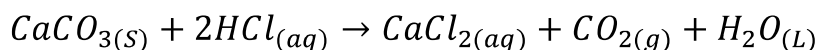
سؤال: ماهي أنواع التفاعلات الكيميائية؟

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 تزداد 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:

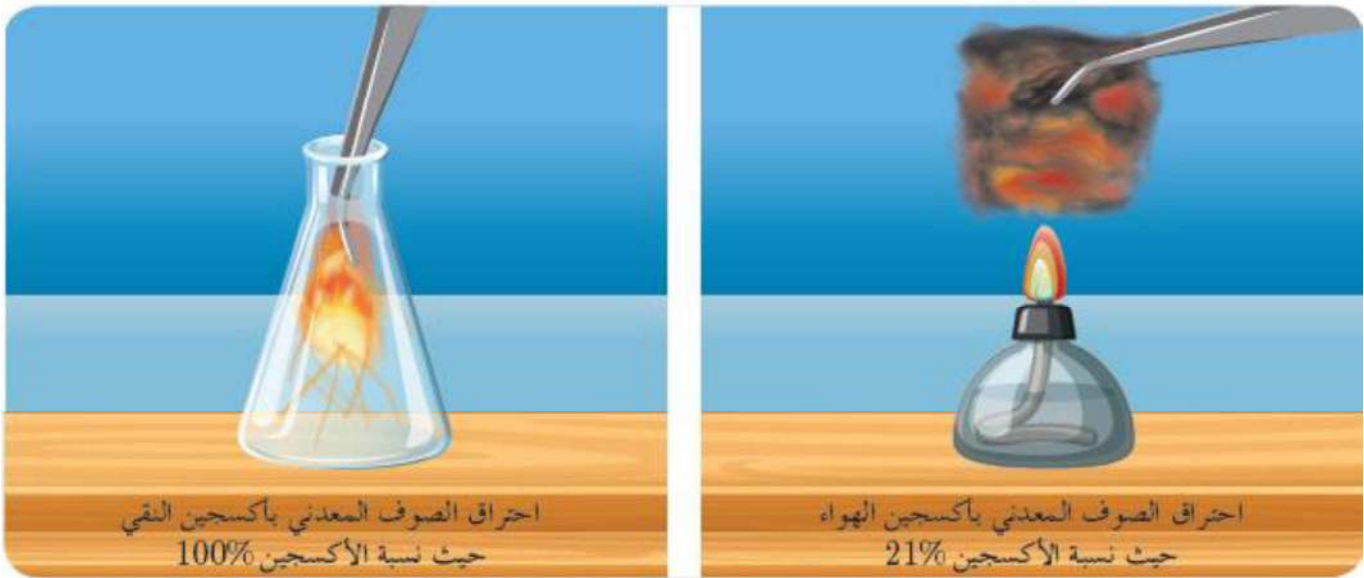


كيف يمكن زيادة سرعة هذا التفاعل؟

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

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

سؤال: توضح الصورتان الآتيتان احتراق كتلتين متساويتين من الصوف المعدني بالأكسجين :



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

سؤال: يتفاعل حمض الكبريت الممدد مع قطعة حديد ، اقترح طريقتين لزيادة سرعة هذا التفاعل..

أجواب: 1- بزيادة تركيز حمض الكبريت 2- بجعل 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

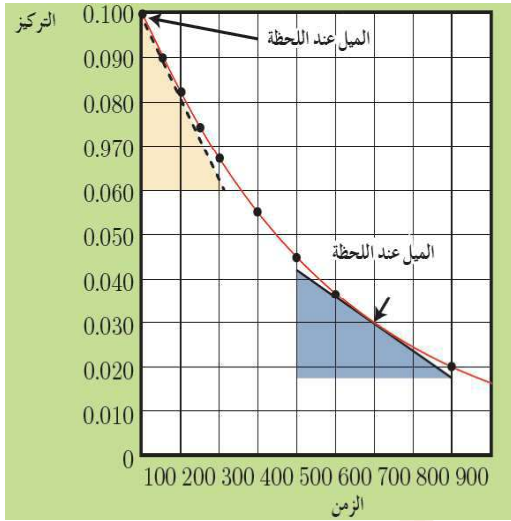


قانون سرعة التفاعل اللحظي :

1- حساب السرعة اللحظي 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 جدول 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 اللحظتين $t = 600 S$

$$t = 0 s$$

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

أكل :

عند بداية 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 $t = 600$

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

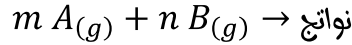
نستنتج :

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

*حساب السرعة اللحظية يقاس بتغير 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

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

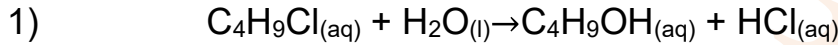
K: ثابت سرعة التفاعل، وتتعلق قيمته بطبيعة المواد المتفاعلة، ودرجة الحرارة.

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

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

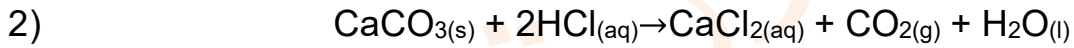
[A], [B]: تراكيز المواد المتفاعلة واحدها $mol \cdot l^{-1}$. v : سرعة التفاعل اللحظية واحدها $mol \cdot l^{-1} \cdot s^{-1}$

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 (محل) وتركيزه ثابت.



$$v = k[HCl]^2 \text{ :أكل}$$

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



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

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

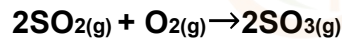


$$v = k \text{ :أكل}$$

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

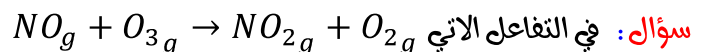
$$\text{أكل: نكتب عبارة السرعة } v = k[SO_2]^2 \cdot [O_2] \text{ نجمع الأسس نجد } 2+1=3 \text{ فالتفاعل من المرتبة الثالثة}$$

سؤال ما هو التفاعلات الأولية؟

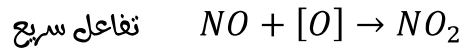
أجواب: تفاعلات تتوافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلات التفاعل المعطاة. مثال (المعادلة السابقة)

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.



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



اكتب 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 الصرقت ذات تركيز ثابت؟

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

ملاحظات كل المسائل:

1- من أجل عبارة السرعة الوسطية إذا طلب السرعة الوسطية لتشكل أو تفكك أحد المواد (ناجيت 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 لتكوّن 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

المزوجين 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 نقطتين زمنيتين 2 النهائي 1 البدائي

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 الأثية :

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	4.0×10^{-5}
2	0.1	0.2	4.0×10^{-5}
3	0.2	0.1	16.0×10^{-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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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- لإيجاد قيمة ثابت السرعة نختار أحد التجارب الثلاث ونعوض قيمة x, y ونعزل k

تم التحميل من موقع علوم للجميع : نختار التجربة الأولى بالتعويض نجد :

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

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

المسألة 2 : يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة: $NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g)$. وكانت النتائج لقياس سرعة التفاعل الابتدائية في عدة تجارب بتراكيز مختلفة على الشكل:

v (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)	[CO] (mol.L ⁻¹)	[NO ₂] (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.

$$v = k[NO_2]^x \cdot [CO]^y$$

أكل: 1-

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

التجربة الأولى

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

التجربة الثانية

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

التجربة الثالثة

نقسم 3 على 2 نجد :

• إيجاد قيمة y

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

نقسم 2 على 1 نجد :

• إيجاد قيمة x

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

$$v = k[NO_2]^2 \cdot [CO]^0 \Rightarrow \text{رتبة التفاعل} = 2 + 0 = 2$$

• إيجاد رتبة التفاعل

$$v = k[NO_2]^2$$

وهذه عبارة السرعة

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

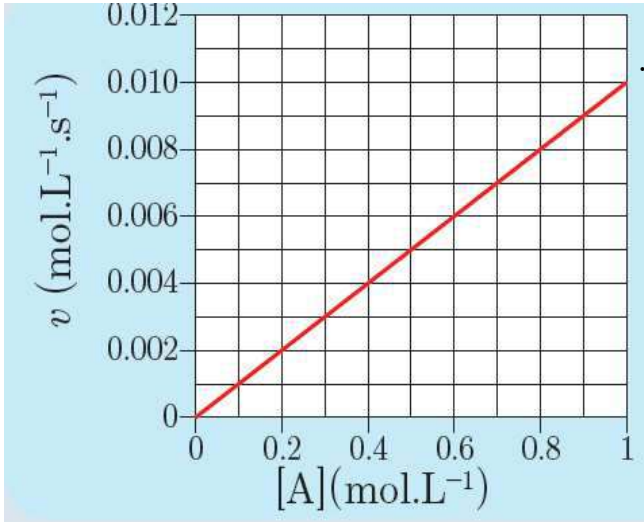
$$21 \times 10^{-4} = k[0.1]^2 \cdot [0.1]^0 \Rightarrow k = \frac{21 \times 10^{-4}}{[10^{-1}]^2 \cdot [0.1]^0} = \frac{21 \times 10^{-4}}{10^{-2} \times 1} = 21 \times 10^{-2}$$

تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3lom4all.com>



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



(a) حدّد رتبة التفاعل ، ثم اكتب قانون سرعة التفاعل .

(b) احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل.

(الحل : a) نلاحظ من الخط البياني أننا يمكن كتابة جدول:

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

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

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

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

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{0.004}{0.002} = \frac{k[0.4]^x}{k[0.2]^x} \Rightarrow 2 = 2^x \Rightarrow x = 1 \quad \text{نقسم 2 على 1 نجد :}$$

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

(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	2×10^{-2}
2	0.2	4×10^{-2}

-1 أثبت أن التفاعل من الرتبة الأولى

-2 احسب ثابت سرعة التفاعل

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

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

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

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} = \frac{k[0.2]^x}{k[0.1]^x} \Rightarrow 2 = 2^x \Rightarrow x = 1 \quad \text{نقسم 2 على 1 نجد :}$$

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

-2 احسب 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 الجدول 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 $20 \rightarrow 30 s$.

الحل: 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 $0.8 mol.l^{-1}$

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

تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3log4all.com>

- 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 $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$

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

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

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

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

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

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

	$3A_{aq}$	+	B_{aq}	\rightarrow	$2C_{aq}$	-3
تراكيز ابتدائية mol.l^{-1}	0.6		0.2		0	
بعد زمن يتفكك 20% من المادة A	$0.6 - 3x$		$0.2 - x$		$2x$	

نحسب X: كل 100 من المادة A يتفكك منها 20

كل 0.6 من المادة A يتفكك منها 3X

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-5: عندما يتوقف التفاعل $v = 0 \leftarrow 0 = k[A]^3 \cdot [B] \leftarrow k \neq 0$ إما $[A]=0$ أو $[B]=0$

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

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

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

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

0.4	0.2	0.1	[A] (mol.L ⁻¹)
0.032	0.016	0.008	v ₀ (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)

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 $8 \times 10^{-3} = k[0.1]^1 \Rightarrow k = \frac{8 \times 10^{-3}}{0.1} = 8 \times 10^{-2}$

المسألة 7 : يتفاعل أكسيد النيتروجين مع الهيدروجين وفق المعادلت نواتج $xNO(g) + yH_2(g)$ وسُجِّلت على البيانات

الآتية عند إجراء التجربة لعدة مرّات

رقم التجربة	[H ₂] mol.L ⁻¹	[NO] mol.L ⁻¹	سرعة التفاعل mol.L ⁻¹ .s ⁻¹
1	0.1	0.1	1.23×10^{-3}
2	0.2	0.1	2.46×10^{-3}
3	0.1	0.2	4.92×10^{-3}

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

إجاد 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: يُمزج 100 mL من مادة A تركيزها 1.2 mol.L⁻¹ مع 300 mL من مادة B (تركيزها 0.4 mol.L⁻¹ 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 (0.04mol) من المادة C

أكل: المعطيات

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

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

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

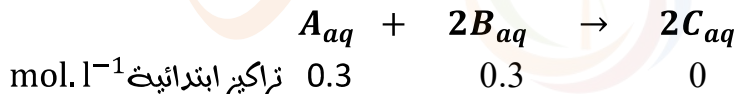
$$[B]_0 = \frac{0.4 \times 3 \times 10^{-1}}{4 \times 10^{-1}} = \frac{12 \times 10^{-1}}{4} = 3 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \quad \bullet \text{ حساب تركيز المادة B بعد التمديد}$$

• كتابة عبارة السرعة للتفاعل وتعويض التراكيز بعد التمديد في العبارة وتعويض ثابت السرعة K من اجل 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

<https://www.3lom4all.com>

بالمساواة نجد

نلاحظ من المعادلت $[C] = 2x$

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

فيتمّ 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 كلّ جميع المواد عند توقف التفاعل.

أكمل: 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 $V = V_1 + V_2 = 200 + 200 = 400 \text{ ml} = 4 \times 10^{-1} \text{ l}$ (الكليّة)

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

حساب تركيز A و B

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

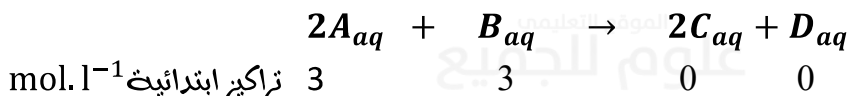
$$\bullet \quad [B] = \frac{n_B}{V} = \frac{0.8}{4 \times 10^{-1}} = \frac{8 \times 10^{-1}}{4 \times 10^{-1}} = 2 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

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



$$3 - 2x \quad 2 - x \quad 2x \quad x$$

تم التحويل من موقع علوم للجميع

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

• حساب تركيز D

$$[D] = x \text{ من المعادلات}$$

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

• 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 $[A]=0$
$2 - x = 0 \Rightarrow x = 2$	$3 - 2x = 0 \Rightarrow x = \frac{3}{2} = 1.5$
حسب التراكيز $[A] = 3 - 2(2) = -1$ هذا أكل مرفوض لأنه لا يوجد تركيز سالب	حسب 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 لتكوين 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:

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

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 NO_2 في الدرجة 300°C وفق التفاعل $2\text{NO}_2 \rightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$ فإذا علمت أن تركيز NO_2 يتغير من 0.01

mol.l^{-1} إلى $0.0064 \text{ mol.l}^{-1}$ خلال 100 s فتكون سرعة تشكل الأوكسجين الوسطية مقدرة بـ $\text{mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

مساوية:

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

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 $A + B \rightarrow$) 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) لان تغيير تراكيز المواد المتفاعلة لم تؤثر على سرعة التفاعل.

6- من أجل التفاعل الأولي الآتي (نواتج $3 \text{ Ag} + \text{B}_g \rightarrow$) 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: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

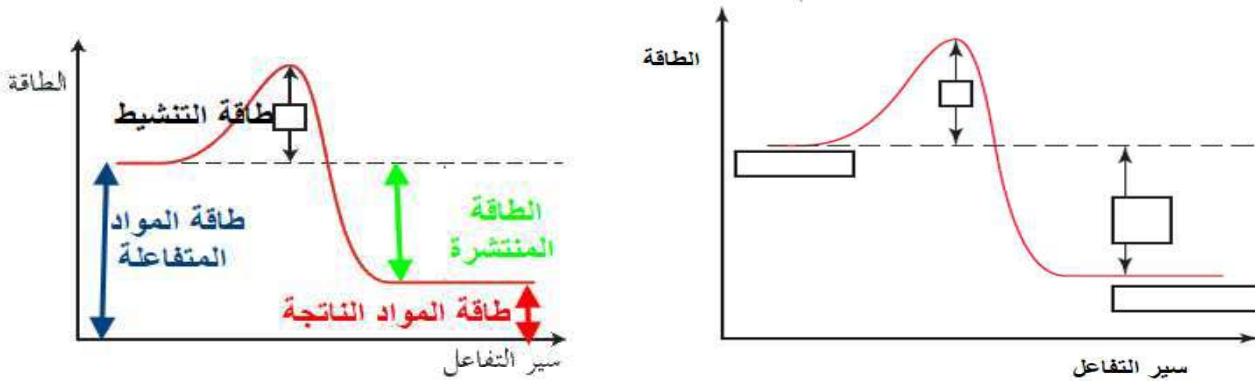
1- احتراق مسحوق الفحم أسرع من احتراق قطعة فحم مماثلة له بالكتلة وبشروط مماثلة.

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 المعادلة $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$

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

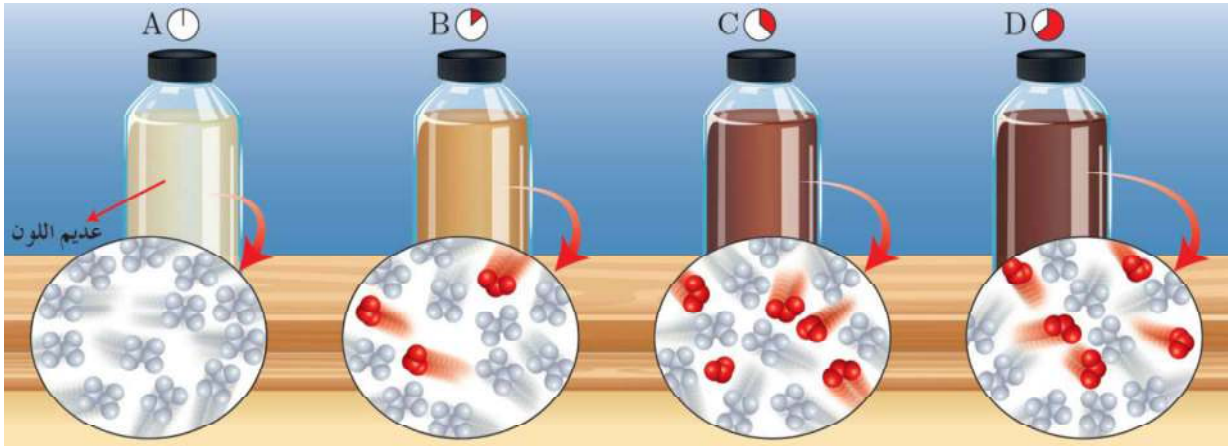
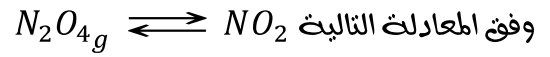
$$v_{avg}(Cl_2) = \frac{1}{2} v_{avg}(HCl)$$

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:

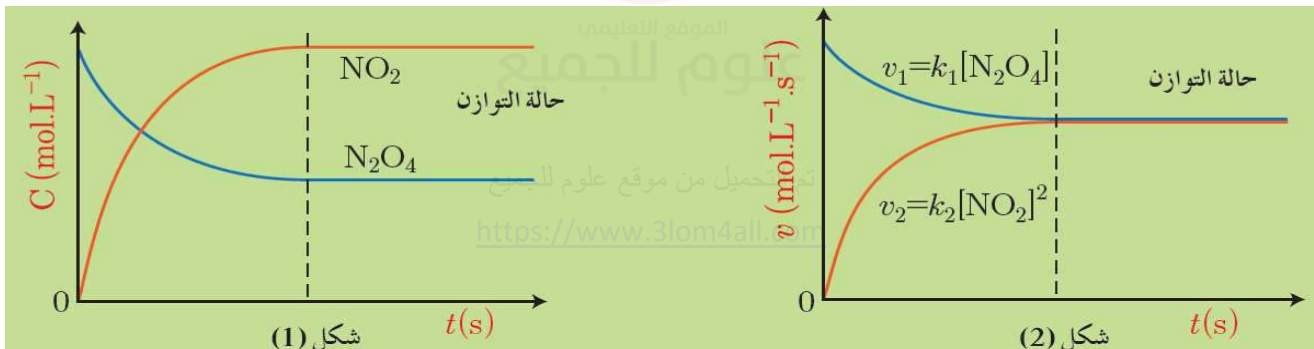


- 1- هل جزيئات الغاز متماثلت في النوع والعدد في الصورتين A, D؟ (ج) ليست متماثلت
- 2- ما سبب ثبات اللون في الصورتين C, D بمرور الزمن؟ (ج) ثبات تركيز المادة المتفاعلة والمادة الناتجة بمرور الزمن.
- 3- هل التفاعل أكصل تام أم متوازن؟ أفسر ذلك. (ج) التفاعل متوازن وليس تام بسبب وجود نوعين من الجزيئات

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 النروجين 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 الحركي

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

أجواب: التوازن الكيميائي توازن حركي لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعت التفاعل المباشر مع سرعت التفاعل العكسي ولا تكون قيمت السرعت لأي تفاعل معدومت، إذن أجملت في حالة توازن حركي.

(1)

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

باعتبار التفاعل المباشر والعكسي أوليان

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

سرعت 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:

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

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

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 مقدرّة ب 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

<https://www.3lom4all.com>

اختلفت كميتها.

قيمة K_c و K_p لتفاعل معدّد 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_C و K_P

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_C و K_P للتفاعل التالي $4NO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_2O_{5(g)}$

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

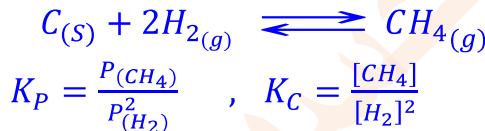
العلاقة بين K_P و K_C

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 الضغوط، 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_C و K_P 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_C و K_P ، ثم اكتب العلاقة بينهما للتفاعل الآتي:



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

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

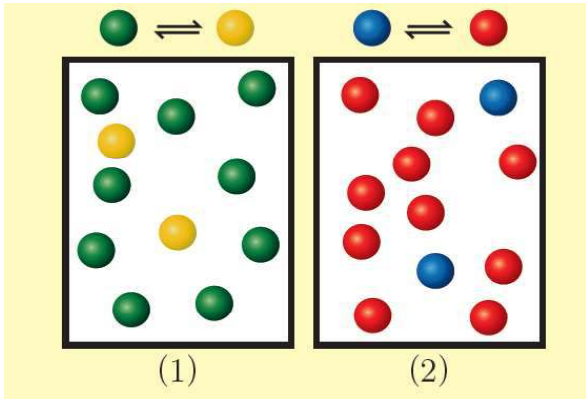
$$K_p = K_C (R.T)^0 \Rightarrow K_p = K_C$$

سؤال: اكتب علاقة ثابت التوازن K_C و K_P ، 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



أهمية ثابت التوازن:

الاحظ الشكلين الآتيين الذين يمثلان 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

$$K_c = \frac{[\text{تركيز مواد الناتجة}]}{[\text{تركيز مواد المتفاعلة}]} \ll 1$$

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: تُبين قيمة ثابت التوازن لتفاعل ما ، مدى تحوّل المواد المتفاعلة إلى نواتج عند حدوث التوازن.

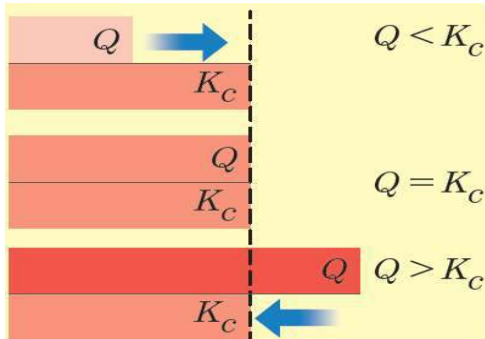
سؤال: ما دلالة ثابت التوازن إذا كانت قيمته كبيرة $K_c \gg 1$ ؟

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 تُؤخذ التراكيز في لحظة ما (دون شرط الوصول لحالة التوازن)

ميز 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

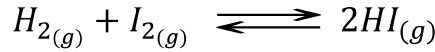
$Q = K_c$: التفاعل في حالة توازن



تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3lom4all.com>

مسألة 1: تبلغ قيمة ثابت التوازن $K_c = 50.5$ عند درجة حرارة 440°C للتفاعل الآتي:



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

المطلوب 1- احسب حاصل التفاعل Q

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

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

$$\bullet [\text{HI}] = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

بحسب التراكيب لكي نعوضها في العلاقة

$$\bullet [\text{H}_2] = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\bullet [\text{I}_2] = \frac{2 \times 10^{-2}}{2} = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

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 يتخلل 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: يتخلل التوازن فيرجع التفاعل الذي ينقص فيه تركيز هذه المادة

عند نقصان التركيز حالة التوازن: يتخلل 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 NH_3 و N_2 3- ثابت التوازن

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

2- تركيز NH_3 يزداد وتركيز 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؟

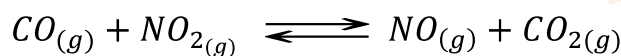
3- ما تأثير إنقاص تركيز PCl_3 على حالة التوازن؟

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	حالة التوازن	كمية المواد المتفاعلة	كمية المواد الناتجة	قيمة ثابت التوازن	على التغيير
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 يتحلل التوازن فيرجع التفاعل العكسي أي باتجاه عدد المولات الغازية الأكثر فتزداد كمية المواد المتفاعلة وتنقص كمية المواد الناتجة حتى بلوغ حالة توازن جديدة.

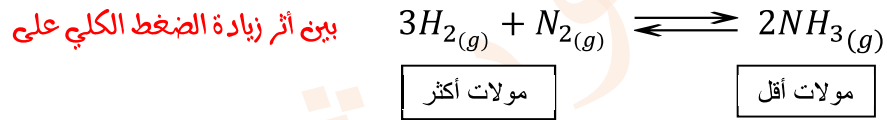
عند زيادة الضغط يتحلل التوازن فيرجع التفاعل المباشر أي باتجاه عدد المولات الغازية الأقل فتزداد كمية المواد الناتجة وتنقص كمية المواد المتفاعلة حتى بلوغ حالة توازن جديدة.

ملاحظة:

زيادة ضغط ← مولات أقل
نقصان 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: يتحلل 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: يتحلل 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- أكتب علاقة ثابت التوازن K_C 2- بين أثر زيادة الضغط الكلي على التفاعل معللاً إجابتك
- أكل: 1: $K_C = \frac{[NO].[CO_2]}{[CO].[NO_2]}$

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

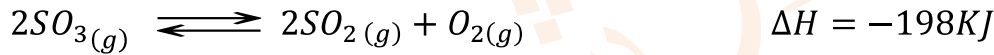
خفض الحرارة يرجع التفاعل الناشئ للحرارة

قيمة ثابت التوازن

مباشر: يزداد قيمة ثابت التوازن

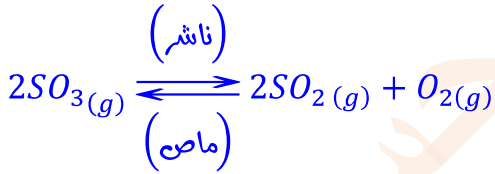
عكسي: ينقص قيمة ثابت التوازن

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



المطلوب ما أثر درجة الحرارة على

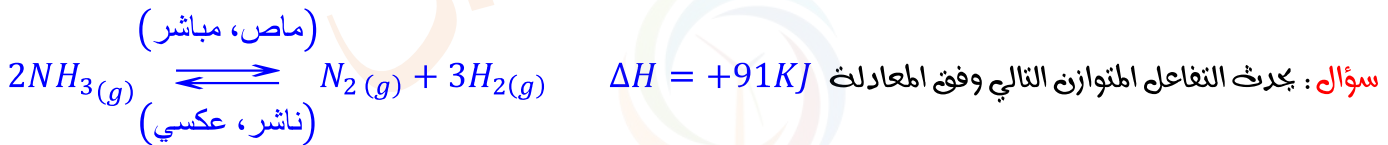
1- حالة التوازن 2- قيمة ثابت التوازن 3- كمية المواد المتفاعلة والناجثة



1- حالة التوازن تتحلل ويرجع التفاعل العكسي

2- قيمة ثابت التوازن تتناقص

3- كمية المواد الناجثة تتناقص، كمية المواد المتفاعلة تزداد



المطلوب بين أثر زيادة الحرارة على 1- حالة التوازن 2- قيمة ثابت التوازن 3- كمية المواد الناجثة والمتفاعلة

أكل: 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

<https://www.egyptian-science.com/>

4- تأثير إكفاز 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 $(K_C)^{\text{الرقم}}$

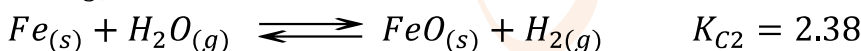
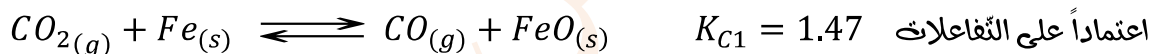
إذا عكس التفاعل فإن قيمة ثابت التوازن الجديد يساوي مقلوب قيمة ثابت التوازن الأول $K'_C = \frac{1}{K_C}$

حساب K_C هو جداء K_C بعد التغيير

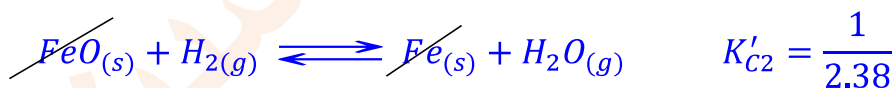
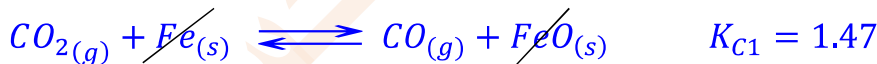
ملاحظات لكل المسائل: عند حساب K_C يجب تعويض التراكيز عند التوازن

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



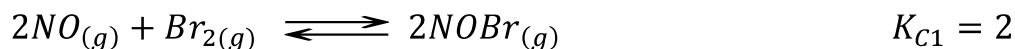
أكل: نترك المعادلت الأولى كما هي ونقلب الثانية



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

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 $R = 0.082 \text{ atm l. mol}^{-1} \text{ k}^{-1}$



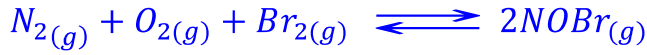
أكل: نترك المعادلت الأولى كما هي ونعكس الثانية



$$K_{C1} = 2$$



$$K'_{C2} = \frac{1}{2 \times 10^4}$$



$$K_C = K_{C1} \times K'_{C2} = 2 \times \frac{1}{2 \times 10^4} = 10^{-4}$$

$$K_p = K_C (R.T)^{\Delta n} \quad \text{حساب } K_p : \text{ من العلاقة الآتية}$$

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

$$K_p = 10^{-4} (82 \times 10^{-3} \cdot 1000)^{-1}$$

نعوض

$$K_p = 10^{-4} (82)^{-1} = \frac{10^{-4}}{82}$$

تحسب من المعادلة الأصلية

 Δn

مسألة 4: تبلغ قيمة ثابت التوازن $K_C = 7.3$ عند درجة حرارة معينة للتفاعل الآتي:



فإذا وضع 0.08 mol من غاز الميثانول (CH_3OH) مع 0.4 mol من غاز الهيدروجين ($H_2(g)$) و 0.2 mol من غاز ($CO(g)$) في وعاء سعته $V = 2 \text{ L}$ المطلوب:

1- احسب حاصل التفاعل Q

2- بين بأعداد هل التفاعل في حالة التوازن أم لا ، أعدد التفاعل الرجوع مع التعليل.

الحل: 1- نحسب 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 لان $K_C \neq Q$

التفاعل الرجوع هو التفاعل العكسي لان $K_C < Q$

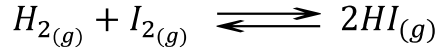
لا تخف هناك دائماً مكاناً على القمة فإن كنت

أهلاً ففسوف تصل

أ. شورش حسين



مسألة 5: مُنح 2mol من الهيدروجين H₂ مع 3mol من اليود I₂ في وعاء مغلق سعته 10 L وكانت كمّية يود الهيدروجين HI عند التوازن 3.6mol أحسب قيمة ثابت التوازن K_c وأيضا K_p للتفاعل المتوازن الآتي:



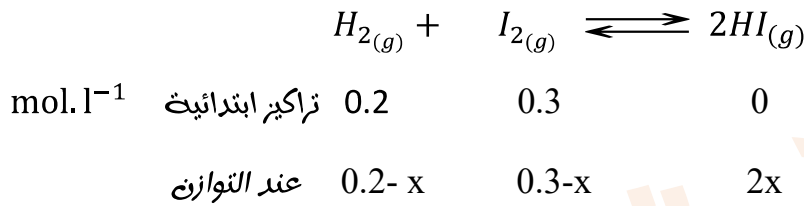
أكل: نحسب التراكيز الابتدائية للهيدروجين واليود والتركيز عند التوازن ليود الهيدروجين

- $[H_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[I_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[HI]_{eq} = \frac{n}{V} = \frac{3.6}{10} = 0.36 \text{ mol.l}^{-1}$

تراكيز ابتدائية

عند التوازن

حساب x



- $[HI]_{eq} = 0.36 \text{ mol.l}^{-1}$
 - $[HI]_{eq} = 2x$
- $$2x = 0.36 \Rightarrow x = \frac{0.36}{2} = 0.18 \text{ mol.l}^{-1}$$

الآن نحسب تركيز الهيدروجين واليود عند التوازن

- $[H_2]_{eq} = 0.2 - x = 0.2 - 0.18 = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[I_2]_{eq} = 0.3 - x = 0.3 - 0.18 = 0.12 \text{ mol.l}^{-1}$

الآن نحسب K_c

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2].[I_2]}$$

$$K_C = \frac{[0.36]^2}{[0.02].[0.12]} = \frac{(36 \times 10^{-2})^2}{2 \times 10^{-2} \times 12 \times 10^{-2}} = \frac{1296}{24} = 54$$

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

حساب K_p

$$K_p = K_C (R.T)^0 \Rightarrow K_p = K_C = 54$$

$$\Delta n = 2 - 2 = 0$$

المسألة 6: عند درجة حرارة 25°C يحدث التفاعل المتوازن الآتي $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ ، فإذا علمت أن الصّغط الجزيئي

المطلوب حساب قيمة K_p لهذا التفاعل $P_{H_2O} = 0.0131 \text{ atm}$

لأن الماء لا يدخل في عبارة ثابت التوازن

$$K_p = P_{H_2O} = 0.0131 \text{ atm}$$

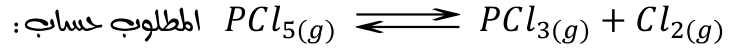
الحل:

تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3lom4all.com>



المسألة 7: وضع 4 mol من PCl_5 في وعاء سعته 2L وسخن الوعاء إلى الدرجة 500 K يتفكك منه 10% وفق المعادلات



$$K_c - 1 \quad K_p - 2 \quad (R = 0.082 \text{ atm l. mol}^{-1} \text{ k}^{-1})$$

$$[PCl_5]_0 = \frac{4}{2} = 2 \text{ mol. l}^{-1} \quad \text{أكل: نحسب التركيز الابتدائي}$$



$$\text{mol. l}^{-1} \quad \text{تراكيز ابتدائية} \quad 2 \quad 0 \quad 0$$

$$\text{عند التوازن} \quad 2-x \quad x \quad x$$

$$x = \frac{20}{100} = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$$

نحسب X كل 100 يتفكك منها 10

كل 2 يتفكك منها x

$$\bullet [PCl_5]_{eq} = 2 - x = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$\bullet [PCl_3]_{eq} = x = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$\bullet [Cl_2]_{eq} = x = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{0.2 \times 0.2}{1.8} = \frac{4 \times 10^{-2}}{18 \times 10^{-1}} = \frac{1}{45} \quad \text{نحسب } K_c$$

$$K_p = K_c (R.T)^{\Delta n} = \frac{1}{45} (0.082 \times 500) = \frac{5 \times 8.2}{45} = \frac{8.2}{9} = 0.91 \quad \text{حساب } K_p$$

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

المسألة 8: لدينا التفاعل الآتي $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ باعتبار التراكيز الابتدائية للمواد $[B] = 4 \text{ mol. l}^{-1}$

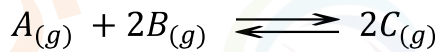
$$[A] = 2 \text{ mol. l}^{-1} \quad \text{وقد بلغ تركيز المادة C عند التوازن} \quad [C]_{eq} = 2 \text{ mol. l}^{-1}$$

1- احسب قيمة ثابت التوازن K_c

2- احسب النسبة المئوية المتفككة من المادة A عند التوازن

أكل في هذه أمثلة تراكيز المعطاة هي تراكيز ابتدائية لذلك نحسب التراكيز عند التوازن من المعادلات ذات السطرين ونوجد قيمة X

1- حساب K_c



$$\text{mol. l}^{-1} \quad \text{تراكيز ابتدائية} \quad 2 \quad 4 \quad 0$$

$$\text{عند التوازن} \quad 2-x \quad 4-2x \quad 2x$$

$$[C]_{eq} = 2 \text{ mol. l}^{-1} \quad \text{حساب X} \quad \left. \begin{array}{l} \text{من نص المسألة} \\ \text{من المعادلة} \end{array} \right\} \quad 2x = 2 \Rightarrow x = 1 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$\bullet [A]_{eq} = 2 - x = 2 - 1 = 1 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$\bullet [B]_{eq} = 4 - 2x = 4 - 2(1) = 2 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$K_c = \frac{[C]^2}{[A].[B]^2} = \frac{2^2}{1 \times 2^2} = 1$$

2- حساب النسبة المئوية المتفككت 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

$$[O_2]_{eq} = 1 \text{ mol.l}^{-1}, [NO_2]_{eq} = 2 \text{ mol.l}^{-1}, [NO]_{eq} = 2 \text{ mol.l}^{-1} \text{ هي } \text{mol.l}^{-1}$$

1- احسب قيمة K_C

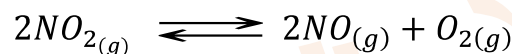
2- احسب التراكيز الابتدائي للغاز NO_2

3- احسب النسبة المئوية المتفككت 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

$$\text{mol.l}^{-1} \quad \text{تراكيز ابتدائية} \quad [NO_2]_0 \quad 0 \quad 0$$

$$\text{عند التوازن} \quad [NO_2]_0 - 2x \quad 2x \quad x$$

نوجد قيمة x بالمقارنة تركيز $[O_2]_{eq} = 1 \text{ mol.l}^{-1}$ ومن المعادلت $[O_2]_{eq} = x$ بالمساواة نجد $x = 1 \text{ mol.l}^{-1}$

$$\begin{aligned} & \bullet [NO_2]_{eq} = 2 \\ & \bullet [NO_2]_{eq} = [NO_2]_0 - 2x \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} & \bullet [NO_2]_{eq} = 2 \\ & \bullet [NO_2]_{eq} = [NO_2]_0 - 2x \end{aligned}} \right\} \Rightarrow [NO_2]_0 - 2x = 2 \Rightarrow [NO_2]_0 = 2 + 2x \Rightarrow \\ & [NO_2]_0 = 2 + 2(1) = 4 \text{ mol.l}^{-1}$$

3- حساب النسبة المئوية المتفككت من غاز NO_2 كل 4 يتفكك منها X 2

كل 100 يتفكك منها Y

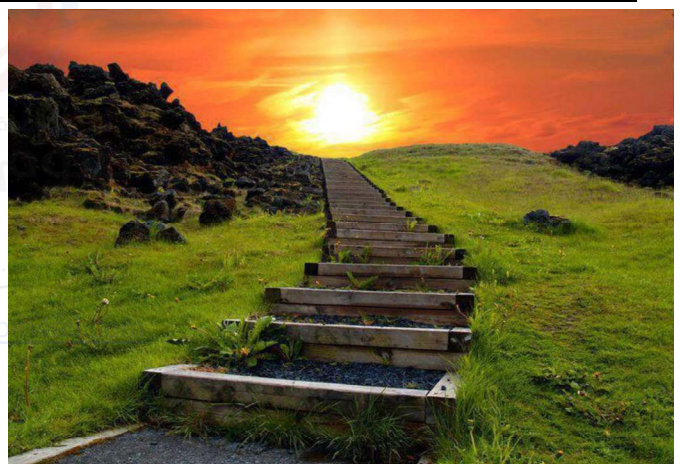
$$Y = \frac{100 \times 2(1)}{4} = 50\%$$

اصنع المستحيل من أجل تحقيق حلمك ، فقط الإرادة والعزيمة

كفيلتان لتحقيقه ، فتوكل على الله

موقع علوم للجميع

أ. شورش حسن



المسألة 10: مُزج 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:

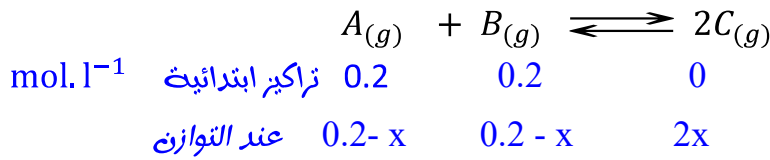
1- حساب قيمة Kc ثم قيمة Kp

2- تراكيز كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند بلوغ التوازن

$$K_p = K_c(R.T)^{2-2} \Rightarrow K_p = K_c = 4 \quad , \quad K_c = \frac{K_{c1}}{K_{c2}} = \frac{8.8 \times 10^{-2}}{2.2 \times 10^{-2}} = 4 \quad \text{أكل: 1-}$$

$$[A]_0 = \frac{n}{v} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{2- حساب التراكيز الابتدائية}$$

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



$$K_c = \frac{[C]^2}{[A].[B]} = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)(0.2-x)} \Rightarrow 4 = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)^2} \quad \text{نجد الطرفين نجزر}$$

$$2 = \frac{2x}{(0.2-x)} \Rightarrow 2(0.2-x) = 2x \Rightarrow 4x = 0.4 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

حساب تراكيز التوازن

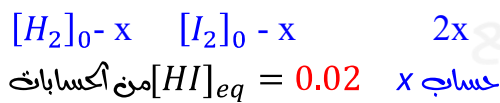
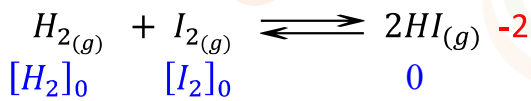
- $[A]_{eq} = 0.2 - x = 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[B]_{eq} = 0.2 - x = 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[C]_{eq} = 2x = 2 \times 0.1 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$

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 عدد مولات يوديد الهيدروجين 0.2 mol

والمطلوب حساب: 1- حساب ثابت التوازن Kc 2- أحسب التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة 3- اقترح طريقتين لزيادة كمية

HI



$$[HI]_{eq} = 2x \quad \Rightarrow \quad \text{من المعادلات}$$

$$2x = 0.02 \Rightarrow x = \frac{0.02}{2} = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$$

1- حساب تراكيز التوازن

$$[H_2]_{eq} = \frac{n}{v} = \frac{0.2}{10} = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[I_2]_{eq} = \frac{n}{v} = \frac{0.1}{10} = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[HI]_{eq} = \frac{n}{v} = \frac{0.2}{10} = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(0.02)^2}{0.01 \times 0.02} = 2$$

$$[H_2]_{eq} = [H_2]_0 - x \quad \text{من المعادلت}$$

$$[H_2]_{eq} = 0.02 \quad \text{من أكسابات}$$

$$[H_2]_0 - x = 0.02 \quad \text{بالمساواة نجد}$$

نعوض قيمة x

$$[H_2]_0 - 0.01 = 0.02$$

$$[H_2]_0 = 0.02 + 0.01 = 0.03 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[I_2]_{eq} = [I_2]_0 - x \quad \text{من المعادلت}$$

$$[H_2]_{eq} = 0.01 \quad \text{من أكسابات}$$

$$[I_2]_0 - x = 0.01 \Rightarrow [I_2]_0 = 0.01 + 0.01 = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$$

-3

1- زيادة تركيز H_2 2- زيادة تركيز I_2

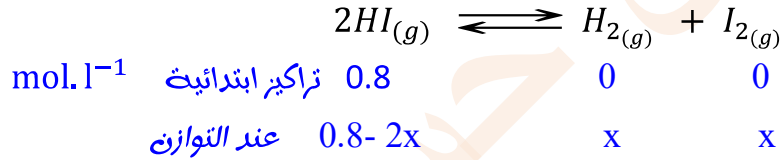
3- سحب HI كلما تشكل

المسألة 12: يتفكك يوديد الهيدروجين وفق المعادلت $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ فإذا كان التركيز الابتدائي ليوديد الهيدروجين هو $[HI]_0 = 0.8 \text{ mol.l}^{-1}$ وقيمة ثابت التوازن $K_c = \frac{1}{36}$ المطلوب أحسب:

1- تراكيز المواد الثلاث عند التوازن

2- احسب النسبة المئوية المتفككة من HI

الحل: 1-



$$K_c = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} = \frac{x \cdot x}{(0.8 - 2x)^2} \Rightarrow$$

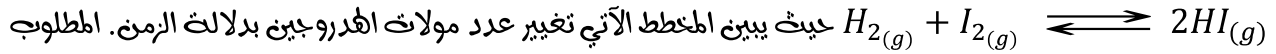
$$\frac{1}{36} = \frac{x^2}{(0.8 - 2x)^2} \xrightarrow{\text{نحذر الطرفين}} \frac{1}{6} = \frac{x}{0.8 - 2x} \Rightarrow 0.8 - 2x = 6x \Rightarrow 8x = 0.8 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

- $[HI]_{eq} = 0.8 - 2x = 0.8 - 2(0.1) = 0.6 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[H_2]_{eq} = x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$
- $[I_2]_{eq} = x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$

2- كل 0.8 يتفكك من $2x$ كل 100 يتفكك منه y

$$y = \frac{2(0.1) \times 100}{0.8} = \frac{2 \times 10^{-1} \times 100}{8 \times 10^{-1}} = \frac{100}{4} = 25\%$$

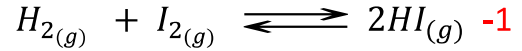
المسألة 13: يتفاعل 1 mol من بخار اليود مع 1 mol من غاز الهيدروجين في وعاء حجمه 1 L مغلق وفق المعادلات



1- أحسب قيمة ثابت التوازن

2- ارسم عطاءً بيانياً يوضح تغير تركيز الهيدروجين بدلالة الزمن.

$$[I_2]_0 = [H_2]_0 = \frac{n}{V} = \frac{1}{1} = 1 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{أكل}$$



$$1 \quad 1 \quad 0$$

$$1-x \quad 1-x \quad 2x$$

$$[HI]_{eq} = 1.5 \text{ mol.l}^{-1} \quad \square$$

$$[HI]_{eq} = 2x \quad \text{من المعادلات}$$

$$2x = 1.5 \Rightarrow x = 0.75 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

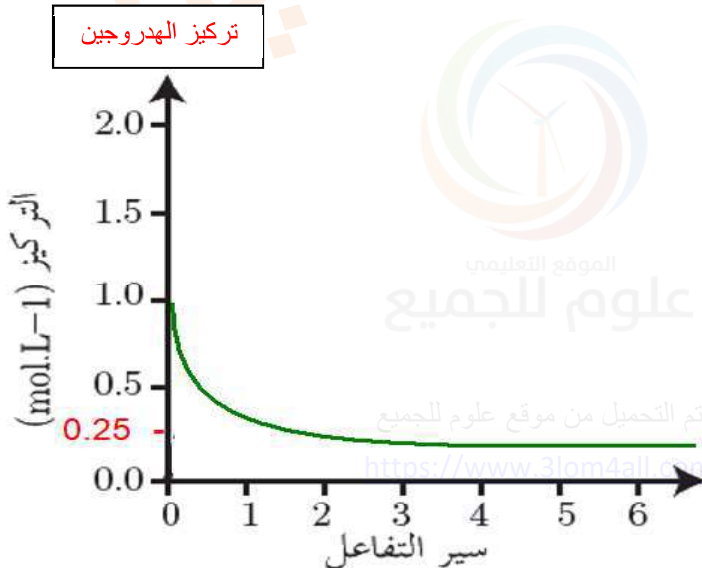
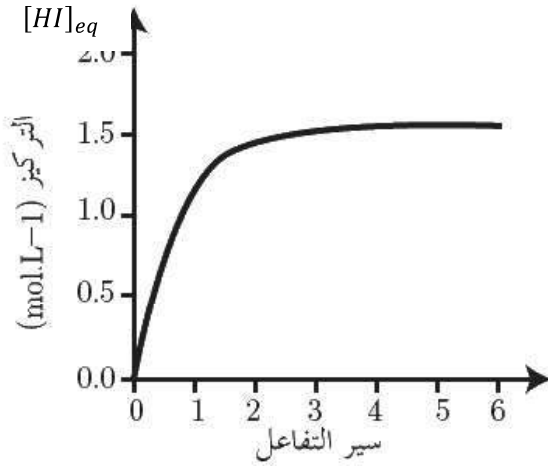
الآن نحسب تركيز عند التوازن

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

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{(15 \times 10^{-1})^2}{25 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-2}} = \frac{225 \times 10^{-2}}{25 \times 10^{-2} \times 25 \times 10^{-2}} =$$

$$= \frac{9 \times 10^2}{25} = 9 \times 4 = 36 \quad \square$$

2- رسم البياني



اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

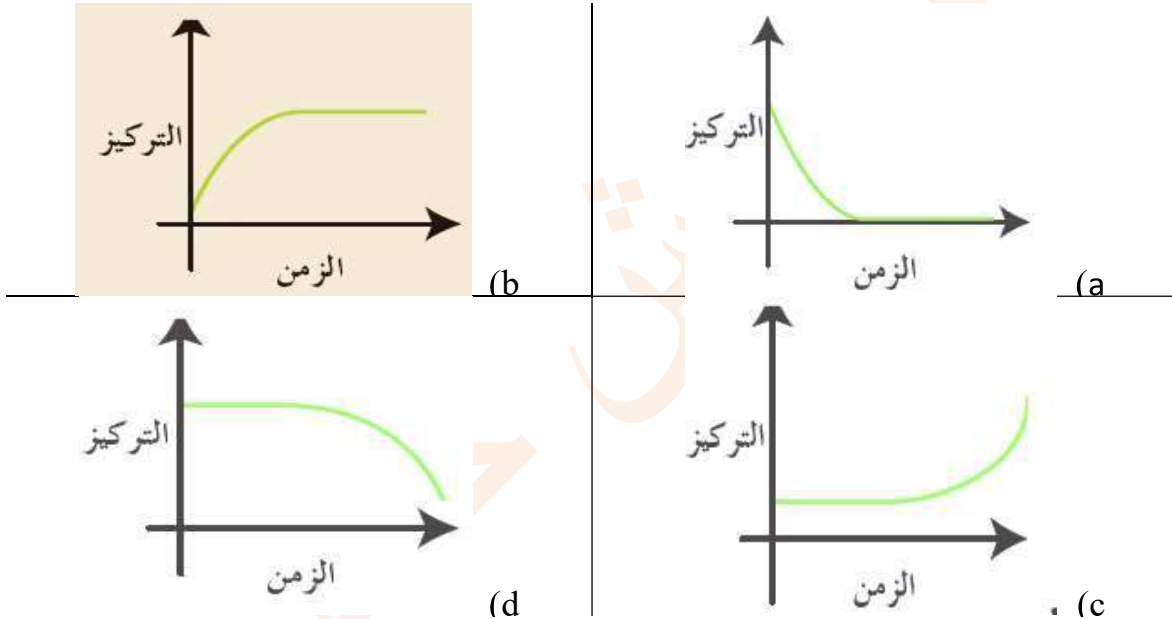
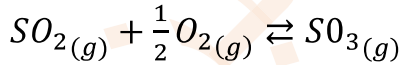
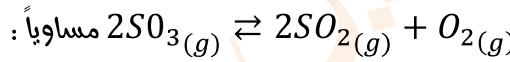
1- تتغير قيمة ثابت التوازن K_c في التفاعلات المتوازنة:

- (a) بتغير الضغط
(b) بإضافة حفاز
(c) بخفض 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 الخطوط البيانية يمثل تغير تركيز مادة ناتجة في تفاعل متوازن:

4- بفرض أن K_c ثابت التوازن للتفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:فتكون قيمة ثابت بدلات التراكيز K'_c للتفاعل الآتي:

$$\frac{1}{2K_c} \quad (b)$$

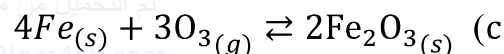
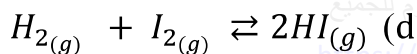
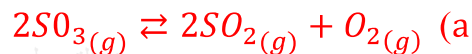
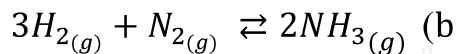
$$2K_c \quad (a)$$

$$K_c^2 \quad (d)$$

$$\frac{1}{K_c^2} \quad (c)$$

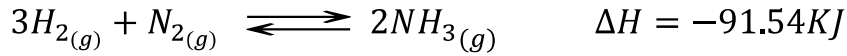
توضيح أكل: المعادلات مضروبة بـ 2 أي نرفع K_c إلى أس 2 والمعادلات معكوسة أي نقلب K_c فتصبح $\frac{1}{K_c}$

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 كميةّ النشادر في التفاعل المتوازن الآتي:



(a) زيادة درجة حرارة	(b) خفض كميةّ N_2
(c) زيادة الضّغط الكليّ	(d) إضافة حفاز.

ثانياً : أعط تفسيراً علمياً لكلّ مما يأتي:

- 1- لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعلات المتوازنة.
لأن المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتعطي المواد المتفاعلة في الشروط ذاتها.
- 2- إضافة حفاز تسرع الوصول إلى حالة التوازن
لأن أكفاز يزيد من سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي بالمقدار نفسه
- 3- 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.
- 4- في التفاعل الماصّ للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند خفض درجة حرارة.
لأن التفاعل العكسي يرجع فتقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.

ثالثاً : لديك التفاعل الآتي $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} \quad \Delta H < 0$ المطلوب:

- 1- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز K_C
- 2- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية K_p
- 3- اكتب العلاقة بين K_C و K_p
- 4- بين تأثير خفض درجة حرارة على حالة التوازن مع التفسير.
- 5- بين تأثير إضافة حفاز على حالة التوازن وقيمة ثابت التوازن.

الحل:

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [O_2]} \quad -1$$

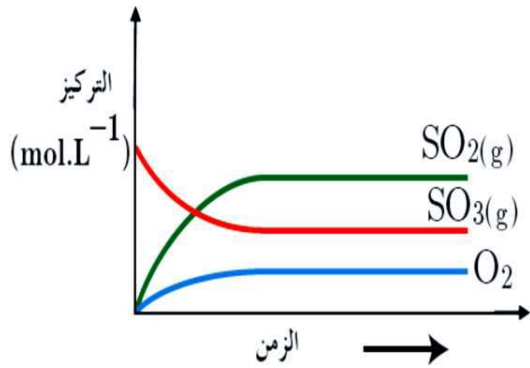
$$K_P = \frac{P_{(NO_2)}^2}{P_{(NO)}^2 \cdot P_{O_2}} \quad -2$$

$$K_p = K_C (R.T)^{\Delta n} \quad -3$$

$$\Delta n = 2 - 3 = -1 \Rightarrow K_p = K_C (R.T)^{-1}$$

4- عند خفض درجة حرارة يرجع التفاعل المباشر نحو التفاعل الناشئ للحرارة.

5- لا يؤثر أكفاز على حالة التوازن ولا يؤثر على قيمة ثابت التوازن.

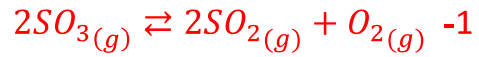


رابعاً: لديك الشكل المجاور الذي يمثل تفاعل متوازن:

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: قيس قيمة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزيئية في درجات حرارة مختلفة:

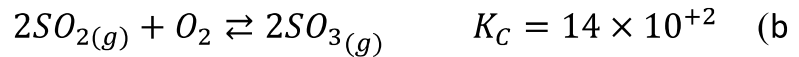
$3A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$	
درجة الحرارة (°C)	قيمة ثابت التوازن K_P
300	4.34×10^{-3}
400	1.64×10^{-4}

المطلوب: هل التفاعل ناشئ 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 ناشئ للحرارة

سادساً: قارن بين كميات 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

نبات تركيز أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة في التفاعلات المتوازنة يدل على الوصول إلى حالة التوازن ولكن في التفاعلات التامة

عند نهاية التفاعل تثبت تراكيز المواد الناتجة أو أحد المواد المتفاعلة إذا لم تتفاعل المواد بنسب التفاعل

أسئلة الوحدة الثالثة

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- في التفاعل الأولي الآتي نواتج $A(g) + 2B(g) \rightarrow$ عندما يزداد حجم الوعاء مرتين فإن سرعة التفاعل:

(a) تنخفض أربع مرات.	(b) تنخفض ثماني مرات.
(c) تزداد مرتين.	(d) تزداد أربع مرات.

توضيح للحل: عندما يزداد الحجم ينقص التركيز يزداد الحجم مرتين فينقص التركيز مرتين

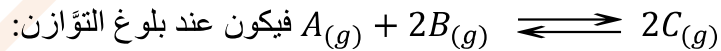
$$v = k[A].[B]^2$$

$$v' = k \left[\frac{A}{2} \right] \cdot \left[\frac{B}{2} \right]^2 = \frac{1}{8} k[A].[B]^2 \Rightarrow v' = \frac{1}{8} v$$

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)

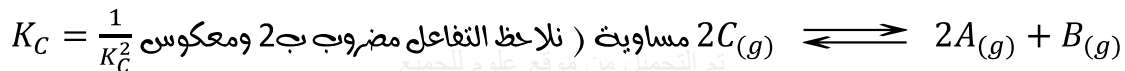
توضيح للحل:

3- يمزج 0.1 mol من A مع 0.1 mol من B في وعاء سعته 1L فتكون 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 سرعتا التفاعلين المباشر والعكسي.

5- إذا علمت أن قيمة $K_C = 10$ للتفاعل التالي $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ فتكون قيمة K_C للتفاعل

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

ثانياً : أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

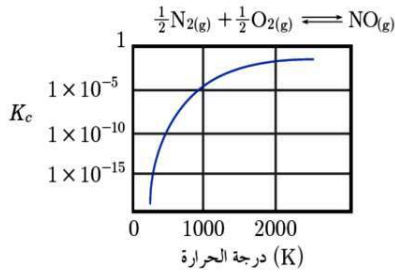
- 1- في التفاعل الناشر للحرارة تقل قيمة ثابت التوازن عند زيادة درجة الحرارة.
لأن التفاعل العكسي يرجع، نحو الاتجاه الماص للحرارة وبالتالي تقل كمية المواد الناتجة وتزداد كمية المواد المتفاعلة فتقل قيمة ثابت التوازن.
- 2- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تميل إلى أن تكون سريعة.
لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط يكون كبير.
- 3- يحترق البروبان بسرعة أكبر من البنجان في الشروط نفسها.
لأن عدد الروابط C-C و C-H 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.

$$K_p = \frac{P_{(H_2O)} \cdot P_{(O_2)}^{\frac{1}{2}}}{P_{H_2O_2}} \quad (\text{اكتب: a})$$

- (b) بزيادة درجة الحرارة يرجع التفاعل المباشرة الماص للحرارة فتزداد قيمة ثابت التوازن
2. لديك الخط البياني الآتي يمثل قيم مختلفة لثابت التوازن بدلالة درجة الحرارة، المطلوب بين فيما إذا كان التفاعل ناشر أم ماص للحرارة

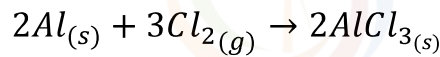


اكتب:

التفاعل ماص للحرارة لأن عند ارتفاع درجة الحرارة تزداد قيمة ثابت

التوازن وبالتالي يرجع التفاعل المباشرة الماص للحرارة

3. اذكر الطرائق التي تريد من سرعة التفاعل الممثلة بالمعادلة



أجواب:

الموقع التعليمي
علوم للجميع

1- بزيادة درجة الحرارة

2- بإضافة حفاز

3- يجعل الألمنيوم على شكل مسحوق (زيادة سطح التماس)

<https://www.3lom4all.com>

4- زيادة 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 $BOH \rightarrow B^+ + OH^-$.

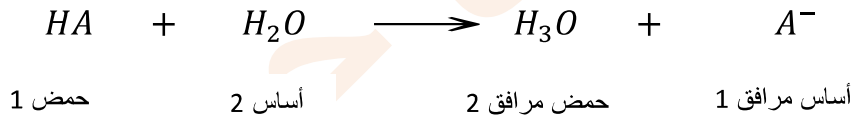
سؤال: عرف أحمض والأسس حسب نظرية بر ونشند - لوري:

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 أي المركبين يسلك سلوك حمض، وأيها يسلك سلوك أسس حسب نظرية بر ونشند - لوري. ثم حدد الأزواج المترافقة

أجواب: HA يمنح بروتون، ويسلك سلوك حمض، و H_2O يستقبل بروتون، ويسلك سلوك أسس.

نلاحظ:

لكل حمض أساس مرافق ولكل أساس حمض مرافق تسمى الأزواج المترافقة

سؤال: لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية: $HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$ حدد أحمض والأسس وفق نظرية بر ونشند - لوري. ثم حدد الأزواج المترافقة

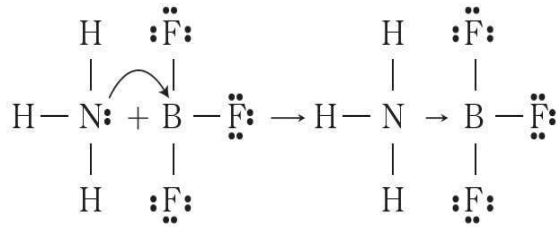


سؤال: عرف أحمض والأسس حسب لوبس

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

الأسس: كل مادة كيميائية قادرة على منح زوج إلكتروني أو أكثر لمادة 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

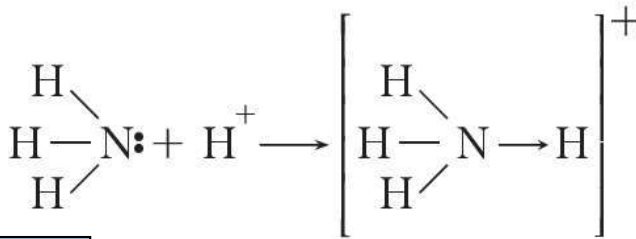
حمض لويس

الحل: 1- تمنح ذرة التروجين زوجاً إلكترونياً غير رابط إلى ذرة البور، فتتشكل رابطة

تساندية بين ذرتي البور والتروجين

2 - NH₃ يقوم بدور أساس، و BF₃ يقوم بدور

حمض.



أساس لويس

حمض لويس

سؤال: حدّد الحمض والأساس في التفاعل الآتي وفق نظرية لويس:

سؤال: لماذا يعتبر النشار NH₃ أساس لويس؟ لأنه قادر على منح زوج الكروني

ملاحظة: أسس لويس هي الأيونات الموجبة Fe^{2+} . Cu^{2+} . H^+

موض لويس الأيونات السالبة و NH₃

استنتج:

• نظرية أرينوس غير كافية لتحديد الصفة احمضية والصفة الأساسية لجميع المركبات الكيميائية.

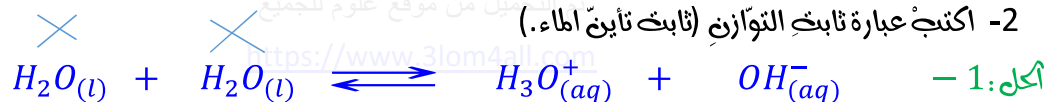
• نظرية برونشند - لوري أكثر شمولية من نظرية أرينوس.

• 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 المترافقة أساس/حمض وفق نظرية برونشند - لوري.

2- اكتب عبارة ثابت التوازن (ثابت تأين الماء).



حمض 1

أساس 2

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 معادلات تأين للحمض HA واكتب علاقة درجت التأين

ج) تقاس قوة الحمض بسهولة منحه لبروتون أو أكثر، حيث يتأين الحمض القوي كلياً وفق المعادلات:



يتأين الحمض الضعيف جزئياً وفق المعادلات



→ القوي سهم

→ الضعيف سهمين

يعبر عن قوة الحمض بدرجة تأينه α وفق العلاقة $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$ حيث C_a : التركيز الابتدائي للحمض أحادي الوظيفة

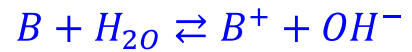
أسس ضعيفة	أسس قوية
NH_4OH	$NaOH$
NH_3	KOH

حموض قوية	حموض ضعيفة
HCl	CH_3COOH
H_2SO_4	$HCOOH$
HNO_3	HCN

سؤال: كيف تقاس قوة الأساس وضعفها؟ اكتب معادلات 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 المعادلات



يعبر عن قوة الأساس بدرجة تأينه α 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.

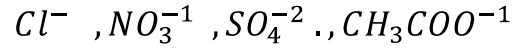
تكتب أحياناً درجة التأين كنسبة مئوية $\alpha \times 100\%$

حمض أحادي الوظيفة يعطي H^+ واحدة عندما يتأين مثل HCl

حمض ثنائي الوظيفة يعطي $2H^+$ عندما يتأين مثل H_2SO_4

الحمض	الأساس
HCl	Cl ⁻
H ₂ SO ₄	HSO ₄ ⁻
HNO ₃	NO ₃ ⁻
H ₃ O ⁺ (aq)	H ₂ O
HSO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻
H ₃ PO ₄	H ₂ PO ₄ ⁻
HF	F ⁻
CH ₃ COOH	CH ₃ COO ⁻
H ₂ CO ₃	HCO ₃ ⁻
H ₂ S	HS ⁻
H ₂ PO ₄ ⁻	HPO ₄ ²⁻
NH ₄ ⁺	NH ₃
HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻
HPO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻
H ₂ O	OH ⁻
OH ⁻	O ²⁻
H ₂	H ⁻
CH ₄	CH ₃ ⁻

سؤال: اكتب صيغته أكموض المرافقة للأسس التالية:



أكل: نضيف هيدروجين مع إزالت إشارة (-) واحدة



سؤال: اذا كان F⁻ أقوى من NO₃⁻ كأساس اكتب صيغته

الأساس المرافق لكل منهما وبين أي أكمضين أقوى فسر

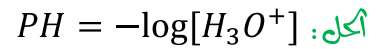
إجابتك؟



HNO₃ هو الأقوى لأنه مرافق للأساس الأضعف

مفهوم الأس الهيدروجيني ال PH

سؤال: اكتب علاقة الأس الهيدروجيني ال PH



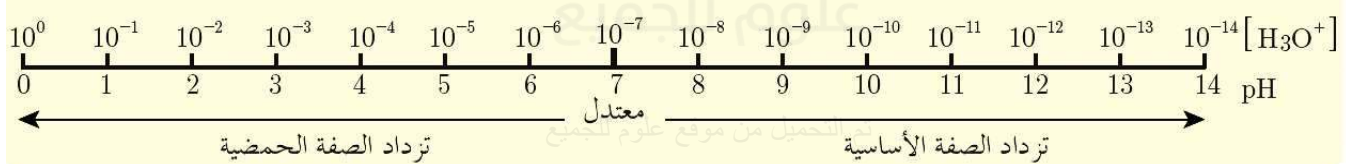
سؤال: اكتب علاقة الأس الهيدروكسيدي ال POH



سؤال: اعتماداً على قيمت ال PH متى يكون الوسط حمضياً - معتدلاً - أساسياً

أساسي	معتدل	حمضي
PH > 7	PH=7	PH < 7
[H ₃ O ⁺] < [OH ⁻]	[H ₃ O ⁺] = [OH ⁻]	[H ₃ O ⁺] > [OH ⁻]

الجواب



نلاحظ أن قيمت ال PH تقع بين 0 وال 14

كلما اقتربنا من الصفر يزداد قوة أكمض وكلما اقتربنا من 14 يزداد قوة الأساس

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

$$[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol.l}^{-1}$$

ملاحظة من اجل الماء المتعادل عند الدرجة 25°C يكون

خواص اللوغاريتم العشري

$$\log \frac{x}{y} = \log x - \log y$$

$$\log x^n = n \log x$$

$$\log 10 = 1$$

سؤال رتب المحاليل الأتية متساوية التراكيز حسب تناقص ال PH (HCl, NaOH, HCOOH, NH4OH)

الجواب NaOH → NH4OH → HCOOH → HCl

سؤال: لديك محلول أساس ضعيف B تأينه جزئي في الماء . المطلوب:

1- اكتب معادلة تأينه.

2- استنتج علاقة ثابت تأين الأساس الضعيف K_b

3- أثبت أن $[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$

4- استنتج علاقة قوة الأساس بثابت تأينه.

الحل:



$$K_b = \frac{[BH^+].[OH^-]}{[B]} \quad -2$$

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 قيمة ثابت تأين الأساس الضعيف بزيادة

تركيز أيون الهيدروكسيد ، وبالتالي ترداد قوة

الأساس بازدياد قيمة ثابت تأينه.

سؤال: لديك محلول مائي لحمض ضعيف HA المطلوب:

1 اكتب معادلة تأينه.

2 اكتب عبارة ثابت تأين الحمض الضعيف HA

3 أثبت أن: $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$

4 استنتج علاقة قوة الحمض بثابت تأينه.

الحل



$$K_a = \frac{[H_3O^+].[A^-]}{[HA]} \quad .2$$

3. نعلم أن $[HA] = C_a$ و $[H_3O^+] = [A^-]$

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 قيمة ثابت تأين الحمض الضعيف بزيادة

تركيز أيون الهيدرونيوم ، وبالتالي ترداد قوة

الحمض بازدياد قيمة ثابت تأينه.

ملاحظات هامة

1- تزداد قوة أكمض الضعيف أو الأساس الضعيف بزيادة قيمة ثابت تأينه.

جدول يبين قيم ثابت تأين بعض أكموض الضعيف عند الدرجة 25 °C

الحمض الضعيف	الصيغة الكيميائية	K_a
حمض الخل	CH ₃ COOH	1.8×10^{-5}
حمض البنزويك	C ₆ H ₅ COOH	6.4×10^{-5}
حمض النمل	HCOOH	1.8×10^{-4}
حمض سيانيد الهيدروجين	HCN	6.2×10^{-10}
حمض فلوريد الهيدروجين	HF	7.2×10^{-4}
حمض الأزوتي	HNO ₂	4.0×10^{-4}
حمض البروبانويك	CH ₃ CH ₂ COOH	1.3×10^{-5}

اعتماداً على أجدول السابق اجب عن الأسئلة الآتية:

- 1- أي أكموض هي الأقوى من بين هذه أكموض؟ (ج) هو حمض فلور الهيدروجين HF لان له أكبر قيمة K_a
- 2- أي أكموض هو الأضعف من بين أكموض؟ (ج) هو حمض سيانيد الهيدروجين HCN لان له اصغر قيمة K_b
- 3- حد الأساس المرافق الأضعف؟ (ج) الأساس المرافق الأضعف F^- لانته يرافق أكمض الأقوى

نستنتج

الأساس القوي	الأساس الضعيف
له $[OH^-]$ أكبر	له $[OH^-]$ أصغر
له PH أكبر	له PH أصغر
له حمض مرافق أضعف	له حمض مرافق أقوى
له K_a أكبر	له K_a أصغر

الحمض القوي	الحمض الضعيف
له $[H_3O^+]$ أكبر	له $[H_3O^+]$ أصغر
له PH أصغر	له PH أكبر
له أساس مرافق أضعف	له أساس مرافق أقوى
له K_a أكبر	له K_a أصغر

ملاحظات للمسائل

- اذا أعطي في نص المسألة قيمة PH نحسب تركيز $[H_3O^+]$ من العلاقة $[H_3O^+] = 10^{-PH}$
- اذا أعطي في نص المسألة قيمة POH نحسب تركيز $[OH^-]$ من العلاقة $[OH^-] = 10^{-POH}$

حساب الكتلة تستخدم القانون:

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

$[H_3O^+] = C_a$	حساب $[H_3O^+]$ للحمض قوي أحادي الوظيفة مثل (HCl, HNO ₃)
$[H_3O^+] = 2C_a$	حساب $[H_3O^+]$ للحمض قوي ثنائي الوظيفة مثل (H ₂ SO ₄)
$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$	حساب $[H_3O^+]$ للحمض الضعيف مثل (حمض الخل، 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 ₃)

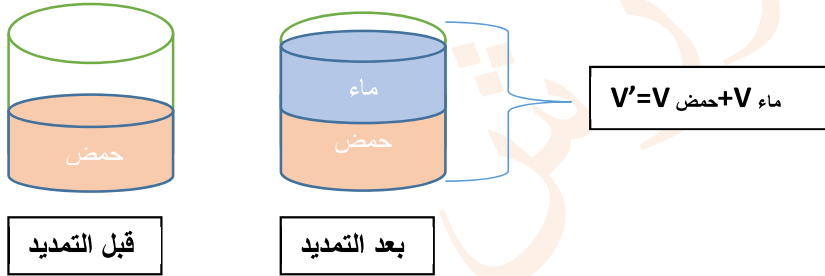
عند وجود تمديد لدينا حالتين

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 $C \cdot V = C' \cdot (V_{\text{الماء}} + V_{\text{الحمض}})$

$$C' = \frac{C \cdot V}{(V_{\text{الماء}} + V_{\text{الحمض}})}$$



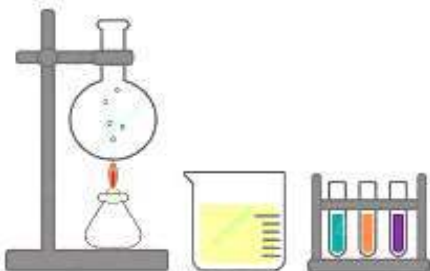
بعد حساب C'

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 $[H_3O^+]' = \sqrt{K_a \cdot c'}$	

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

لا تنسى هذه العلاقات المهمة

$$PH + POH = 14$$



المسألة 1: يبلغ تركيز أيونات الهدرونيوم في محلول مائي 0.01 mol.l^{-1} المطلوب حساب:

1- تركيز أيونات الهدر وكسيد.

2- قيمت كل من pH و pOH الوسط لهذا المحلول

الحل:

$$[10^{-2}].[OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ mol.l}^{-1} \quad -1$$

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

$$PH + POH = 14 \Rightarrow POH = 14 - PH = 14 - 2 = 12$$

3- طبيعة الوسط حمضية لان $PH = 2$ $PH < 7$

المسألة 2: محلول حمض سيانيد الهدروجين تركيزه الابتدائي 0.2 mol.l^{-1} وثابت تآين حمض سيانيد الهدروجين 5×10^{-10} المطلوب:

1- أكتب معادلت تآين أحمض السابق، وأحدّد الأزواج المتزاقت أساس/حمض وفق برونشتد - لوري.

2- أحسب تركيز $[OH^-]$ و $[H_3O^+]$.

3- أحسب قيمة pH المحلول.

4- أحسب درجة تآين أحمض.

الحل:



$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} \quad -2$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{5 \times 10^{-10} \cdot 0.2} = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

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

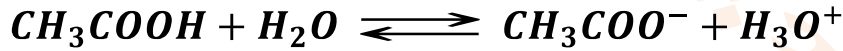
$$PH = -\log(10^{-5}) = 5 \quad -4$$

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{10^{-5}}{0.2} = 5 \times 10^{-5} \quad -5$$

المسألة 3:

- (a) محلول حمض أكل تركيزه 0.02 mol.l^{-1} وثابت تأين حمض أكل 1.8×10^{-5}
أكتب معادلته تأينه، وأحسب قيمة $[CH_3COO^-]$
- (b) إذا احتوى المحلول الابتدائي حمض كلور الماء بتركيز $10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ بالإضافة إلى المحلول السابق.
1- أحسب $[CH_3COO^-]$ في المحلول في هذه الحالة.
2- أقرن بين قيمتي تركيز $[CH_3COO^-]$ في الحالتين a و b
3- أفسر ذلك، ماذا استنتج؟

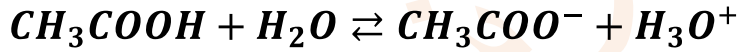
الحل: (a)



$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{18 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-2}} \Rightarrow$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{36 \times 10^{-8}} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$$

1 - (b)



$$\begin{array}{ccc} 0.02 & 0 & 0.01 \\ \text{ابتدائية} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 0.02 - x & x & 0.01 + x \\ \text{عند التوازن} & & \end{array}$$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 18 \times 10^{-6} = \frac{x(0.01 + x)}{0.02 - x}$$

تعمل x أمضافت في البسط والمطروحت 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 لوشاتولييه يزداد التفاعل نحو التقليل من هذه الزيادة أي التفاعل الراجع هو العكسي وبالتالي ينقص $[CH_3COO^-]$

تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3lom4all.com>

استنتاج:

الأيون المشترك لمركبين أو أكثر في محلولٍ 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

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8}{40} = 0.2 \text{ mol} \quad \text{الصوديوم}$$

$$C_{\text{mol.l}^{-1}} = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{نحسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم}$$

$$[OH^-] = C_b = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{لأنه قوي}$$

$$[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$PH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow PH = -\log(10^{-13}) = 13 \quad -2$$

$$POH + PH = 14 \Rightarrow POH = 1$$

3- نحسب تركيز $[OH^-]$ الجديد $PH=11$ هذا يعني $POH=3$ $POH + 11 = 14 \Rightarrow POH=3$

$$[OH^-] = 10^{-POH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1} = C'_b \quad \text{لأنه أساس قوي}$$

من قانون التمديد نحسب الحجم الكلي بعد التمديد

$$C_b \cdot V_{\text{حمض}} = C'_b \cdot V'$$

$$10^{-1} \times 50 = 10^{-3} \cdot V' \Rightarrow V' = \frac{5}{10^{-3}} = 5000 \text{ ml}$$

وهو يمثل الحجم الكلي (الحمض + الماء)

$$V_{\text{الماء}} = V' - V_{\text{الحمض}} = 5000 - 50 = 4950 \text{ ml} = 4.95 \text{ L}$$

المسألة 5: محلول حمض سيانيد الهيدروجين HCN له $PH=5$ ودرجة تأينه $5 \times 10^{-3}\%$ والمطلوب:

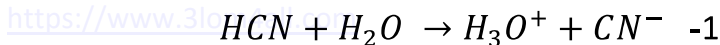
1- اكتب معادلتا تأين الحمض السابق.

2- احسب قيمة كل من التركيز الابتدائي للحمض السابق، وثابت تأينه.

3- بين بأكساج 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 α
على 100

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \Rightarrow C_a = \frac{[H_3O^+]}{\alpha} = \frac{10^{-5}}{5 \times 10^{-5}} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} \Rightarrow 10^{-5} = \sqrt{K_a \cdot 0.2} \Rightarrow 10^{-10} = K_a \cdot 0.2$$

$$K_a = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-10}$$

3- بحسب $[H_3O^+]$ '

$$PH = 6 \Rightarrow [H_3O^+]' = 10^{-PH} = 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-5} \text{ قبل التغيير}$$

$$[H_3O^+]' = 10^{-6} \text{ بعد التغيير}$$

$$\frac{\text{بعد}}{\text{قبل}} = \frac{[H_3O^+]'}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-6}}{10^{-5}} = 10^{-1} \Rightarrow$$

$$[H_3O^+]' = \frac{[H_3O^+]}{10}$$

نستنتج اذا ازاد ال PH درجة واحدة ينقص تركيز $[H_3O^+]$ عشر مرات

المسألة 6: محلول كحوض النمل له $PH=2$ وثابت تأينه $K_a=2 \times 10^{-4}$ والمطلوب:

- 1- اكتب معادلت تأين هذا كحوض ثم حدد الأزواج المترافقت أساس/كحوض حسب برونشند - لوري.
- 2- احسب قيمة POH المحلول ثم احسب تركيز كحوض الابتدائي.
- 3- احسب حجم الماء المقطر الواجب إضافته إلى 10 ml من كحوض لكي يصبح ال $PH = 3$

أكل:



$$PH + POH = 14 \quad -2$$

$$POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 2 = 12$$

3- نحسب تركيز الكحوض قبل التمديد وبعد التمديد

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

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$$

$$10^{-2} = \sqrt{2 \times 10^{-4} \cdot C_a} \Rightarrow 10^{-4} = 2 \times 10^{-4} \cdot C_a$$

$$C_a = \frac{10^{-4}}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+]' \text{ بعد التمديد} = 10^{-PH} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C'_a}$$

$$10^{-3} = \sqrt{2 \times 10^{-4} \cdot C'_a} \Rightarrow 10^{-6} = 2 \times 10^{-4} \cdot C'_a$$

$$C'_a = \frac{10^{-6}}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

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 لحمض الكبريت يفرض أنه تامّ التأيّن له قيمة $PH=1$ والمطلوب:

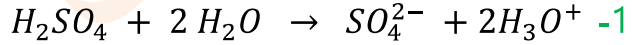
1- اكتب معادلت التأيّن لهذا الحمض.

2- احسب تركيز هذا الحمض بـ 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 $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$

$$5 \times 10^{-2} \times 10 = C_2 \times 100 \Rightarrow C_2 = \frac{5 \times 10^{-1}}{10^2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+] = 2C_a = 2 \times 5 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{نحسب } [H_3O^+] \text{ بعد التمديد}$$

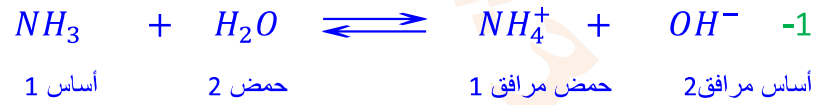
$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-2} = 2$$

لأن الحمض قوي ثنائي الوظيفة

المسألة 8: محلول مائيّ للنشادر له $POH = 3$ ودرجة تأينته $\alpha = 2\%$ والمطلوب:

- 1- اكتب معادلتا تأين النشادر ثمّ عدد الأزواج المترافقة أساس/مض حسب برونشتد - لوري.
- 2- احسب $[OH^-]$ للمحلول
- 3- احسب التركيز الابتدائيّ للمحلول.
- 4- احسب ثابت تأين النشادر.
- 5- عدد المحلول 10 مرات، احسب POH المحلول الجديد بعد التمديد

المعطيات: $POH = 3$ ، $\alpha = 1\% \Rightarrow \alpha = \frac{2}{100} = 2 \times 10^{-2}$ **أكل:**



$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1} \quad -2$$

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \Rightarrow C_b = \frac{[OH^-]}{\alpha} \Rightarrow C_b = \frac{10^{-3}}{2 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1} \quad -3$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b} \Rightarrow 10^{-3} = \sqrt{K_b \cdot 5 \times 10^{-2}} \Rightarrow \quad -4$$

$$10^{-6} = K_b \cdot 5 \times 10^{-2} \Rightarrow K_b = 2 \times 10^{-5}$$

$$V' = 10V \quad -5 \text{ عدد 10 مرات هذا يعني}$$

$$C \cdot V = C' \cdot V' \Rightarrow 5 \times 10^{-2} \times V = C' \cdot 10V \Rightarrow$$

$$C' = \frac{5 \times 10^{-2}}{10} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

حسب $[OH^-]'$ بعد التمديد

$$[OH^-]' = \sqrt{K_b \cdot C'_b} \Rightarrow [OH^-]' = \sqrt{2 \times 10^{-5} \cdot 5 \times 10^{-3}}$$

$$[OH^-]' = \sqrt{10^{-7}} = 10^{-3.5} \text{ mol.l}^{-1}$$

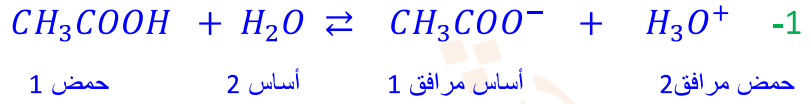
$$POH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-3.5} = 3.5$$



المسألة 9: محلول مائي لحمض أكل تركيزه الابتدائي 0.05 mol.l^{-1} وثابت تأينه 2×10^{-5} والمطلوب:

- 1- اكتب معادلت تآين هذا أحمض ثم حدّد الأزواج المترافقت أساس/حمض وفق برونشند-لوري
- 2- احسب قيمة PH المحلول
- 3- احسب درجة تآين هذا أحمض
- 4- حدّد المحلول السابق 10 مرات احسب PH المحلول بعد التمديد.

أكل:



$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a} \quad -2$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0.05} = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log 10^{-3} = 3 \quad -3$$

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{10^{-3}}{0.05} = \frac{1 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-2}} = \frac{100 \times 10^{-3}}{5} = 2 \times 10^{-2} \quad -4$$

$$C \cdot V = C' \cdot V' \quad V' = 10V \quad -5$$

نعوض في قانون التمديد

$$C \cdot V = C' \cdot 10V \Rightarrow C' = \frac{C}{10} = \frac{0.05}{10} = 0.005 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[H_3O^+]' = \sqrt{K_a \cdot C'_a} = \sqrt{2 \times 10^{-5} \times 0.005} = \sqrt{10^{-7}} \Rightarrow$$

$$[H_3O^+]' = 10^{-3.5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$PH = -\log[H_3O^+]' = -\log 10^{-3.5} = 3.5$$

تفكير ناقد: نضيف 200 ml محلول حمض كلور الماء تركيزه 0.2 mol.l^{-1} إلى 200 ml من محلول حمض الكبريت تركيزه 0.1 mol.l^{-1} . احسب قيمة PH المحلول 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

$$\bullet [HCl] = \frac{200 \times 0.2}{400} = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\bullet [H_2SO_4] = \frac{200 \times 0.1}{200} = 0.05 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\bullet [H_3O^+] = [H_3O^+]_{HCl} + [H_3O^+]_{H_2SO_4}$$

$$\bullet [H_3O^+] = 0.1 + 2 \times 0.05 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

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

$$= -\log 2 - \log 10^{-1}$$

$$PH = -0.3 + 1 = 0.7$$

أختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- محلول مائي لحمض التمام $HCOOH$ تركيزه الابتدائي 0.5 mol.L^{-1} وثابت تأينه 2×10^{-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 mol.L^{-1} ممدّه باء المقطر 100 مرّة فتصبح قيمة PH للمحلول مساوية :

(a) 10 (b) 11 (c) 12 (d) 13

توضيح للحل: من قانون التمديد $C.V = C'.V' \Rightarrow C.V = C'100V \Rightarrow C' = \frac{C}{100} = \frac{0.01}{100} = 10^{-4} = [OH^-]$

$$POH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-4} = 4$$

$$POH + PH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 4 = 10$$

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^-

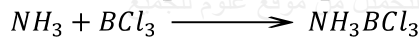
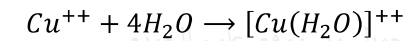
ثانياً: اجب عما يلي

1- يتأين هيدروكسيد المغنيزيوم وفق المعادلات الآتية $Mg(OH) \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2OH^-$ اشرح كيف تؤثر إضافة

كمية قليلة من محلول حمض قوي على تأين المحلول.

أكل: نتعد أيونات الهيدرونيوم المضافة مع أيونات الهيدروكسيد برفع التفاعل المباشر وتذوب كمية إضافية من $Mg(OH)$

2- حدّد كلّاً من حمض لويس، وأساس لويس في كلّ من المعادلتين الآتيتين:



<https://www.31000.com>

أساس لويس	حمض لويس
NH_3	BCl_3
Cu^{++}	H_2O

المحاليل المائية للأملاح

الدرس الثاني

تطبيق الأملاح

المطلع: مركب أيوني يتألف من جزأين:

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 جزأين: 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 محددة، وهي ثابت فيزيائي خاص بكل ملح نرم 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) تصنف محاليل الأملاح إلى (غير مشبعة - مشبعة - فوق مشبعة).

سؤال: ماهي الأملاح الذوابت والأملاح قليلة الذوبان واذكر أمثلث عنهم؟ (أو قارن بينها)

الأملاح الذوابت: قيمت ذوبانيتها أكبر من 0.1 mol.L^{-1} عند الدرجة 25°C مثل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والنترات

والكلات

الأملاح قليلة الذوبان: قيمت ذوبانيتها أقل من 0.001 mol.L^{-1} عند الدرجة 25°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 أجداء الأيوني وثابت جداء الذوبان؟

(ج) أجداء الأيوني Q : يمثل جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان، مرفوعة كل منها إلى أس يساوي أمثالها التفاعلية.ثابت جداء الذوبان K_{sp} : يمثل جداء تراكيز أيونات الملح قليل الذوبان، مرفوعة كل منها إلى أس يساوي أمثالها التفاعلية

في المحلول المشبع

ملاحظة: نميز ثلاث حالات

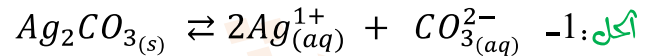
-1 $K_{sp} > Q$ المحلول غير مشبع

-2 $K_{sp} = Q$ المحلول مشبع

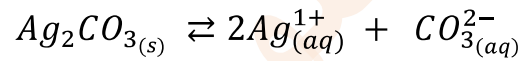
-3 $K_{sp} < Q$ المحلول فوق مشبع

سؤال: محلول مائي مشبع ملح كربونات الفضة ذوبانيته المولية S . المطلوب:

-1 أكتب معادلات التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

-2 أكتب العلاقة المعبرة عن ثابت جداء الذوبان، ثم أستنتج قيمة جداء ذوبان بدلالة S 

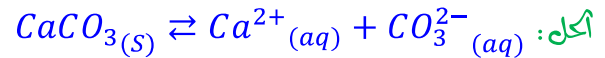
-2 $K_{SP} = [Ag^{1+}]^2 \cdot [CO_3^{2-}]$



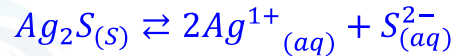
تراكيز بدء	S	0	0
------------	-----	-----	-----

تراكيز عند الإشباع	0	$2S$	S
--------------------	-----	------	-----

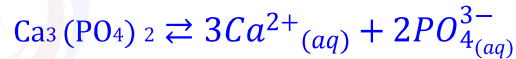
$$K_{SP(Ag_2CO_3)} = (2S)^2 \cdot S = 4S^3$$

سؤال: أكتب العلاقة المعبرة عن K_{sp} لكل من الأملاح قليلة الذوبان الآتية:

$K_{SP} = [Ca^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}]$



$K_{SP} = [Ag^+]^2 \cdot [S^{2-}]$



$K_{SP} = [Ca^{2+}]^3 \cdot [PO_4^{3-}]^2$



تطبيقات جداء الذوبان:

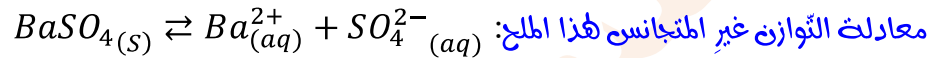
1- ترسيب ملح في محلوله المشبع:

تجربة: أضغ كمّية من الماء المقطر في بيشر أضيفه كمّية قليلة من ملح كبريتات الباريوم إلى الماء في البيشر السابق مع التحريك حتى تشكّل راسباً.

أرشح المحلول السابق، وأضيفه إلى الرشاحات قطرات من حمض الكبريت، ماذا لاحظ؟ أفسر ذلك

الجواب: تشكّل راسب ملحّي عند إضافة حمض الكبريت إلى الرشاحات

التفسير: عند إضافة حمض الكبريت يردّ تركيز أيونات الكبريتات في المحلول، فيصبح $Q > K_{sp}$ أي المحلول فوق مشبع، فتترسب كمّية من ملح كبريتات الباريوم حتى الوصول كالتوازن 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 نزيد من ترسيب ملح في قليل الذوبان؟

ج: تركيز هذا الأيون سيرداد في المحلول، فيصبح $Q > K_{sp}$ أي المحلول فوق مشبع، فتترسب كمّية من الملح قليل الذوبان حتى الوصول كالتوازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتولييه).

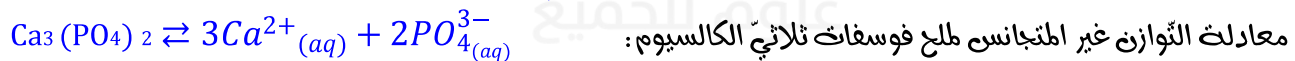
2- إذابة ملح قليل الذوبان:

تجربة: أضغ كمّية من الماء المقطر في بيشر. ثم أضيفه كمّية قليلة من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم إلى الماء في البيشر السابق مع التحريك حتى تشكّل راسب أضيفه كمّية من محلول حمض كلور الماء إلى محلول الملح السابق مع التحريك. ماذا لاحظ؟ أفسر ذلك.

الجواب: زيادة ذوبان ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم عند إضافة حمض كلور الماء

التفسير:

عند إضافة حمض كلور الماء تتحد أيونات الهيدرونيوم الناتجة عن تأينه مع أيونات الفوسفات، وينتج حمض الفوسفور H_3PO_4 ضعيف التآين، فيتناقص تركيز أيونات الفوسفات، وبصبح $Q < K_{sp}$ أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمّية إضافية من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم حتى الوصول كالتوازن جديدة (وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتولييه)



سؤال: ماذا يحدث عندما يُضاف إلى محلول ملح قليل الذوبان مادة تتفاعل مع أحد أيونات هذا الملح

الجواب: تركيز هذا الأيون سيناقص في المحلول، وبصبح $Q < K_{sp}$ أي المحلول غير مشبع، فتذوب كمّية إضافية من هذا الملح حتى الوصول كالتوازن جديدة، وينتج مركب ضعيف التآين (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 وبيشتر عدد 3

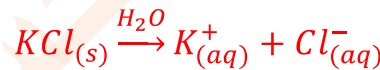
أضع في كل بيشتر كميت مناسبة من الماء المقطر ثم أضيف كميت قليلة من $NaCl$: للبيشتر الأول، NH_4Cl إلى البيشتر الثاني، CH_3COONa إلى البيشتر الثالث مع التحريك. أحدد طبيعت كل محلول ملحي باستخدام ورقة مشعر عام أو مقياس pH، واكمل الجدول الآتي

صيفة الملح	NH_4Cl	CH_3COONa	$NaCl$
طبيعة الوسط	حمضي	أساسي	معتدل
الملح مشتق من	حمض قوي وأساس ضعيف	أساس قوي حمض ضعيف	حمض قوي أساس قوي

نستنتج: المحاليل المائيّة للأملاح الدوّابة، حمضيّة أو أساسيّة أو معتدلة، **علل ذلك** ويعود هذا الاختلاف إلى قوّة أحموض والأسس التي اشتقت منها تلك الأملاح.

أيونات الملح الناتجة من حمض قويّ أو أساس قويّ حياديّة، لا تتفاعل مع الماء، أي لا تتحلّم. الأيونات القويّة هي k^+ , Na^+ , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} وهي لا تتحلّم (لا تتفاعل مع الماء)

سؤال: أكتب معادلت إمالة ملح كلوريد البوتاسيوم، ثم أحدد طبيعت الوسط، مفسراً الإجابة

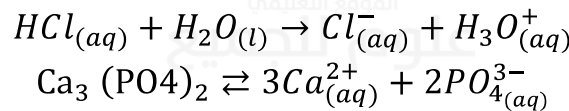


الوسط معتدل لأن أيونات الملح حياديّة، لا تتحلّم.

سؤال: علل ذوبان الملح الناتج عن حمض قويّ وأساس قويّ في الماء لا يعد حلمة

(ج) لأن أيونات الملح تكون حياديّة، لا تتحلّم.

سؤال: ما اثر إضافة حمض كلور الماء إلى ملح فوسفات ثلاثي 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 فنقل تركيز أيونات الفوسفات في المحلول ويصبح $K_{SP} > Q$ ويزوب كميت إضافية من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم أي يرجع التفاعل المباشر وهذا يتفق مع قاعدة لوشاتولييه

حلمهة ملح ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف:

سؤال: مخلول مائيّ طليخ نترات الأمونيوم، المطلوب:

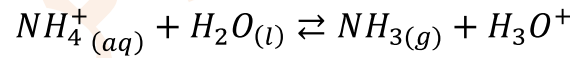
- 1- اكتب معادلت إماهت الطليخ.
- 2- اكتب معادلت حلمهة هذا الطليخ، ثمّ أهدر طبيعت الوسط الناتج.
- 3- اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الطليخ K_h
- 4- أستنتج العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الطليخ K_h وثابت تأين المخلول المائيّ للنشادر K_b

أكل:

1- يتميت ملح نترات الأمونيوم وفق المعادلت الآتية:



2- أيون النترات حيدرياً لا يتفاعل مع الماء، أما أيون الأمونيوم يتفاعل مع الماء (يتحلّم) وفق المعادلت الآتية:



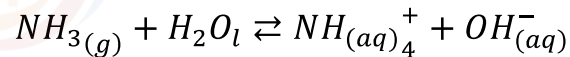
إنّ حلمهة تحدث للأيون الضعيف من الطليخ (الجزء الأساسي $NH_4^+(aq)$) وينتج أيون H_3O^+ مما يدلّ على أنّ المخلول أصبح حمضياً وقيمت

$$PH < 7$$

3- وثابت التوازن لهذا التفاعل يسمّى بثابت حلمهة ويعطى بالعلاقة:

$$K_h = \frac{[NH_3] \cdot [H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

4- النشادر يتأين بالماء وفق المعادلت:



$$K_b = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]}$$

$$K_h \times K_b = \frac{[NH_3] \cdot [H_3O^+]}{[NH_4^+]} \times \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]}$$

$$K_h \times K_b = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

$$K_h \times K_b = K_w$$

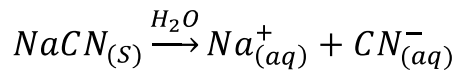
حلمهة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي

سؤال: مخلول مائيّ طليخ سيانيد الصوديوم، المطلوب:

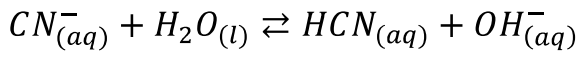
- 1- اكتب معادلت إماهت الطليخ.
- 2- اكتب معادلت حلمهة هذا الطليخ، ثمّ أهدر طبيعت الوسط الناتج.
- 3- اكتب عبارة ثابت حلمهة هذا الطليخ K_h .
- 4- أستنتج العلاقة بين ثابت حلمهة هذا الطليخ K_h وثابت تأين حمض السيانيد K_a

أكل:

1- يتميت ملح سيانيد الصوديوم وفق المعادلت الآتية:



2- أيون الصوديوم حيدرياً لا يتفاعل مع الماء، أما أيون السيانيد يتفاعل مع الماء (يتحلّم) وفق المعادلت الآتية:



إنّ حلمهة تحدث للأيون الضعيف من الطليخ (الجزء الحمضيّ CN^-)، وينتج أيون OH^- ، مما يدلّ على أنّ المخلول أصبح أساسياً وقيمت

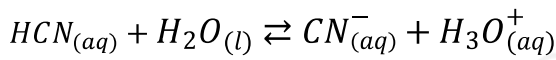
$$PH > 7$$

3- ثابت التوازن لهذا التفاعل، يسمّى بثابت حلمهة، ويعطى بالعلاقة:

$$K_h = \frac{[HCN] \cdot [OH^-]}{[CN^-]}$$

4- يتأين حمض السيانيد الهيدروجين بالماء وفق

المعادلت:



$$K_a = \frac{[CN^-] \cdot [H_3O^+]}{[HCN]}$$

$$K_h \times K_a = \frac{[HCN] \cdot [OH^-]}{[CN^-]} \times \frac{[CN^-] \cdot [H_3O^+]}{[HCN]}$$

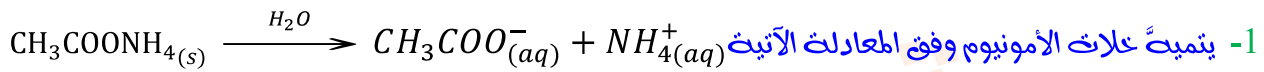
$$K_h \times K_a = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

$$K_h \times K_a = K_w$$

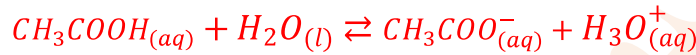
حلمة ملح ناتج عن حمض ضعيف و أساس ضعيف:

- محلل مائي ملح خلاص الأمونيووم المطلوب:
- 1- أكتب معادلت إماهت هذا الملح.
 - 2- أكتب معادلت حلمت هذا الملح.
 - 3- أكتب عبارة ثابت حلمت هذا الملح K_h
 - 4- استنتج العلاقة بين $K_a \cdot K_b \cdot K_h$

أكل:

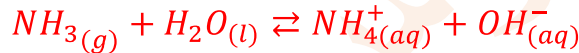


يتفاعل أيون أمونيووم مع اماء (يتحلل) وفق المعادلت الآتية: $\text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$



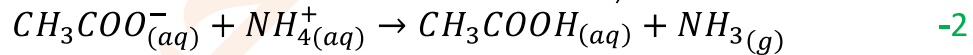
$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

2) يتفاعل أيون الأمونيووم مع اماء (يتحلل) وفق المعادلت الآتية $\text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_3(g) + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

بجمع المعادلتين 1 و 2 نجد $\text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{NH}_4^+_{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{NH}_3(g) + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$



$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad -3$$

$$K_h \times K_b \times K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]} \times \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \times \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad -4$$

$$K_h \times K_b \times K_a = [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] = K_w$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b \times K_a} = \frac{10^{-14}}{K_b \times K_a}$$

تتوقف قيمت pH المحلول على قوة كل من أحمض والأساس الناتجين عن أكلهم:

إذا كان $K_a > K_b$ ، فإن $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ ، أي الوسط حمضي ($\text{pH} < 7$ بقليل).

إذا كان $K_a < K_b$ ، فإن $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ ، أي الوسط أساسي ($\text{pH} > 7$ بقليل).

إذا كان $K_a = K_b$ ، فإن $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$ ، أي الوسط معتدل ($\text{pH} = 7$ حالة نادرة).

المحاليل المنظمة للحموضت:

سؤال: مما يتألف المحلول المنظم اذكر مثال عن المحاليل المنظمة؟ وما وظيفته؟

ج) يتألف المحلول المنظم للحموضت 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)

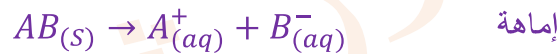
وظيفته: يحد من التغيرات الكبيرة في قيمة الأس الهيدروجيني PH

ملاحظات لحل المسائل:

$$S = C_{mol.l^{-1}} = \frac{n}{V} = \text{الذوبانية المولية}$$

$$C_{mol.l^{-1}} = \frac{C_{g.l^{-1}}}{M} \text{ العلاقة بين التركيز المولي والغرامي هي}$$

- في معادلة الإماهة (سهم واحد) تركيز الأيونات الناتجة هي نفسها تركيز الملح الصلب وحسب عدد المولات.



$$\text{التركيز} \quad x \quad x \quad x$$

- 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)

توازن غير متجانس



$$\text{بدء} \quad x \quad 0 \quad 0$$

$$\text{عند الإنباع} \quad 0 \quad x \quad x$$

- في حال تم إعطاء PH نحسب $[H_3O^+]$ من العلاقة $[H_3O^+] = 10^{-PH}$ ونستفاد من العلاقة

$$K_h \times K_a = K_w \text{ ونستخدم العلاقة التالية لحساب ثابت الحمضية}$$

عندما نحسب $[H_3O^+]. [OH^-]$ من المعادلة ويكون K_h معلوم نستخدم المعادلات



$$\text{بدء} \quad []_0 \quad 0 \quad 0$$

$$\text{عند التوازن} \quad []_0 - x \quad x \quad x$$

$$K_h = \frac{x \cdot x}{[]_0 - x}$$

تعمل x لصغرها

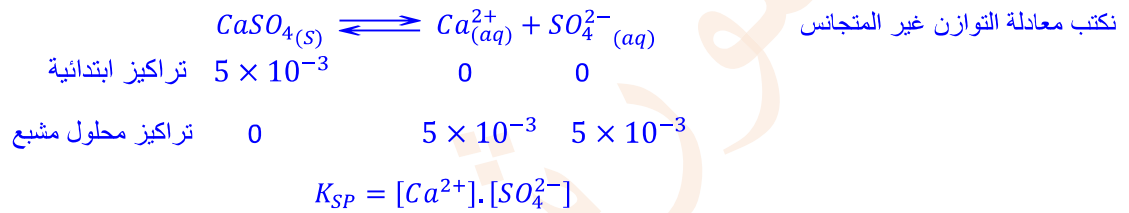
حل المسائل الآتية:

المسألة 1: تستخدم كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ (أجيس) في العديد من الصناعات مثل الدهانات، السيراميك، الورق، الإسمنت، وفي جبال تثبيت العظام المكسورة. المطلوب: حيث (Ca;40 . S;32 O:16) أحسب ثابت جداء الذوبان للمحلول المائي لكبريتات الكالسيوم، إذا علمت أن ذوبانيتها الكنتية 0.68 g.L^{-1}

أكل: حساب الذوبانية المولية S

$$S = C_{mol.l^{-1}} = \frac{C_{g.l^{-1}}}{M} = \frac{0.68}{136} = \frac{68 \times 10^{-2}}{136} = 0.5 \times 10^{-2} \\ = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$M=40+32+4 \times 16=136 \text{ g.mol}^{-1}$$

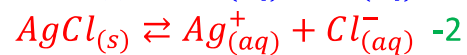
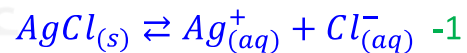


$$K_{SP} = (5 \times 10^{-3}) \times (5 \times 10^{-3}) = (5 \times 10^{-3})^2 = 25 \times 10^{-6}$$

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 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 بأكساب إن كان يتسبب 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 الإشباع	0	x	x

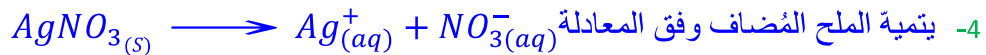
$$K_{SP} = [Ag^{+}] \cdot [Cl^{-}] = x \cdot x = x^2 \Rightarrow x^2 = 6.25 \times 10^{-10} \Rightarrow x = \sqrt{6.25 \times 10^{-12}} = 25 \times 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$S = x = [Ag^+] = [Cl^-] = 25 \times 10^{-6} mol.l^{-1}$$

$$C_{mol.l^{-1}} = \frac{C_{g.l^{-1}}}{M} \Rightarrow C_{g.l^{-1}} = M \cdot C_{mol.l^{-1}} \quad -3$$

$$C_{g.l^{-1}} = 143.5 \times 25 \times 10^{-6} = 35875 \times 10^{-7} g.l^{-1}$$

$$M_{AgCl} = 108 + 35.5 = 143.5 g.mol^{-1}$$



$$\begin{array}{ccc} y & & y & & y \\ [Ag^+_{(aq)}] & = & [NO_{3(aq)}^-] & = & [AgNO_3] = 1.5 \times 10^{-5} mol.l^{-1} \end{array}$$

حساب تركيز أيونات الفضة الكلية بعد الإضافة

$$[Ag^+]_{كلي} = 25 \times 10^{-6} + 15 \times 10^{-6} = (25 + 15)10^{-6} = 4 \times 10^{-5} mol.l^{-1}$$

$$Q = [Ag^+]_{كلي} \cdot [Cl^-] \quad \text{نحسب } Q$$

$$Q = 4 \times 10^{-5} \times 25 \times 10^{-6} = 100 \times 10^{-11} = 10^{-9}$$

$$Q > K_{SP} \text{ يترسب قسم من ملح } AgCl$$

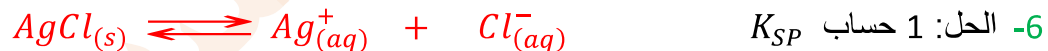
5- إضافة مادة تأينها تام أو ذوّابة تحتوي على أحد أيونات هذا الملح، مثل KCl .:

مسألة 3: محلول مائي مشبع لكلوريد 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 إمارة ملح نترات الفضة ثم بين حسابياً هل يترسب ملح كلوريد الفضة

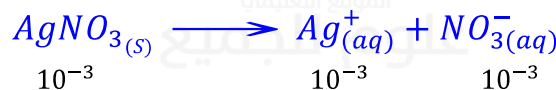


تراكيز بدائية	5×10^{-3}	0	0
عند الإشباع	0	5×10^{-3}	5×10^{-3}

$$K_{SP} = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$$

$$K_{SP} = (5 \times 10^{-3}) \times (5 \times 10^{-3}) = 25 \times 10^{-6}$$

2- نحسب تركيز أيونات الفضة الكلية



$$[Ag^+]_{كلي} = 5 \times 10^{-3} + 1 \times 10^{-3} = 6 \times 10^{-3} mol.l^{-1}$$

$$Q = [Ag^+]_{كلي} \cdot [Cl^-] \quad \text{نحسب } Q$$

$$Q = 6 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-3} = 30 \times 10^{-6} = 3 \times 10^{-5}$$

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 mol.l^{-1} إلى 400 ml من

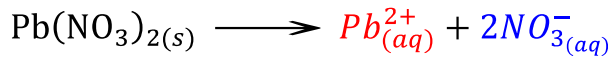
محلول NaCl ذي التركيز 0.1 mol.l^{-1} فإذا كان $K_{SP}(PbCl_2) = 1.6 \times 10^{-6}$ في شروط التجربة المطلوب

أبين حسابياً إن كان جزء من ملح كلوريد الرصاص $PbCl_2$ يترسب أو لا؟

الحل: $V_{Pb(NO_3)_2} = 100 \text{ ml} = 100 \times 10^{-3} = 10^{-1} \text{ l}$

$V_{NaCl} = 400 \text{ ml} = 400 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-1} \text{ l}$

الكلية $V' = 100 + 400 = 500 \text{ ml} = 0.5 \text{ l}$



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 ملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl تركيزه 0.18 mol.L^{-1} إذا علمت أن ثابت تأين محلول النشادر عند

الدرجة 25°C يساوي 1.8×10^{-5} أحسب:

1- قيمة ثابت حلمهة هذا الملح.

2- احسب تركيز $[OH^-]$ و $[H_3O^+]$

3- قيمة pH المحلول، ثم أحدّد طبيعته 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 تراكيز ابتدائية

0.18-X تراكيز توازن

$$K_h = \frac{[NH_3] \cdot [H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x \cdot x}{0.18 - x} \Rightarrow K_h = \frac{x^2}{0.18}$$

$$x^2 = \frac{10^{-9}}{1.8} \times 0.18 = 10^{-10} \Rightarrow x = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

بالعودة للمعادلة نجد $[H_3O^+] = x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$ **حساب $[OH^-]$**

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

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

$$PH = -\log 10^{-5} = 5 \quad PH < 7 \quad \text{الوسط حمضي لان}$$

4- حساب النسبة المئوية المتحلمة

كل 0.18 mol.l^{-1} من ملح نترات الأمونيوم يتحلّمه منه $x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$

كل 100 mol.l^{-1} من ملح نترات الأمونيوم يتحلّمه منه y

$$y = \frac{100 \times 10^{-5}}{0.18} = 5.5 \times 10^{-3} \%$$

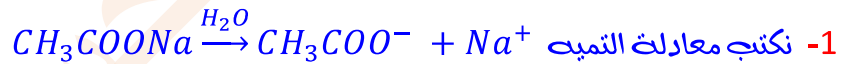
المسألة 6: محلول مائيّ ملّح خاتّ الصّوديوم تركيزه 0.2 mol.l^{-1} وقيمة ثابت تآين حمض أكلّ في شروط التجربّ يساوي 2×10^{-5} المطلوب:

1- أحسب قيمة pOH هذا المحلول.

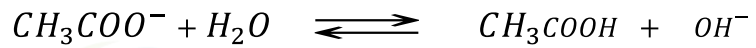
2- أستنتج طبيعة المحلول الناتج.

3- يضاف إلى المحلول السابق قطرات من محلول NaOH بحيث تركيزه 0.01 mol.l^{-1} أحسب النسبة المئوية المتحلّمات من ملح خلات الصّوديوم في هذه أكالته.

أكل:



أيون الصوديوم Na^+ حيادي لا يتحلّمه أيون الخلات CH_3COO^- يتحلّمه 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 $[OH^-] = x = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$

$$POH = -\log[OH^-] \Rightarrow POH = -\log 10^{-5} = 5$$

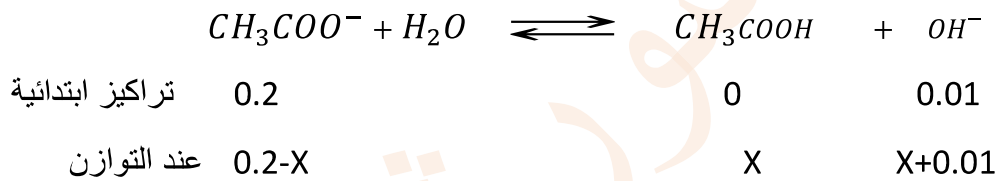
$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 5 = 9$$

-2 الوسط أساسي لأن $PH > 7$

-3 يتأين NaOH كلياً بالماء وفق المعادلة: $NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

$$[Na^+] = [OH^-] = [NaOH] = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$$

حساب النسبة المئوية المتحلمة من خلت الصوديوم في هذه الحالة:



$$K_h = \frac{[CH_3COOH].[OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

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 المتحلمة من خلت الصوديوم في هذه الحالة:

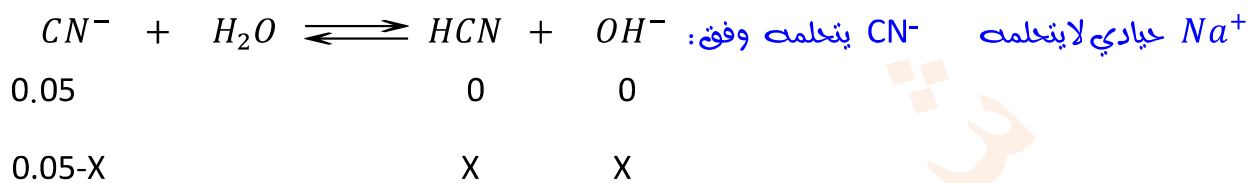
كل 0.2 mol.l^{-1} من ملح نترات الأمونيوم يتحلّم منه $10^{-8} \text{ mol.l}^{-1}$

كل 100 mol.l^{-1} من ملح نترات الأمونيوم يتحلّم منه $10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}$

$$y = \frac{100 \times 10^{-8}}{0.2} = \frac{10^{-6}}{2 \times 10^{-1}} = 0.5 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-6} \%$$

- المسألة 7:** محلول مائي ملح سيانيد الصوديوم تركيزه 0.05 mol.l^{-1} إذا علمت أنّ قيمة ثابت حلمته هذا الملح $K_h = 2 \times 10^{-5}$ والمطلوب:
- حساب قيمة pH هذا المحلول.
 - ما طبيعة هذا المحلول؟ علّل إجابتك.

أكل:



$$K_h = \frac{[HCN].[OH^-]}{[CN^-]} = \frac{x \cdot x}{0.005-x}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.05} \Rightarrow x^2 = 2 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^{-2} = 10^{-6}$$

تعمل X من المقام لصغرها

$$x = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$POH = -\log[OH^-] \Rightarrow POH = -\log 10^{-3} = 3$$

$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 3 = 11$$

2- طبيعة المحلول هي أساسية لان $PH > 7$

ملاحظة كل المسائل

عندما يعطى في نص المسألة PH أو POH المحلول ولا يعطى K_a و K_b

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} \quad \text{من العلاقة}$$

$$[OH^-] = 10^{-POH} \quad \text{من العلاقة}$$

ثم نكتب معادلت أكلهت ونوجد X بالمقارنت من المعادلت وهي تساوي تركيز $[H_3O^+]$ او تركيز $[OH^-]$

تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3lom4all.com>

المسألة 8: لديك محلول مائي ملتح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl تركيزه 0.2 mol.l^{-1} اذا علمت أن له $PH=5$ عند الدرجة $25^\circ C$ المطلوب:

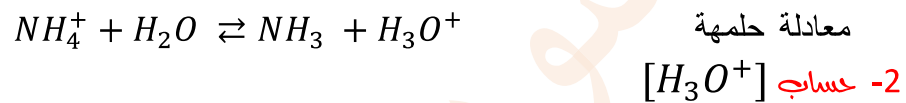
1- اكتب معادلات الإماهة ومعادلات أكلمهة لهذا الملح

2- احسب تركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+

3- احسب قيمة ثابت أكلمهة

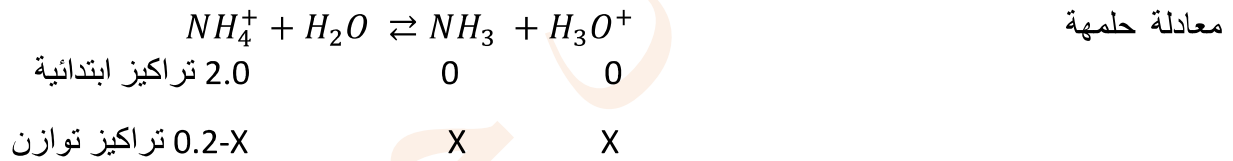
4- احسب قيمة ثابت تأين هيدروكسيد الأمونيوم

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

$$x = [H_3O^+] = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \text{ بالعودة الى المعادلت نجد}$$

$$K_h = \frac{(10^{-5})^2}{2 \times 10^{-1}} = \frac{10^{-10} \times 10}{2} = \frac{1}{2} \times 10^{-9} = 0.5 \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-10}$$

$$K_h = 5 \times 10^{-10}$$

4- نحسب K_b

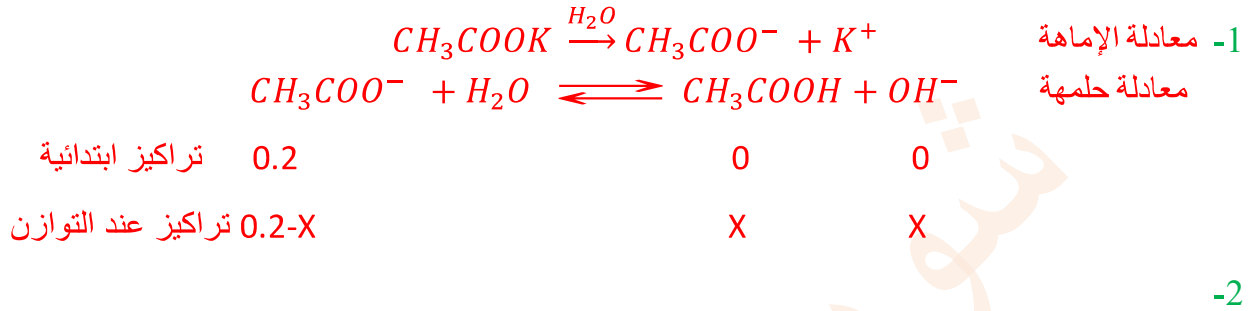
$$K_h \times K_b = K_w \Rightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}}$$

$$K_b = \frac{1}{5} \times 10^{-14} \times 10^{+10} = 2 \times 10^{-5}$$

المسألة 9: محلول مائي ملح خلاصة البوتاسيوم تركيزه 0.2 mol.L^{-1} فإذا علمت أن له $\text{pH} = 9$ عند درجة حرارة 25°C المطلوب:

- 1- اكتب معادلة حلمة هذا الملح
- 2- احسب قيمة $[\text{H}_3\text{O}^+]$
- 3- احسب قيمة ثابت أكلمة للمحلول الملحي.
- 4- احسب ثابت تأين حمض أكل.
- 5- احسب النسبة المئوية المتحللة.
- 6- ما طبيعة الوسط الناتج عن أكلمة؟ علل إجابتك.

الحل:



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{PH}} = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]. [\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad \text{حسب تركيز } [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}].[\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{x.x}{0.2-x} = \frac{x^2}{0.2-x} \quad -3$$

تُهمل x من المقام لصغرهما $K_h = \frac{x^2}{0.2}$ بالعودة إلى المعادلة نجد

$$x = [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$K_h = \frac{(10^{-5})^2}{0.2} = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 0.5 \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-10}$$

$$K_h \times K_a = K_w \Rightarrow K_a = \frac{10^{-14}}{K_h} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = \frac{1}{5} \times 10^{-14} \times 10^{+10} \quad -4$$

$$K_a = \frac{10}{5} \times 10^{-14} \times 10^{+9} = 2 \times 10^{-5}$$

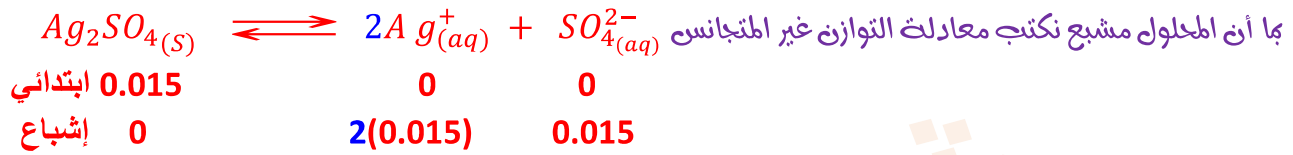
5- كل 0.2 mol.l^{-1} من الملح يتحلل منه $10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$

كل 100 mol.l^{-1} من الملح يتحلل منه y

$$y = \frac{100 \times 10^{-5}}{0.2} = 5 \times 10^{-3} \%$$

6- طبيعة الوسط أساسية لأن $\text{PH} > 7$

المسألة 10: محلول مائي مشبع ملح 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 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} 

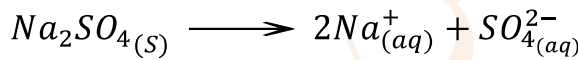
$$K_{SP} = [Ag^+]^2 \cdot [SO_4^{2-}]$$

$$[Ag^+] = 2 \times 0.015 = 0.03 = 3 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[SO_4^{2-}] = 0.015 = 15 \times 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$K_{SP} = (3 \times 10^{-2})^2 \times (15 \times 10^{-3}) = 9 \times 10^{-4} \times 15 \times 10^{-3}$$

$$K_{SP} = 135 \times 10^{-7}$$

2- نضيف ملح كبريتات الصوديوم يتأين وفق المعادلة

0.01	2(0.01)	0.01	
------	---------	------	--

$[SO_4^{2-}]_{\text{كلي}} = 15 \times 10^{-3} + 10^{-2}$ نحسب $[SO_4^{2-}]_{\text{الكلي}}$

$$[SO_4^{2-}]_{\text{كلي}} = 1.5 \times 10^{-2} + 1 \times 10^{-2} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$Q = [Ag^+]^2 [SO_4^{2-}]_{\text{كلي}} = (3 \times 10^{-2})^2 \times 2.5 \times 10^{-2}$$

$$Q = 9 \times 10^{-4} \times 2.5 \times 10^{-2} = 225 \times 10^{-7}$$

$$Q = 225 \times 10^{-7}$$

نلاحظ أن $Q > K_{sp}$ المحلول فوق مشبع يتشكل راسب

جدر نفسك بإسقاط ذنوبك مثل أكريفه، كن مع الله يكون الله

معك

مجمع علوم للجميع

<https://www.>

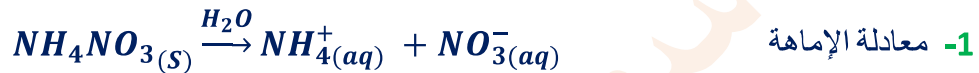
شورش حسين



المسألة 11: محلول مائيّ ملح نترات الأمونيوم NH_4NO_3 تركيزه $2 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$ فإذا علمت أنّ ثابت تآين النّشار عند درجة حرارة 25°C هو $K_b = 2 \times 10^{-5}$ المطلوب:

- 1- اكتب معادلتَي إِمَاهة وحلمة هذا الملح.
- 2- احسب قيمة ثابت أكلمة للمحلول الملحّي.
- 3- احسب قيمة pH المحلول، ماذا تستنتج؟ احسب قيمة $[OH^-]$
- 4- إذا أُضيف إلى المحلول السّابق قطرات من محلول حمض كلور الماء بحيث يصبح تركيزه 0.01 mol. l^{-1} فاحسب النسبَة 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 2×10^{-3}	0	0
توازن	$2 \times 10^{-3} - x$	x	x

$$K_h = \frac{[NH_3(g)] \cdot [H_3O^+(aq)]}{[NH_4^+(aq)]} = \frac{x \cdot x}{2 \times 10^{-3} - x}$$

تهمل x من المقام لصغرهما

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow x^2 = 2 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-10} = 10^{-12} \Rightarrow$$

$$x = \sqrt{10^{-12}} = 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1} \Rightarrow [H_3O^+(aq)] = x = 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$PH = -\log[H_3O^+(aq)] = -\log 10^{-6} = 6$$

نستنتج أن طبيعة الوسط حمضية

حساب $[OH^-]$ $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{[10^{-6}]} = 10^{-8} \text{ mol. L}^{-1}$

5- حمض كلور الماء حمض قوي وحيد الوظيفة لذلك $[H_3O^+] = C_a = 0.01 \text{ mol. L}^{-1}$



	بدء 2×10^{-3}	0.01	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 2×10^{-3} يتحلله منه 10^{-10} x

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،

ولإزالتها يضاف كمية من محلول حمض كلور الماء، فسّر ذلك

التفسير:

تتفاعل أيونات الهيدرونيوم الناتجة من تأين حمض كلور الماء فينتشكّل حمض الكربون ضعيف التأين ويصبح $Q < K_{sp}$

K_{sp}

فيرجع التفاعل المباشر وتذوب كمية إضافية من ملح كربونات الكالسيوم



لا تحمل أحقد في قلبك ، دعها للإيام فهي كفيلت لتنقي قلبك

شورش حسين

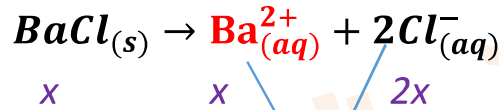
مسألة 12: يضاف 200 ml من محلول يوي $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ كلوريد الباريوم إلى 800 ml من محلول يوي $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلول مشبع من كبريتات الباريوم. المطلوب:

- 1- أحسب قيمة جداء الذوبان K_{SP} لمخ كبريتات الباريوم
- 2- يضاف قطرات من محلول حمض الكبريت المركز إلى المحلول المشبع السابق، ماذا تتوقع أن يحدث؟ علل إجابتك. وبين إذا كان ذلك يتفق مع قاعدة لوشتاتولييه أو لا؟

$$V = V_1 + V_2 = 200 + 800 = 1000 \text{ ml} = 1000 \times 10^{-3} = 1L \text{ أكل:}$$

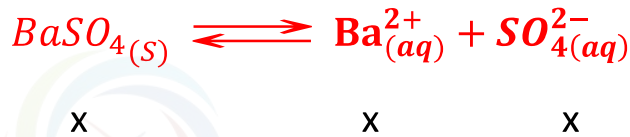
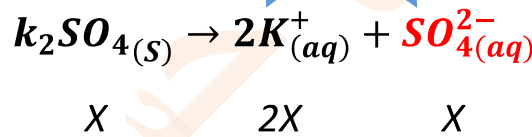
$$1- \text{ نحسب التراكيز الابتدائية } [BaCl] = \frac{n}{V} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

وهذا التركيز هو نفسه تركيز $[Ba^{2+}]$ لأن الملح يتأين وفق المعادلت



$$[k_2SO_4] = \frac{n}{V} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{وأيضا}$$

وهذا التركيز هو نفسه تركيز $[SO_4^{2-}]$ لأن الملح 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 يرداد تركيز أيونات الكبريتات SO_4^{2-} فيصبح $K_{SP} < Q$ تترسب كمية من الملح ووفق قاعدة لوشتاتولييه يرجح التفاعل العكسي وتترسب كمية من الملح.

المسائل 12:

يُضاف حجم معين من محلول ملح كلوريد الكالسيوم تركيزه 0.02 mol.l^{-1} إلى حجم مساوٍ له من محلول كبريتات الصوديوم تركيزه 0.04 mol.l^{-1} إذا علمت أن $K_{SP}(\text{CaSO}_4) = 9 \times 10^{-6}$ المطلوب:

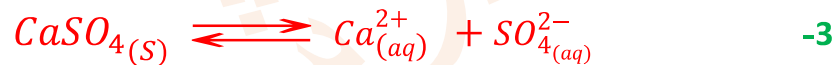
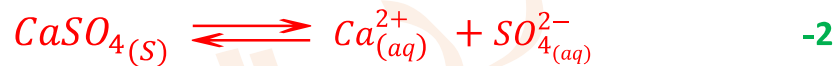
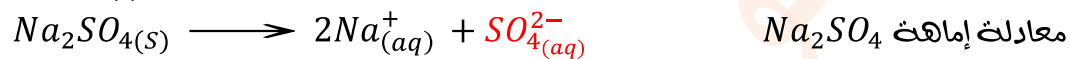
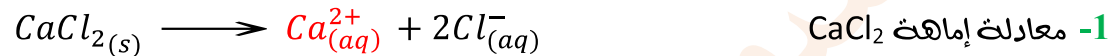
1- اكتب معادلت إماهة كل من ملحي كلوريد الكالسيوم وكبريتات الصوديوم.

2- اكتب معادلت التوازن غير المتجانس لملح كبريتات الكالسيوم.

3- احسب ذوبانية ملح CaSO_4 مقدرة بـ mol.l^{-1} و g.l^{-1}

4- بين بأكساج سبب ترسب قسم من ملح CaSO_4

الكل:



$$K_{SP} = [\text{Ca}_{(aq)}^{2+}] \cdot [\text{SO}_{4(aq)}^{2-}]$$

$$9 \times 10^{-6} = x^2 \Rightarrow x = \sqrt{9 \times 10^{-6}} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

وهي تمثل الذوبانية المولية لملح كبريتات الكالسيوم $S = C_{\text{mol.l}_1} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$

بحسب 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- بحسب التراكيز بعد الإضافة نستخدم قانون التمديد $C \cdot V = C' \cdot V'$

$$V' = 2V \quad \text{حيث بعد التمديد} \quad C' = \frac{C \cdot V}{V'} = \frac{C \cdot V}{2V} = \frac{C}{2}$$

$$[\text{Ca}_{(aq)}^{2+}] = [\text{CaCl}_2] = \frac{0.02}{2} = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[\text{SO}_{4(aq)}^{2-}] = [\text{Na}_2\text{SO}_4] = \frac{0.04}{2} = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$Q = [\text{Ca}_{(aq)}^{2+}] \cdot [\text{SO}_{4(aq)}^{2-}] = 0.01 \times 0.02 = 2 \times 10^{-4}$$

$Q > K_{SP}$ المحلول فوق مشبع يشكل راسب <https://www.>

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:

$$K_{SP(AgCl)} = 10^{-10}, \quad K_{SP(AgI)} = 10^{-16}$$

1- احسب تركيز محلول نترات الفضة الذي يبدأ عنده كل من الملحيتين بالترسيب.

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- لذلك يبدأ بالترسيب أولاً، $K_{SP(AgI)} < K_{SP(AgCl)}$

ملاحظة كلما كان Ksp صغيراً يترسب أكثر



اختبر نفسي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- الملعق الذوّاج الذي يتخلّمه 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 مائيّ طلع قليل الذوبان هو

$(NH_4)_3PO_4$ (d)	Na_2SO_4 (c)	$Pb(NO_3)_2$ (b)	$PbCrO_4$ (a)
--------------------	----------------	------------------	---------------

4- محلول مائيّ طلع Na_2CO_3 تركيزه 1.6 g.L^{-1} ، يُمدد بإضافة كمّيّة من الماء المقطّر إليه بحيث يصبح حجمه أربعاً أضعافه ما كان عليه ، فيكون التركيز الجديد لأيونات الصوديوم في المحلول مساوياً :

0.2 g.l^{-1} (d)	0.8 g.l^{-1} (c)	0.4 g.l^{-1} (b)	0.6 g.l^{-1} (a)
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

$$C.V = C'.V'$$

$$V' = 4V$$

$$1.6 \times V = C' \times 4V \Rightarrow C' = \frac{1.6}{4} = 0.4 \text{ g.l}^{-1}$$

5- إذا علمت أنّ $K_{sp} = 6.25 \times 10^{-10}$ عند درجة حرارة معيّنة ، فيكون تركيز أيونات الفضة مقدراً بـ

mol.l^{-1} في المحلول المشبع لـ $AgCl$ مساوياً :

6.25×10^{-5} (d)	2.5×10^{-5} (c)	2.5×10^{-10} (b)	1.25×10^{-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 تديد محلول مائيّ طلع KNO_3 تركيزه 2.4 mol.L^{-1} بإضافة كمّيّة من الماء المقطّر إليه تساوي ثلاثة أمثاله

حجمه ، يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ 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 أمثاله 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: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

- 1- ذوبان ملح نترات البوتاسيوم بالماء لا يعدّ حلمهة.
لان 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 الذوبان 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 الذوبان 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 الذوبان بالماء يضاف إليه قطرات من محلول نترات الرصاص II عديم اللون. فيتشكل راسب من كرومات الرصاص II المطلوب:

- (a) اكتب معادلات التوازن غير المتجانس لميلح كرومات الرصاص II
- (b) اشرح آلية الترسيب التي حدثت لعس 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



Shorsh

سافر بأفطرك فلا عدود لحيالنا
شورش حسين



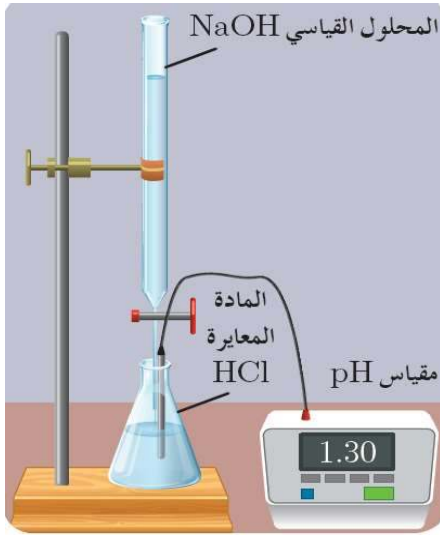
المعايرة الحجمية

الدرس الثالث

المعايرة الحجمية حمض-أساس:

سؤال: ماذا تعيد المعايرة الحجمية؟

جواب: نعيد المعايرة الحجمية في تحديد تركيز أحد المواد المتفاعلة المجهول التركيز بنفاعلها مع مادة أخرى تُدعى المحلول القياسي (تركيزه معلوم ومحدد بدقة).



1- معايرة حمض قوي بأساس قوي:

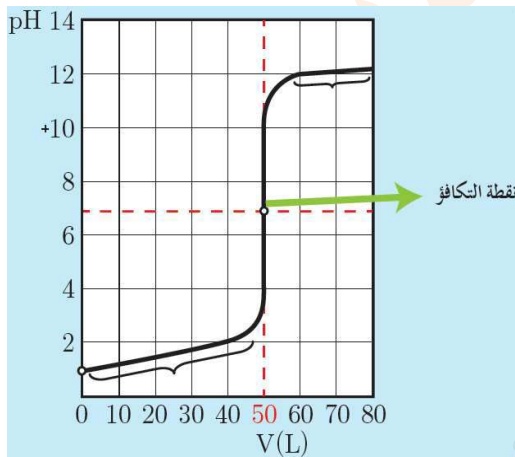
تجربة:

- 1- تملأ السحاحة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 mol.l^{-1}
- 2- نأخذ 50ml من محلول حمض كلور الماء تركيزه 0.1 mol.l^{-1} ونضعهم في ارلينت 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:

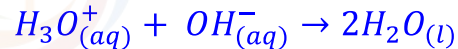
حجم NaOH المضاف (mL)	0	10.0	30.0	49.9	50.0	50.1	60.0
قيمة الـ pH	1.0	1.2	1.6	3.0	7.0	11.0	12.0

1- المطلوب ارسام 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 النقاط؟

ج) عند اتحاد جميع أيونات H_3O^+ في المحلول أكمض معجميع أيونات OH^- المضافة تصبح قيمت pH = 7 وتدعى نقتة نهايت المعايرة (نقتة 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 المشعر المناسب لمعايرة 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 → 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 المناسب لمعايرة 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))

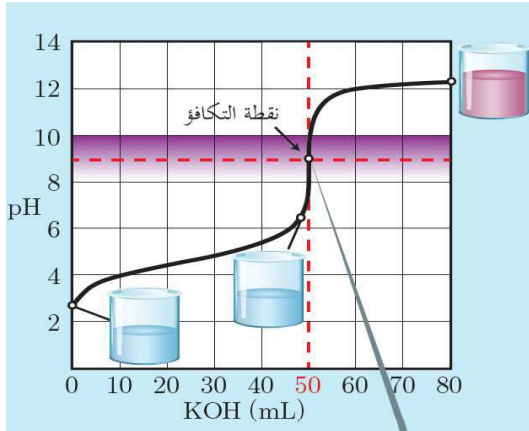
ج) حموض عضويّة أو أسس عضويّة ضعيفت معقّدة التركيب، يتغير لونها بتغير pH الوسط الذي توضع فيه.

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 مريح	أحمر المتيل
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 فتالين ورسم المنحني البياني لتغير قيم PH بدلالة حجم الأساس المضاف حصلنا على ما يلي: المطلوب:



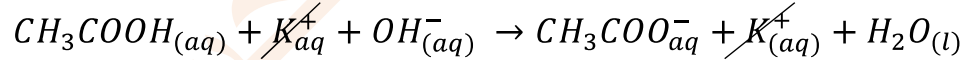
- 1- أتعرف قيمة pH المحلول في أثناء تفاعلت المعايرة. أو كيف تتغير PH المحلول في أثناء المعايرة
- 2- أكتب معادلت التفاعل أكامل، ثم أكتب المعادلت الأيونية لتفاعل المعايرة.
- 3- أحدد قيمة pH عند نقطة انتهاء تفاعل المعايرة.
- 4- أستنتج طبيعة الوسط عند الوصول لنقطة التكافؤ.

أكل:

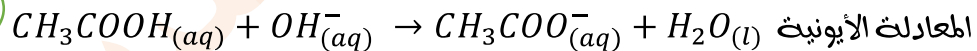
1- نرادر قيمة pH تدريجياً حتى القيمة 6.3 نتيجة تناقص تركيز أحمض بتفاعله مع أيونات الهيدروكسيد OH^- المضافت، ويحصل تغير مفاجئ لقيمة pH بين (6.3 , 10.3) تقريباً، وبإضافة قطرة من الأساس يصبح قيمة $PH > 10.3$

2- معادلت التفاعل أكامل $CH_3COOH(aq) + KOH(aq) \rightarrow CH_3COOK(aq) + H_2O(l)$

لكتابت المعادلت الأيونية نكتب المعادلت السابقة بشكل أيوني ونحذف الأيونات المتشابهت في الطرفين فنحصل على المعادلت الأيونية



حمض ضعيف
تأيينه جزئي



3- عند نقطة نهاية تفاعل المعايرة $pH = 8.72$ (نحدد منتصف القطعة المستقيمة في المنحني ونسقطه على محور الحجم)

4- طبيعة الوسط أساسية، بسبب تشكل أيونات أكل التي تسلك سلوكاً أساسياً

نستنتج:

عند معايرة حمض ضعيف بأساس قوي عدد مولات أحمض الضعيف تساوي عدد مولات أيونات الهيدروكسيد $OH^-_{(aq)}$

$$n(\text{الحمض الضعيف}) = n(OH^-)$$

تم التحميل من موقع علوم للجميع

$$C_1 \cdot V_1(\text{حمض ضعيف}) = C_2 \cdot V_2(OH^-)$$

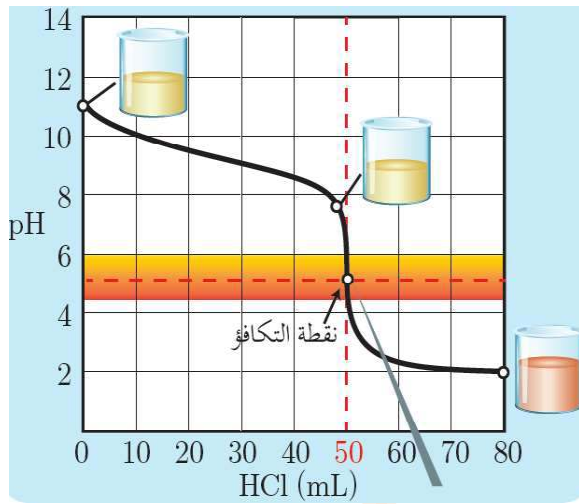
المشعر المناسب فينول فتالين

3- معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:

عند معايرة 50mL من محلول هيدروكسيد الأمونيوم تركيزه 0.1mol.L^{-1} بمحلول قياسي لحمض كلور الماء تركيزه 0.1mol.L^{-1} بوجود قطرات من مشعر أحمر المثيل 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 ال pH	11.12	10.2	9.6	9.1	8.7	5.27	2.71

- 1- أرسم المنحنى البياني لتغيرات قيم ال pH بدلالة حجم الحمض المضاف.
- 2- أدرّ قيمت pH لمحلول هيدروكسيد الأمونيوم كحظت بدء المعايرة.
- 3- أتعرف كيف تتغير قيمت pH المحلول خلال عملية المعايرة.
- 4- أدرّ قيمت pH المحلول عند نقطت نهاية تفاعل.

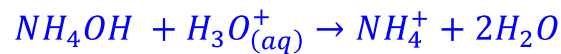


الحل:

1- الرسم جانبياً

2- عند بدء المعايرة قيمت $\text{PH}=11.12$

3- تتناقص قيمت ال pH تدريجياً نتيجة تناقص تركيز

 NH_4OH بتفاعلها مع أيونات الهيدرونيومالمضافت $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ وفق 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 $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} =$ 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.

تم التحميل من موقع علوم للجميع

 V_1 : الحجم الابتدائي للأساس. <https://www.3lom4all.com> C_2 : $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{المضافة}}$ V_2 : حجم الحمض المضاف.

سؤال: علل ما يلي:

1- يعتبر الغينول قناليين مشعراً مناسباً لمعايرة حمض ضعيف بأساس قوي
 إجاب: لأن مجاله من (8.2 → 10) يحوي قيمت pH نقتت نهايت تفاعل المعايرة.

2- يعتبر أمم المتيل مشعراً مناسباً لمعايرة أساس ضعيف بحمض قوي
 إجاب: لأن مجاله من (4.2 → 6.2) يحوي قيمت pH نقتت نهايت تفاعل المعايرة

ملاحظات كل مسائل المعايرة

- عند استخدام حمض الكبريت ثنائي الوظيفت نذكر أن $[H_3O^+] = 2C_a$

$$n(H_3O^+) = n(OH^-)$$

$$2C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

- كساج الكنلت نستخدم العلاقت $m = C \cdot V \cdot M$

- 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 المعادلت الأيونية نكتب المعادلت الأيونية

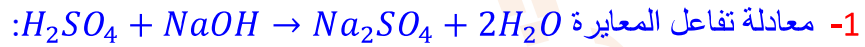


حل المسائل الآتية:

المسألة 1: عند معايرة محلول حمض الكبريت تركيزه 0.05 mol.l^{-1} بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.2 mol.l^{-1} لزم 20 ml منه لإتمام المعايرة

- 1- أكتب معادلات التفاعل أكامل، ثم أكتب المعادلات 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- $n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)}$

لان الحمض ثنائي
الوظيفة

$$2C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

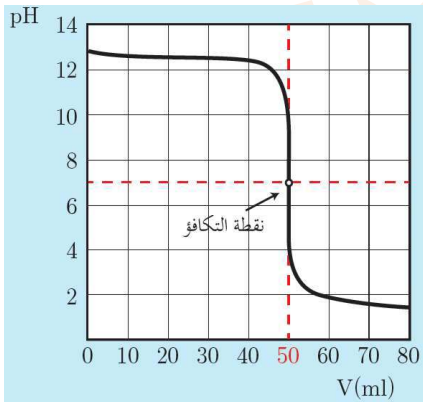
$$2 \times 0.05 \times V_1 = 0.2 \times 20 \Rightarrow V_1 = \frac{0.2 \times 20}{0.1} = \frac{2}{10^{-1}}$$

$$V_1 = 20 \text{ ml} = 0.02 \text{ l}$$

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 50ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 mol.l^{-1} بمحلول قياسي حمض الآزوت تركيزه 0.1 mol.l^{-1} حيث يمثل الشكل المبجور منحنى بيانياً لتغيرات قيم pH المحلول بدالات حجم أحمض المضاف.

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:

تم التحميل من موقع علوم للجميع

1- عند بدء المعايرة $pH = 13$ <https://www.3lom4all.com>

2- تنقص قيمت PH المحلول تدريجياً نتيجة تناقص تركيز أيونات OH^- لتفاعلها مع أيون H_3O^+ المضاف وفق

المعادلت :



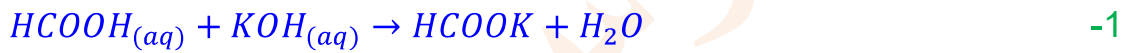
3- عند اتحاد جميع أيونات OH^- مع جميع أيونات H_3O^+ المضافة تصبح قيمت $PH=7$ تدعى نقطة نهايت المعايرة (نقطة التكافؤ)

4- المشعر المستعمل أزرق بروم التيمول لأن مداه بين (6-7.6) يحوي قيمت PH نقطة نهايت المعايرة

المسألة 3: عند معايرة 20mL من محلول حمض الثمل لزم 15mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.02 mol. L^{-1} والمطلوب:

- 1- أكتب المعادلت الأيونية لتفاعل المعايرة أکاصل.
- 2- أحسب تركيز محلول حمض الثمل المعاير.
- 3- أحسب كتلت حمض الثمل اللازم لتحضير 400mL من محلوله السابق.
- 4- أتعرف أفضل المشعرات الواجب استعماله. (C:12, H:1, O:16)

أكل:



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 فتالئين لأن مجاله من (10 → 8.2) يحوي قيمت PH نقطة نهايت تفاعل المعايرة

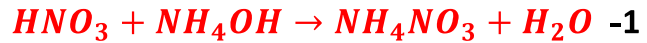
تم التحميل من موقع علوم للجميع

<https://www.3lom4all.com>

مسألة 4: يُعَايَر 50mL من محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الآزوت تركيزه 0.1 mol.L^{-1} فيلتر منه 25mL لإتمام المعايرة، والمطلوب:

- 1- اكتب المعادلات الكيميائية المتعبّرة عن تفاعل المعايرة أكّاصل.
- 2- حسب تركيز محلول هيدروكسيد الأمونيوم المستعمل.

الكل:



$$n_{(\text{NH}_4\text{OH})} = n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} \quad -2$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$C_1 \times 50 = 0.1 \times 25$$

$$C_1 = \frac{25 \times 10^{-1}}{5 \times 10^{+1}} = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

مسألة 5: محلول حمض كلور الماء تركيزه $10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ المطلوب:

- 1- أحسب قيمة pH محلول هذا الحمض.
- 2- معايرة 20mL من محلول أحمض السّابق يلزم 5mL من هيدروكسيد الصّوديوم ذي التركيز 0.02 mol.L^{-1} وحجم V_2 من هيدروكسيد البوتاسيوم ذي التركيز 0.05 mol.L^{-1} . المطلوب:

(a) اكتب المعادلات الأيونية لتفاعل المعايرة أكّاصل.

(b) احسب حجم هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام المعايرة.

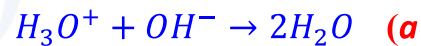
(c) احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 10mL من أحمض السّابق لتصبح $\text{pH} = 3$.

الكل:

لأنه حمض قوي
أحادي الوظيفة

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1} \quad -1$$

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{PH} = -\log 10^{-2} \Rightarrow \text{PH} = 2 \quad -2$$



$$n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{(\text{OH}^-)} \text{NaOH} + n_{(\text{OH}^-)} \text{KOH} \quad (b)$$

$$C \cdot V = C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2$$

$$10^{-2} \times 20 = 2 \times 10^{-2} \times 5 + 5 \times 10^{-2} \times V_2$$

$$10^{-2} \times 20 = (2 \times 5 + 5V_2) 10^{-2}$$

$$20 = 10 + 5V_2 \Rightarrow 5V_2 = 20 - 10 \Rightarrow V_2 = \frac{10}{5} = 2 \text{ ml}$$

(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

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \quad (\text{بعد التمديد}) \quad (\text{قبل التمديد})$$

$$10^{-2} \times 10 = 10^{-3} \cdot V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{10^{-1}}{10^{-3}} = \frac{1}{10^{-2}} = 10^{+2} = 100ml$$

$$V_{(\text{الماء})} = V_2 - V_1 = 100 - 10 = 90 ml$$

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 أكامل.
- 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 الكمي لمحلول ملح كبريتات الصوديوم الناتج عن المعايرة (Na:23, S:32, O:16, H:1).

أكل:



$$n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)} \quad -2$$

$$2C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$2 \times 0.05 \times 20 = C_2 \times 10 \Rightarrow C_2 = \frac{0.1 \times 20}{10} = 0.2 mol.l^{-1}$$

$$PH=7 \quad -3$$

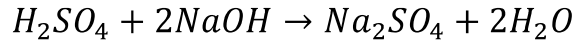
- 4- أفضل مشعر مناسب هو: أزرق بروم التيمول
- 5- نحسب عدد مولات حمض الكبريت وبعده نحسب عدد مولات الملح الناتج كبريتات الصوديوم وبعدها نحسب

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



$$\begin{array}{ccc} 1 & & 1 \\ 10^{-3} & & n' \end{array}$$

$$n' = \frac{10^{-3}}{1} = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{10^{-3}}{3 \times 10^{-2}} = \frac{10^{-1}}{3} = \frac{1}{30} = \overrightarrow{0.033} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$V=20+10=30\text{ml}$$

$$=3 \times 10^{-2} \text{ l}$$

المسألة 7: تُذاب عيّنة غير نقيّة كتلتها 3.30 g من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء ، ويكمل الحجم إلى 200mL ، فإذا علمت أنّه يلزم لتعديل 25mL منه 30mL من حمض كلور الماء تركيزه 0.1 mol.l^{-1} و 20mL من حمض الكبريت تركيزه 0.05 mol.L^{-1} ، والمطلوب :

- 1- احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم.
- 2- احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقيّة في هذه العيّنة.
- 3- احسب النسب المئوية للشوائب في هذه العيّنة. (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- كتلت هيدروكسيد البوتاسيوم النقيّة في هذه العيّنة.

$$m = C.V.M = 0.2 \times 200 \times 10^{-3} \times 56 = 2.24 \text{ g}$$

نأخذ الحجم
الأساسي

$$M_{KOH} = 39 + 16 + 1$$

$$= 56 \text{ g.mol}^{-1}$$

تم التحميل من موقع علوم للجميع

3- النسبة المئوية : $m = 3.3 - 2.24 = 1.06 \text{ g}$ كتلة الشوائب

كل 3.3g من العينة تحوي 1.06g شوائب

كل 100g من العينة تحوي y

$$y = \frac{100 \times 1.06}{3.3} = 32.12\%$$

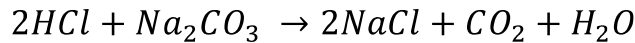
المسألة 8: أذيت عيّنت مقدارها 1.75 g من كربونات الصوديوم و كلوريد الصوديوم في الماء وأكمل الحجم إلى 100 mL ؛ إذا علمت أنه يلزم معايرة المحلول السابق 50 mL من محلول حمض كلور الماء تركيزه 0.4 mol.L^{-1} المطلوب:

يحوّل إلى لتر
0.1 L

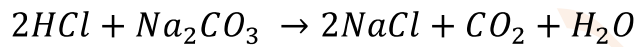
- 1- اكتب المعادلت المعايرة عن تفاعل المعايرة أكامل.
- 2- احسب تركيز كربونات الصوديوم في المحلول السابق.
- 3- احسب النسبة المئوية لكل من الملعين في العيّنة. (Na:23, C:12, O:16, Cl:35.5, H:1)

أكل: ملاحظة إذا وجد أيون مشترك بين الملح والحمض لا يحدث تفاعل

1- كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض كلور الماء: لا يحدث تفاعل $HCl + NaCl \rightarrow$



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 g

3- النسبة المئوية لملاح كربونات الصوديوم: كل 1.75 g من العينة تحتوي 1.06 g من الكربونات الصوديوم

y

كل 100g

$$y = \frac{100 \times 1.06}{1.75} = 60.5\%$$

النسبة المئوية لملاح كلوريد الصوديوم: $y' = 100 - 60.5 = 39.5\%$

تفكير ناقد:

تستخدم المشعرات في المعايرة من اجل تحديد نقطت 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 احمضي ولون أيوناته في الوسط الأساسي.

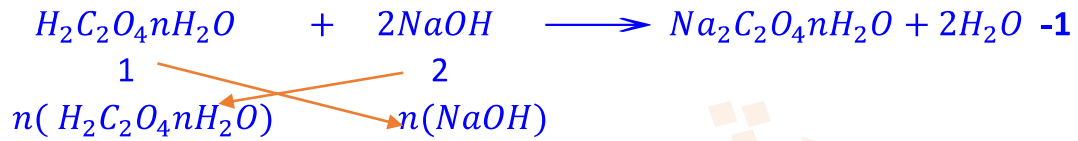
المسألة 9: تُذاب كمية مقدارها 0.1386 g من حمض الأوكزاليك المائي صيغته $H_2C_2O_4 \cdot nH_2O$ بحجم مناسب من الماء المقطر . فإذا علمت أنه يلزم لإتمام معايرة المحلول السابق 22 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز 0.1 mol.L^{-1}

المطلوب: (Na:23, C:12, O:16, H:1)

1- اكتب معادلة التفاعل أكامل

2- احسب عدد جزيئات الماء في صيغة أحمض السابق.

أكل: فكرة أكل نحسب الكتل المولية للحمض من المعادلة وبعدها نحسب n بالمساواة



$$2 n(H_2C_2O_4 \cdot nH_2O) = n(NaOH) \quad -2$$

$$2 \times \frac{m}{M} = C \cdot V$$

$$2 \times \frac{0.1386}{M} = 0.1 \times 22 \times 10^{-3} \Rightarrow M = \frac{0.2772}{22 \times 10^{-4}} = 126 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{(H_2C_2O_4 \cdot nH_2O)} = 126$$

$$2 + 24 + 64 + 18n = 126 \Rightarrow 18n = 126 - 90 = 36$$

$$n = \frac{36}{18} = 2$$

اختبر نفسي:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- المشعر الذي يحدّد بدقة أكبر، نقطة نهاية معايرة أساس قوي بحمض ضعيف هو:

(a) أزرق بروم التيمول (b) فينول فتالئين (c) أحمر الميتيل (d) الهليانئين

2- عند معايرة حمض 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 mL من حمض الكبريت تركيزه 0.05 mol.L^{-1} إلى 15 mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم

تركيزه 0.1 mol.L^{-1} فإن:



ثانياً: اعط 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) بجوي 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 ان $pH=3$ للمشروب الغازي فإن تركيز أيون الهيدروكسيد فيه:

11 (a)	10^{-3} (b)	10^{-11} (c)	10^{+3} (d)
--------	---------------	----------------	---------------

- 2- بالاعتماد على ثوابت تأين الحموض الآتية:

$$K_{a(HF)} = 7.2 \times 10^{-4}, K_{a(HNO_2)} = 4.5 \times 10^{-4}, K_{a(HCN)} = 5 \times 10^{-10}$$

$CN^- < F^- < NO_2^-$ (a)	$CN^- < NO_2^- < F^-$ (b)
$NO_2^- < CN^- < F^-$ (c)	$F^- < NO_2^- < CN^-$ (d)

- 3- الملعق الذائب الذي قيمته $pH < 7$ لمحلوله المائي من بين الأملاح الآتية المتساوية التركيز هو:

KCl (a)	KCN (b)	NH_4NH_3 (c)	Na_2SO_4 (d)
-----------	-----------	----------------	----------------

- 4- الملعق الذائب الذي لا يتحلل في الماء من بين الأملاح الآتية هو:

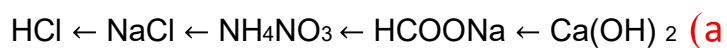
NH_4Cl (a)	$NaNO_3$ (b)	$HCOONH_4$ (c)	KCN (d)
--------------	--------------	----------------	-----------

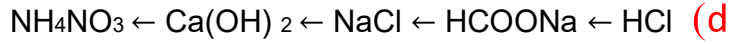
- 5- محلول مائي ملح $CaCl_2$ له $pH = 7$ ، يمدد بالماء المظفر مثلاً مرة، فإن قيمة pH للمحلول الناتج تساوي:

$pH' = 5$ (a)	$pH' = 0.7$ (b)	$pH' = 9$ (c)	$pH' = 7$ (d)
---------------	-----------------	---------------	---------------

- 6- لديك المحاليل المائية المتساوية في التركيز الآتية $Ca(OH)_2$, NH_4NO_3 , $HCOONa$, HCl , $NaCl$:

الترتيب الصحيح لها وفق تزايد قيمته الـ pH لكل منها هو: <https://www>





7- الأيون كيميائي الذي لا يتعلمه من الأيونات الآتية هو:

NH_4^+ (d)	CN^- (c)	SO_4^{2-} (b)	CH_3COO^- (a)
---------------------	-------------------	------------------------	-------------------------------

8- المشعر الذي يدرّ بدقت نقطت نهايت معايرة حمض أكل بهدروكسيد البوتاسيوم هو.

أزرق بروم التيمول (a)	أحمر الميتيل (c)	فينول فتالين (b)	الهليانثين (d)
-----------------------	------------------	------------------	----------------

9- المحلول المنظم للحموضة من المحاليل الآتية هو:

$\text{NaOH}, \text{NaNO}_3$ (d)	$\text{NH}_4\text{OH}, \text{NaCl}$ (c)	HCl, KCl (b)	$\text{HCOOH}, \text{HCOOK}$ (a)
----------------------------------	---	------------------------------	----------------------------------

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- محلول مائي مشبع ملح Ag_3PO_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 Ag_3PO_4 في محلوله المشبع بإضافة حمض كلور الماء إليه

الحل:



$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}] \quad (\text{b})$$

(c) نضيف كمية مناسبة من محلول نترات الفضة فيرداد تركيز أيونات الفضة ويصبح $Q > K_{sp}$ ترسب كمية من

هذا الملح

(d) تتحد أيونات الهدرونيوم 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 قيمة pH للأحماض NaCl و Na_2CO_3 و

NH_4Cl المتساوية التراكيز، التي تظهر في الصور الآتية، فسّر ذلك بكتابة المعادلات الكيميائية للرمّة.



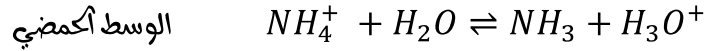
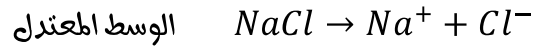
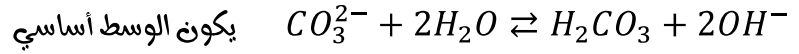
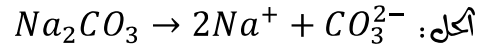
NH_4Cl



NaCl



Na_2CO_3



3- عند معايرة حجمين متساويين من محلولي حمضين A, B كلٌّ منهما على حدة، بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 mol.L^{-1} فحصلنا على المنحنيين البيانيين كما في الشكل المجاور، المطلوب:

(a) أيّ من المحلولين المستعملين A, B أكثر تركيزاً؟ فسّر إجابتك.

(b) حدّد نقطت نهايت المعايرة لكلّ منهما على

الشكل.

أكل:

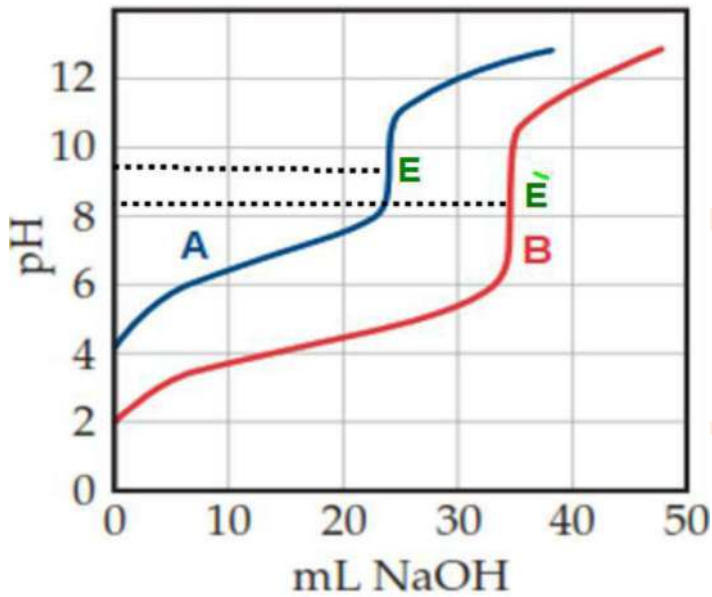
(a) B هو الأكثر تركيز لأنه يستهلك حجم أكبر

من هيدروكسيد الصوديوم

(b) حدد نقطت نهايت المعايرة لكل منهما على

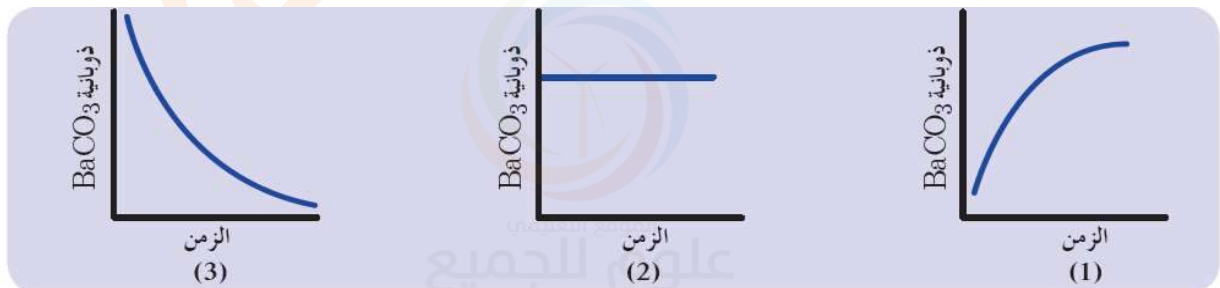
الشكل (نأخذ منتصف القطعت المستقيمة

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