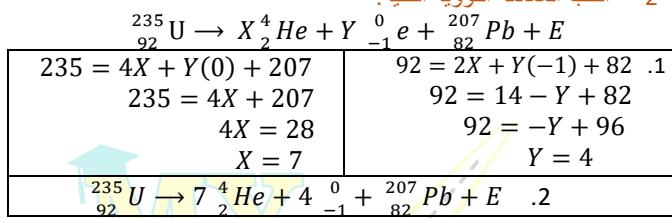


نفوذيتها أكبر من نفوذيتها جسيمات بيتا	نفوذيتها أكبر من نفوذيتها جسيمات ألفا	نفوذيتها ضعيفة	النفوذية
تساوي سرعة الضوء C	$0.9C$	$0.05C$	السرعة بالنسبة لسرعة الضوء
لا تتأثر (علل)	تحرف نحو اليمين الموجب لمكافحة مشحنة	تحرف نحو اليمين السالب لمكافحة مشحونة	التأثير بالحقن الكهربائي
لا تتأثر (علل)	تحرف بتأثير قوة لورنر بجهة معاكسة لجهة انحراف جسيمات ألفا	تحرف بتأثير قوة لورنر	التأثير بالحقن المغناطيسي

سلسل النشاط الإشعاعي:

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

- احسب عدد التحولات من النطاف ألفا، وعدد التحولات من النمط بيتا التي يقوم بها اليورانيوم حتى يستقر.
- اكتب المعادلة النووية الكلية.



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

طاقة الارتباط:

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

الحل:

$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{\Delta E}{C^2} \Rightarrow \Delta m = \frac{38 \times 10^{+27} \times 180}{9 \times 10^{16}}$$

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

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

عمر النصف للمادة المشعة:

يحسب عمر النصف للمادة المشعة من العلاقة $t = \frac{t_1}{2}$ حيث:

▪ t : الزمن الكافي.

▪ n : عدد مرات التكرار.

- يتعلّق عمر النصف بنوع المادة المشعة (آخر)

- إذا علمت أن عمر النصف لعنصر مشع 3years احسب الزمن اللازم

كي يصبح النشاط الإشعاعي $\frac{1}{8}$ ما كان عليه.

$$t = t_{1/2} \times n$$

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

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

$$t = t_{1/2} \times n$$

$$16 \times 10^5 \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} 8 \times 10^5 \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} 4 \times 10^5 \xrightarrow{\frac{t_1}{2}} 2 \times 10^5$$

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

الكيمياء النووية	
$\left(\frac{N}{Z}\right) \frac{N}{P} = 1 \Rightarrow$ الاستقرار النووي: النواة مستقرة	$N = P$
$P > n$ $^1_1\text{P} \rightarrow ^1_0\text{n} + ^0_{+1}\text{e} + ^0_{-1}\beta$ يتحول البروتون إلى نيوترون بإطلاق بوزيترون ويكون للألوية التي تكون فوق حزام الاستقرار	$N > P$ $^1_0\text{n} \rightarrow ^1_1\text{H} + ^0_{-1}\text{e}$ النيوترون يتحول إلى بروتون بإطلاق جسيمات بيتا و يكون للألوية التي تكون فوق حزام الاستقرار

رموز بعض الجسيمات النووية:

رمزه	الجسيم
^1_0n	نيوترون
^1_1P أو $^0_{-1}\beta$	بروتون
$^0_{-1}\beta$ أو $^4_{-2}\text{He}$	جسيم بيتا
$^4_{-2}\text{He}$ أو $^4_{+2}\alpha$	جسيم ألفا
$^0_{+1}\text{e}$ أو $^0_{+1}\text{B}$	بوزيترون

أولاً: النشاط الإشعاعي الطبيعي (التحولات النووية الطبيعية)

- تحول من النوع بيتا: يحدث في النوى التي تقع فوق حزام الاستقرار يعبر عن هذا النوع من التحول بالمعادلة النووية العامة الآتية:

$$^A_Z\text{X} \rightarrow ^A_{Z+1}\text{Y} + ^0_{-1}\text{e} + \text{Energy}$$

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

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

- التحول من نوع بيتا.

- تحول من النوع بوزيترون: يحدث في النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار $^A_Z\text{X} \rightarrow ^A_{Z-1}\text{Y} + ^0_{+1}\text{e} + \text{Energy}$

تحول نواة الكربون المشع $^{11}_6\text{C}$ إلى نواة البور المستقر بطلاقها بوزيترون، اكتب المعادلة النووية المعبّرة عن هذا التحول:

$$^{11}_6\text{C} \rightarrow ^{11}_6\text{B} + ^0_{+1}\text{e} + \text{Energy}$$

تطبيق (3):

تحوّل نواة الروبيديوم $^{81}_{36}\text{Rb}$ إلى نواة الكربون $^{81}_{36}\text{Kr}$ عندما تأسّر أحد إلكترونات السحابة الإلكترونية المحيطة بها، اكتب المعادلة النووية المعبّرة عن التحول:

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

- التحول من النوع ألفا: يمكن أن يحدث في النوى التي يزيد عددها الذري عن 83 عن التحول من النوع ألفا: يمكن أن يحدث في النوى التي يزيد عددها الذري

تحوّل نواة الراديوم $^{226}_{88}\text{Ra}$ إلى نواة الراديون $^{222}_{88}\text{Rn}$ بإطلاق جسيم ألفا،

اكتب المعادلة النووية المعبّرة عن التحول:

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

خاصيات جسيمات ألفا و جسيمات بيتا و أشعة غاما

أشعة غاما (γ)	جسيمات بيتا (β)	جسيمات ألفا (α)	جسيمات بيتا (β)
أمواج كهرطيسية طاقتها عالية جداً	إلكترونات عالية السرعة	نطاقها عالية جداً	الطيبيعة
لا تحمل شحنة كهربائية	تحمل شحنة سالبة	تحمل شحنتين موجبتين	الشحنة
ليس لها كتلة سكونية	كتانها تساوي كتلة الإلكترون	كتانها أربعة أضعاف كتلة الهيدروجين العادي	الكتلة
أقل قدرة على تأمين الغازات من جسيمات بيتا	أقل قدرة على تأمين الغازات من جسيمات ألفا	تأمين الغازات التي تمر من خلالها	تأمين الغاز

الغازات

العلاقة بين حجم الغاز وضغطه "قانون بويل":

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

$$\text{الحل: } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

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

العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة "قانون شارل":

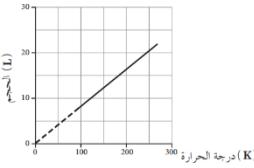
أجريت تجربة مخبرية على عينة غازية، لإيجاد العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ضغط ثابت وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

$V/T(L \cdot K^{-1})$	درجة الحرارة (K)	الحجم (l)
0.081	270	22
0.081	259	21
0.081	220	18
0.081	111	9

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

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

الحل:



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

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

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

الحل:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times T_2}{T_1} \Rightarrow V_2 = \frac{3 \times 10^{-1} \times 550}{330} = V_2 = 5 \times 10^{-1} L$$

العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة الحرارة "قانون غاي لوساك":

- عليه معدنية تحوي غاز البوتان ضغطه $360kpa$ عند درجة $27^\circ C$ ، احسب قيمة الضغط الجديد للغاز في العلبة إذا تركت في سيارة وارتفعت درجة حرارتها إلى $47^\circ C$ في يوم حار (بإهمال تعدد العلبة)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \times T_2}{T_1} = \frac{360 \times 320}{300} = P_2 = 384 kpa$$

العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه "قانون أفو غادرو":

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

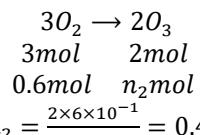
$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \dots \dots \text{const}$$

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

- 1- عدد مولات غاز الأوزون الناتج.

- 2- حجم غاز الأوزون الناتج.

الحل:



$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times n_2}{n_1} = \frac{12 \times 4 \times 10^{-1}}{6 \times 10^{-1}} \Rightarrow V_2 = 8L$$

- عينة من غاز التتروجين عدد جزيئاتها 3.011×10^{23} وعدد أفو غادرو 6.022×10^{23} ، احسب عدد مولاتها.

$$n = \frac{3.011 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}} = 0.5mol$$

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

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

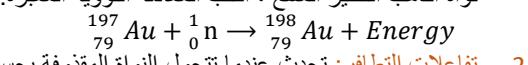
$$\begin{array}{ccccccc} \frac{t_1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{t_1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{t_1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{t_1}{2} \\ 1 & \xrightarrow{2} & 1 & \xrightarrow{4} & 1 & \xrightarrow{8} & 1 \end{array}$$

ثانياً: النشاط الإشعاعي الصناعي:

التفاعلات النووية:

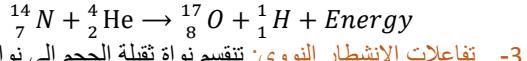
- 1- تفاعلات الانفاث: تحدث عندما تانقطع النواة الفضففة التي قذفت بها دون أن تتفتت.

- عند قذف نواة الذهب النظير غير المشع ^{197}Au بنيوترون تحول إلى نواة الذهب المشع، اكتب المعادلة النووية المعتبرة:



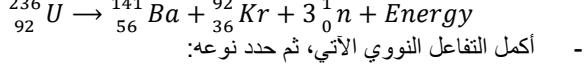
- تفاعلات التطاير: تحدث عندما تحول النواة المقدوفة بجسيم إلى عنصر جديد مطلقة جسيم آخر.

- عند قذف نواة التتروجين $^{14}_7N$ بجسيم الـalpha تتحول إلى نواة الاوكسجين مطلقة بروتون، اكتب المعادلة النووية المعتبرة:

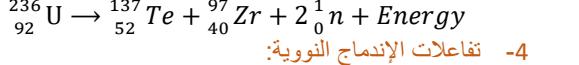


- 3- تفاعلات الانشطار النووي: تتفتت نواة الحجم إلى نوتين أخف.

- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:



- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:



- 4- تفاعلات الاندماج النووي:

- تندمج نوatan خفيقان أو أكثر لتشكل نواة أهلق (تحت الشمس)

- تندمج نوatan نظيري الـhelium ونيوترون، اكتب المعادلة المعتبرة عن هذا التفاعل:



- أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:



❖ اعطي تفسيراً علمياً لكل مما يأتى:

1. يعد النيوترون أفضل قذيفة.

ج: لأنه معتدل الشحنة فلا يحدث تدفق كهربائي بينه وبين النواة المقدوفة.

2. كتلتا النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرزة.

ج: بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة.

3. إطلاق النواة للبوزيترون.

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

4. يرافق تفاعل الاندماج النووي انطلاق طاقة هائلة.

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

5. إطلاق النواة للألكترونات المؤلفة لجسيمات بيتا:

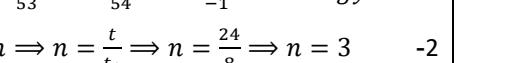
ج: بسبب تحول نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فينطلق جسيم بيتا خارج النواة.

❖ تحول نواة اليود المشع I^{131} إلى نواة الكريبيون Xe^{131} مطلقة جسيم بيتا، عند معالجة مرض سرطان الغدة الدرقية بجرعة منه، فإذا كان عمر

النصف لليود المشع المستخدم $8days$ ، المطلوب:

- اكتب المعادلة النووية المعتبرة عن التحول.

- 1- احسب النسبة المتباعدة من اليود المشع بعد $24 days$ ، ثم احسب النسبة المتفككة.

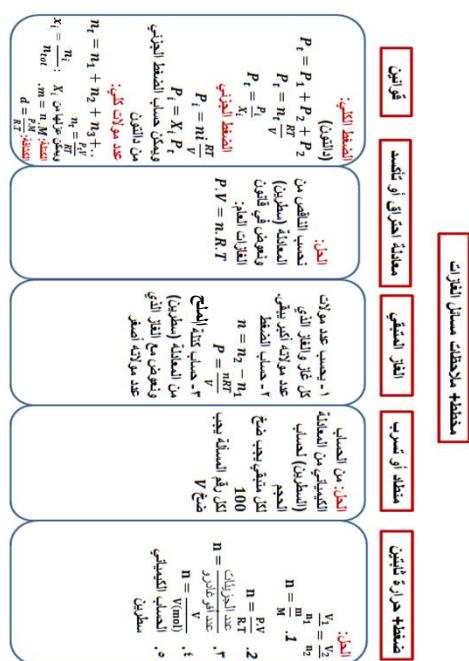


$$t = t_{1/2} \times n \Rightarrow n = \frac{t}{t_{1/2}} \Rightarrow n = \frac{24}{8} \Rightarrow n = 3 \quad -2$$

$$\begin{array}{ccccccc} \frac{t_1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{t_1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{t_1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{t_1}{2} \\ 1 & \xrightarrow{2} & 1 & \xrightarrow{4} & 1 & \xrightarrow{8} & 1 \end{array}$$

$$\text{النسبة المتباعدة: } \frac{7}{8} - \frac{1}{8} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$$

النظرية الحركية للغازات:



المسلة الأولى:

يبين الشكل المجاور حوجاتين متماثلتين متصلتان ببعضهما بضمام تحوى الحوجلة الأولى غاز النشادر (NH_3) كتلته $8.5g$ بينما تحوى الحوجلة الثانية غاز كلور الهيدروجين (HCl) كتلته $7.3g$ فإذا علمت ان حجم كل حوجلة $2L$ ودرجة حرارتها $27^\circ C$ وعند فتح الصمام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلور الهيدروجين وينتج ملح كلوريد الأمونيوم الصلب والمطلوب:

1- اكتب المعادلة المعتبرة عن التفاعل الحاصل.

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

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

4- احسب كتلة ملح كلوريد الأمونيوم الناتج.
علمًا أن: $(R: 0.082 \text{ Cl: } 35.5 \text{ H: } 1 \text{ N: } 14)$



$$n_{(NH_3)} = \frac{m}{M} = \frac{85 \times 10^{-3}}{17} = 0.5 \text{ mol} \quad .2$$

$$n_{(HCl)} = \frac{m}{M} = \frac{73 \times 10^{-3}}{36.5 \times 10^{-3}} = 0.2 \text{ mol} \quad .3$$

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

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

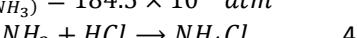
$$n_{(NH_3)} = 0.5 - 0.2 = 0.3 \text{ mol} \quad .4$$

$$P_{(NH_3)} \cdot V = n_{(NH_3)} RT$$

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

$$P_{(NH_3)} = \frac{3 \times 10^{-1} \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{4} \quad .4$$

$$P_{(NH_3)} = 184.5 \times 10^{-2} \text{ atm} \quad .4$$



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

$$0.2 \text{ mol} \quad Y$$

$$Y = \frac{53.5 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-1}}{1} \quad .4$$

$$Y = 10.7 \text{ g} \quad .4$$

كثافة الغاز:

- يرتفع المنطاد في الجو عند تسخين الهواء داخله، استنتاج القانون الذي يعمل بموجبه المنطاد، وأفسر ذلك!

الحل: قانون الغازات العام:

$$PV = nRT$$

$$\frac{n}{V} = \frac{P}{RT}$$

$$\frac{m}{MV} = \frac{P}{RT}$$

$$\frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$$

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

تُعطى كثافة الغاز بالعلاقة:

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

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

- غاز كثافته $l^{-1} 10g$ عند درجة الحرارة $47^\circ C$ والضغط 8.2 atm احسب الكتلة المولية لهذا الغاز.

علمًا أن: $(R = 0.082 \text{ atm.l.mol}^{-1}.K^{-1})$

$$d = \frac{PM}{RT} \Rightarrow M = \frac{d.R.T}{P} \Rightarrow M = \frac{10 \times 82 \times 10^{-3} \times 320}{82010^{-1}} \Rightarrow M = 32 \text{ g.mol}^{-1}$$

قانون دالتون للضغط الجزئي:

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

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

طبق قانون دالتون:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3$$

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

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

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

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

علاقة الضغط الجزئي بالكسر المولية

استنتاج عبارة الضغط الكلي لمزيج غازي بدلالة الكسر المولى.

الحل: الضغط الجزئي لغاز $\frac{RT}{V} = n_1 P_1$ و الضغط الكلي للمزيج الغازي

$P_t = n_t \frac{RT}{V}$ انساب الضغط الجزئي إلى الضغط الكلي:

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

تدعى النسبة $P_i = n_i/n_t$ بالكسر المولى لغاز.

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

قانون غراهام في الانتشار و التسرب حيث: تزداد سرعة انتشار غاز كلما نقصت كتلته المولية وفق قانون غراهام.

- عند رش كمية صغيرة من العطر في غرفة، الاحظ انتشار الرائحة في

كامل أرجاء الغرفة؛ على!

ج: بسبب الحركة العشوائية لجزيئاتها لتملا الحيز الذي توجد فيه بشكل متجلان.

- لديك العينات الغازية الآتية الموجودة عند الضغط نفسه ودرجة الحرارة ذاتها $(H_2 - O_2 - CH_4 - SO_2)$

- رتب هذه العينات حسب تزايد سرعة انتشارها معلمًا إجابتك، علمًا

أن $(H: 1 - C: 12 - O: 16 - S: 32)$

الحل:

$$M(SO_2) = 64 \text{ g.mol}^{-1} - M(CH_4) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$MH_2 = 2 \text{ g.mol}^{-1} - M(O_2) = 32 \text{ g.mol}^{-1}$$

تزايد سرعة انتشار غاز كلما نقصت كتلته المولية وفق قانون غراهام

$$SO_2 \rightarrow O_2 \rightarrow CH_4 \rightarrow H_2 \leftarrow$$

- احسب نسبة سرعة انتشار غاز الهيدروجين إلى سرعة انتشار غاز

$$(O: 16/H: 1)$$

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

الحل:

$$\begin{aligned}
 n_{\text{أرغون}} &= 19 \times n_{\text{بوتان}} \\
 n_{\text{أرغون}} &= 19 \times 0.5 \\
 n_{\text{أرغون}} &= 9.5 \text{ mol} \\
 n_{\text{أرغون}} &= n_{\text{أرغون}} \times M \\
 n_{\text{أرغون}} &= 9.5 \times 40 \\
 n_{\text{أرغون}} &= 380 \text{ g}
 \end{aligned}$$

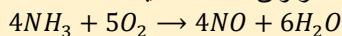
$$\begin{aligned}
 P_t &= n_t \frac{RT}{V} \quad -2 \\
 P_t &= \frac{(0.5+9.5) \times 82 \times 10^{-3} \times 400}{164 \times 10^{-1}} \\
 P_t &= 20 \text{ atm}
 \end{aligned}$$

سرعة التفاعل الكيميائي

السرعة الوسطية للتفاعل:

المسألة الأولى:

يحتراق غاز النشادر وفق المعادلة الآتية:

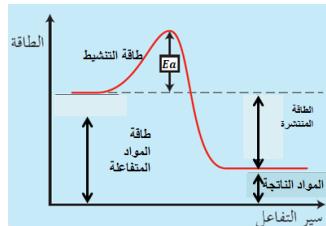


- اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك الأوكسجين وعبارة السرعة الوسطية لتشكل NO .
- اكتب عبارة السرعة الوسطية للتفاعل.
- اكتب عبارة السرعة الوسطية التي تربط استهلاك الأوكسجين مع تكون بخار الماء.
- إذا كانت السرعة الوسطية لتشكل بخار الماء والسرعة الوسطية للتفاعل.

الحل:

$$\begin{aligned}
 v_{\text{avg}(\text{O}_2)} &= -\frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} \setminus v_{\text{avg}}(\text{NO}) = +\frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t} \quad -1 \\
 v_{\text{avg}} = \frac{1}{4} \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t} &= -\frac{1}{5} \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{4} \frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t} = +\frac{1}{6} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t} \quad -2 \\
 v_{\text{avg}}(\text{O}_2) &= \frac{5}{6} \times v_{\text{avg}}(\text{H}_2\text{O}) \quad -3 \\
 v_{\text{avg}}(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{6}{4} \times v_{\text{avg}}(\text{NH}_3) \quad -4 \\
 v_{\text{avg}}(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{6}{4} \times 24 \times 10^{-2} \\
 v_{\text{avg}}(\text{H}_2\text{O}) &= 36 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}.S^{-1} \\
 v_{\text{avg}} &= \frac{1}{4} \times v_{\text{avg}}(\text{NH}_3) \\
 v_{\text{avg}} &= \frac{1}{4} \times 24 \times 10^{-2} \\
 v_{\text{avg}} &= 6 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}.s^{-1}
 \end{aligned}$$

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



فسر ما يلي:

- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط منخفضة تكون سريعة؟
ج: لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون كبيراً.
- التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط كبيرة تكون بطيئة؟
ج: لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون صغيراً.

العامل المؤثر في سرعة التفاعل:

- طبيعة المواد المتفاعلة:

فسر: سرعة احتراق غاز البوتان C_4H_{10} أكبر من سرعة احتراق غاز الاوكتان $(\text{C}_8\text{H}_{18})$

ج: لأن عدد الروابط $\text{C}-\text{H}$ في غاز البوتان أقل منها في غاز الاوكتان.

- درجة الحرارة:

فسر: تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة درجة الحرارة. بسبب ارتفاع عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة حرارية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط فيزيادة عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل.

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

الحل:

$$\begin{aligned}
 P_t &= n_t \frac{RT}{V} \\
 n_t &= \frac{P_t V}{RT} \\
 n_t &= \frac{11 \times 10^{-1} \times 246 \times 10^{-1} \times 10^{+3}}{82 \times 10^{-3} \times 300} \\
 n_t &= 1100 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{(\text{CH}_4)} &= \frac{m}{M} \\
 n_{(\text{CH}_4)} &= \frac{32 \times 10^{-1} \times 10^{+3}}{16} \\
 n_{(\text{CH}_4)} &= 200 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

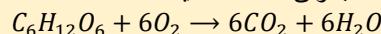
$$\begin{aligned}
 n_{(\text{C}_2\text{H}_6)} &= \frac{m}{M} \\
 n_{(\text{C}_2\text{H}_6)} &= \frac{88 \times 10^{-1} \times 10^{+3}}{30} \\
 n_{(\text{C}_2\text{H}_6)} &= 600 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{(\text{C}_3\text{H}_8)} &= \frac{m}{M} \\
 n_{(\text{C}_3\text{H}_8)} &= \frac{44 \times 10^{-1} \times 10^{+3}}{44} \\
 n_{(\text{C}_3\text{H}_8)} &= 200 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_t &= n_{(\text{CH}_4)} + n_{(\text{C}_2\text{H}_6)} + n_{(\text{C}_3\text{H}_8)} + n_x \\
 n_t &= 1100 \\
 1100 &= 200 + 600 + 200 + n_x \\
 n_x &= 100 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

المسألة الثالثة:

يتأكسد سكر العنب وفق المعادلة الآتية:



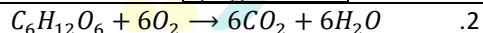
والمطلوب:

- احسب حجم غاز CO_2 نتيجة تأكسد 0.9g من سكر العنب عند درجة الحرارة 37°C والضغط 0.93atm
- ضغط غاز الأوكسجين اللازم لتأكسد 3g إذا كان حجمه 0.6L ودرجة الحرارة 300K علماً أن $R = 0.082$

الحل:

$$\begin{aligned}
 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 &\rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \quad .1 \\
 180\text{g} & \quad 6\text{mol} \\
 0.9\text{g} & \quad nmol \\
 n_{(\text{CO}_2)} &= \frac{6 \times 9 \times 10^{-1}}{180} = 0.03 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P \cdot V_{(\text{CO}_2)} &= n_{(\text{CO}_2)} RT \\
 V_{(\text{CO}_2)} &= \frac{n_{(\text{CO}_2)} RT}{P} \\
 V_{(\text{CO}_2)} &= \frac{3 \times 10^{-2} \times 82 \times 10^{-3} \times 310}{93 \times 10^{-2}} \\
 V_{(\text{CO}_2)} &= 0.82 \text{ L}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 180\text{g} & \quad 6\text{mol} \\
 3\text{g} & \quad nmol \\
 n_{(\text{O}_2)} &= 0.1 \text{ mol} \\
 P_{(\text{O}_2)} V &= n_{(\text{O}_2)} RT \\
 P_{(\text{O}_2)} &= \frac{n_{(\text{O}_2)} RT}{V} \\
 P_{(\text{O}_2)} &= \frac{10^{-1} \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{6 \times 10^{-1}} \\
 P_{(\text{O}_2)} &= 4.1 \text{ atm}
 \end{aligned}$$

المسألة الرابعة:

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

- كتلة غاز الأرغون في المزيج.
- الضغط الكلي للمزيج النهائي.

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

الحل:

$$\begin{aligned}
 P \cdot V &= nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} \quad -1 \\
 n &= \frac{1 \times 16.4 \times 10^{-1}}{82 \times 10^{-3} \times 400} \\
 n_{\text{بوتان}} &= 0.5 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{نسبة غاز البوتان لغاز الأرغون} &= \frac{1}{95} \quad - \\
 \text{مولات غاز الأرغون:} & \quad \text{بالناتي فإن عدد}
 \end{aligned}$$

$$K = \frac{v}{[NO]^2 \cdot [H_2]} \quad \text{نوع قيم التجربة الأول} \\ K = \frac{123 \times 10^{-5}}{10^{-2} \times 10^{-1}} \Rightarrow K = 123 \times 10^{-2} \\ v = K[NO]^2 \cdot [H_2] \quad -3 \\ v = 123 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \times 3 \times 10^{-1} \\ v = 369 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$$

مخطط حساب السرعة الابتدائية v_0

لإضافة حجم + عدد مولات
نحسب تركيز البدء من:
 $C = \frac{n}{V'}$
حيث: $(V_1 + V_2)$
ونعرض في عبارة
السرعة

2. مجز حجم + تركيز
نحسب تركيز البدء من:
بعد قليل $n' = n + C \cdot V'$
 $C' = \frac{C \cdot V'}{V'}$
ونعرض من عبارة
السرعة

1. مع تركيز البدء فوراً
نعرض في عبارة السرعة
- مع مولات البدء والحمد
نحسب تركيز البدء
 $C = \frac{n}{V}$
ونعرض في عبارة السرعة

المسألة الأولى :

وضع 8 mol من المادة A في وعاء مغلق سعته $10L$ فحدث التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية $(g) + C(g) \rightarrow 2B(g)$, والمطلوب:
1- كيف تتغير السرعة الابتدائية لهذا التفاعل إذا أصبح حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل نصف ما كان عليه بثبات درجة الحرارة.
2- بين بالحساب كيف تتغير السرعة الابتدائية إذا تضاعف الحجم.
3- بين بالحساب كيف تتغير السرعة الابتدائية إذا تضاعف الضغط.

الحل:

$$V' = \frac{V}{2} \Rightarrow C' = 2C \quad -1 \\ [A]' = 2[A] \\ v' = K[A]^2 \\ v' = K(2[A])^2 \\ v' = 4K[A]^2 \\ v' = 4v$$

تزداد أربع مرات.

$$v' = 2v \Rightarrow C' = \frac{C}{2} \quad -2 \\ [A]' = \frac{[A]}{2} \\ v' = K[A]^2 \\ v' = K\left(\frac{[A]}{2}\right)^2 \\ v' = \frac{K[A]^2}{4}$$

أي تنقص أربع مرات.

$$P' = 2P \Rightarrow V' = \frac{V}{2} \Rightarrow C' = 2C \quad -3$$

تابع الحل كما في الطلب الرابع.

المسألة الثانية:

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 الأولي الآتي: $3A_{(aq)} + B_{(aq)} \rightarrow 2C_{(aq)}$
1- احسب سرعة التفاعل الابتدائية بفرض أن $K = 0.1$
2- احسب سرعة التفاعل عندما يصبح تركيز المادة C مساوياً 0.2 mol.l^{-1}
3- احسب تركيز المواد $A \setminus B \setminus C$ عند توقف التفاعل.

الحل:

$$\text{بعد المزج } n' = n \quad -1 \\ C, V = C' \cdot V' \\ C' = \frac{CV}{V'} \\ [A]_0 = \frac{8 \times 10^{-1} \times 600}{800} \\ [A]_0 = 0.6 \text{ mol.l}^{-1} \\ [B]_0 = \frac{8 \times 10^{-1} \times 200}{800} \\ [B]_0 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1} \\ v_0 = K[A]_0^3 \cdot [B]_0 \\ v_0 = 10^{-1} \times (6 \times 10^{-1})^3 \times 2 \times 10^{-1}$$

3. الوسيط:
مسرع للتفاعل يدعى حفاز - ببطء للتفاعل يدعى مثبط
رس: تحفظ الأذندة المعلبة لفترة طويلة دون أن تفسد؟
نتيجة إضافة مواد حافظة إليها تبطئ سرعة تفاعل تحطيمها.

4. تأثير التركيز:
تفاعلات متجلسة: تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في طور واحد.

- تفاعل حمض الكربون المدح مع قطعة حديد اقترح طريقتين لزيادة سرعة هذا التفاعل؟

- زراعة تركيز حمض الكربون.
1- تحويل قطعة الحديد إلى مسحوق لزيادة سطح التماس بين المواد المتفاعلة.

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

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

أو: تصدأ برادة الحديد بسرعة أكبر من قطعة الحديد؟

الحل: يسبب زيادة مساحة سطح التماس بين المواد المتفاعلة.

1- تزداد سرعة التفاعل الكيميائي المتجلسة بازدياد تركيز المواد المتفاعلة.

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

السرعة الحotive للتفاعل:

▪ يحدث التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية:

$$mA_{(g)} + nB_{(g)} \rightarrow \text{نواتج} \quad -1$$

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل الحotive.

2- بماذا تتعلق قيمة ثابت السرعة.

الحل:

$$v = K[A]^m \cdot [B]^n \quad -1$$

2- طبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة

رتبة التفاعل:

▪ يتفاعل أكسيد النيتروجين مع الهيدروجين وفق المعادلة:

$$XNO_{(g)} + YH_2_{(g)} \rightarrow \text{نواتج} \quad -1$$

وسجلت على البيانات الآتية عند إجراء التجربة لعدة مرات:

رقم التجربة	$[H_2] \text{ mol.l}^{-1}$	$[NO] \text{ mol.l}^{-1}$	سرعة التفاعل $\text{mol.l}^{-1} \text{s}^{-1}$
1	0.1	0.1	1.23×10^{-3}
2	0.2	0.1	2.46×10^{-3}
3	0.1	0.2	4.92×10^{-3}

والمطلوب:

1- أوجد علاقة سرعة التفاعل وحدد رتبة التفاعل.

2- احسب قيمة ثابت السرعة.

3- احسب سرعة التفاعل عندما يكون:

$$[H_2] = 0.3 \text{ mol.l}^{-1} \quad [NO] = 0.1 \text{ mol.l}^{-1} \quad \text{الحل:}$$

عبارة سرعة التفاعل الحotive $v = k[NO]^x \cdot [H_2]^y$

▪ نعرض في نتائج التجربة الأولى:

$$v_1 = k(0.1)^x \cdot (0.1)^y = 123 \times 10^{-5} \quad -1$$

▪ نعرض في نتائج التجربة الثانية:

$$v_2 = k(0.1)^x \cdot (0.2)^y = 246 \times 10^{-5} \quad -2$$

▪ نعرض في نتائج التجربة الثالثة:

$$v_3 = k(0.2)^x \cdot (0.1)^y = 492 \times 10^{-5} \quad -3$$

نقسم $\frac{v_3}{v_1}$

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{k(0.2)^x \cdot (0.1)^y}{k(0.1)^x \cdot (0.1)^y} = \frac{492 \times 10^{-5}}{123 \times 10^{-5}} \Rightarrow (2)^x = 4 \Rightarrow (x = 2)$$

نقسم $\frac{v_2}{v_1}$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k(0.1)^x \cdot (0.2)^y}{k(0.1)^x \cdot (0.1)^y} = \frac{246 \times 10^{-5}}{123 \times 10^{-5}} \Rightarrow (2)^y = 2 \Rightarrow (y = 1)$$

تكون عبارة سرعة التفاعل:

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

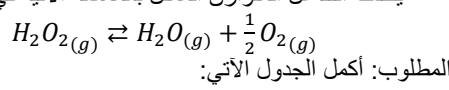
$x + y$

$2 + 1 = 3$

التفاعل من الرتبة الثالثة

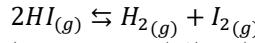
$$v = k[NO]^2 \cdot [H_2] \quad -2$$

نقصان الضغط: ينزاح التوازن في الاتجاه الذي عدد مولاته أكبر	زيادة الضغط: ينزاح التوازن في الاتجاه الذي عدد مولاته أقل	لا يؤثر زيادة أو إنفاص الضغط على حالة التوازن لأن عدد المولات متساوي على جانبي التفاعل
- يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:		



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

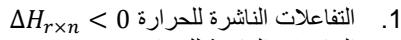
- في التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:



بين أثر الضغط الكلي على حالة التوازن، فسر إجابتك.

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

- 3- تأثير تغير درجة الحرارة:



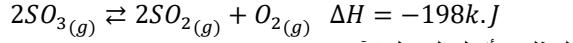
1. التفاعلات الناشطة للحرارة $\Delta H_{rxn} < 0$

2. التفاعلات الماصلة للحرارة $\Delta H_{rxn} > 0$

زيادة درجة الحرارة يرجع التفاعل بالاتجاه الماصل.

نقصان درجة الحرارة يرجع التفاعل بالاتجاه الناشط.

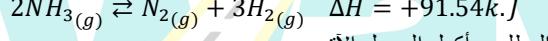
- يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:



المطلوب: أكمل الجدول الآتي:

قيمة ثابت التوازن	كميات المواد الناتجة	كمية المواد المتفاعلة	حالة التوازن	التغير على
نقل	نقل	تزداد	يرجع التفاعل العكسي	زيادة درجة الحرارة
تزداد	تزداد	نقل	يرجع التفاعل المباشر	خفض درجة الحرارة

- يحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:



المطلوب: أكمل الجدول الآتي:

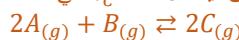
قيمة ثابت التوازن	كميات المواد الناتجة	كمية المواد المتفاعلة	حالة التوازن	التغير على
تزداد	تنقص	تزداد	يرجع التفاعل العكسي	رفع درجة الحرارة
تنقص	تنقص	تزداد	يرجع التفاعل العكسي	خفض درجة الحرارة

- 4- تأثير الحفاز على حالة التوازن:

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

حساب قيمة ثابت التوازن من خلال المعادلات:

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

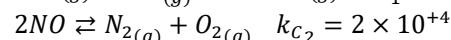
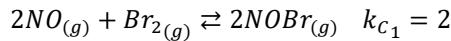


ف تكون قيمة k_c للتفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:

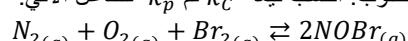


$$k'_c = \left(\frac{1}{k_c}\right)^2 = \left(\frac{1}{10}\right)^2 = 0.01$$

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



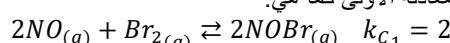
المطلوب: احسب قيمة k_p ثم k_c للتفاعل الآتي:



$$R = 0.082$$

الحل:

تبقى المعادلة الأولى كما هي:



اختر الإجابة الصحيحة:

في التفاعل المتوازن الآتي $A(g) + XB(g) \rightleftharpoons 3C(g)$ يكون RT عندما تكون قيمة x متساوية:

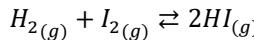
5 (d)	4 (c)	3 (b)	2 (a)
-------	-------	-------	-------

عند مزج حججين متساوين من غازى الهيدروجين وبخار اليود ذو اللون

البنفسجي في شروط مناسبة يلاحظ تضاؤل اللون البنفسجي ثم ثباته، اكتب

المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل مفسراً بقاء اللون البنفسجي ثم

اكتب عبارة كل من k_p , k_c للحل:



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

$$k_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}, \quad k_p = \frac{P^2(HI)}{P(H_2)P(I_2)}$$

حاصل التوازن:

تماثل عبارة حاصل التفاعل (Q) عبارة ثابت التوازن (k_c) حيث تؤخذ التراكيز في لحظة ما دون شرط الوصول لطة التوازن وتميز ثلاثة حالات:

- $k_c < Q \rightleftharpoons$ تراكيز المواد الناتجة أقل من تراكيزها في حالة

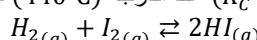
التوازن \rightleftharpoons يرجع التفاعل المباشر على التفاعل العكسي للوصول إلى حالة التوازن.

- $Q = k_c \rightleftharpoons$ التفاعل في حالة توازن

- $Q > k_c \rightleftharpoons$ تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيزها في حالة التوازن

\rightleftharpoons يرجع التفاعل العكسي على التفاعل المباشر للوصول إلى حالة التوازن.

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



المطلوب:

- 1- احسب حاصل التفاعل Q .

- 2- حدد التفاعل الراجح (المباشر / العكسي) مع التفسير

الحل:

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

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

$$[I_2] = \frac{2 \times 10^{-2}}{2} = 10^{-2} mol.l^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \times 10^{-3} mol.l^{-1}$$

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

- 2- التفاعل لم يصل إلى حالة التوازن لأن $(Q < k_c \neq 0)$ والتفاعل المباشر هو التفاعل الراجح لأن $(Q < k_c \neq 0)$

العامل المؤثر في حالة التوازن:

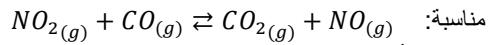
قاعدة لوشاتولبيه: إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة في جملة كيميائية متوازنة مثل درجة الحرارة أو التراكيز أو الضغط يختل التوازن فيرجح التفاعل في الاتجاه الذي يعاكس فيه هذا التغير.

مباشر \rightleftharpoons منفاعل \downarrow

\uparrow ناتج \rightleftharpoons منفاعل \uparrow

عكسي \rightleftharpoons منفاعل \downarrow

- 1- تأثير تغير التراكيز: يحدث التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية في شروط مناسبة:



المطلوب: أكمل الجدول الآتي:

الناتج على	الناتج	الناتج	الناتج	الناتج
زيادة كمية NO_2	تنقص	تنقص	تنقص	تنقص
زيادة كمية CO	تنقص	تنقص	تنقص	تنقص
زيادة كمية CO_2	تنقص	تنقص	تنقص	تنقص
زيادة كمية NO	تنقص	تنقص	تنقص	تنقص

- 2- تأثير تغير الضغط:

$\Delta n \neq 0$	$\Delta n = 0$
-------------------	----------------

المسألة الثانية:
مزج 2mol من مادة A مع 2mol من مادة B في وعاء سعته 10L فيحدث التفاعل المترافق وفق المعادلة: $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ فإذا علمت قيمة سرعة التفاعل المباشر $k_1 = 8.8 \times 10^{-2}$ وقيمة ثابت سرعة التفاعل العكسي $k_2 = 2.2 \times 10^{-2}$ والمطلوب حساب:
1- قيمة k_p ثم قيمة k_c .
2- تراكيز كل من المواد المتفاعلة و الناتجة عند بلوغ التوازن.

الحل:

$$\begin{aligned} k_c &= \frac{k_1}{k_2} & -1 \\ k_c &= \frac{8.8 \times 10^{-1} \times 10^{-2}}{2.2 \times 10^{-1} \times 10^{-2}} \\ k_c &= 4 \\ k_p &= k_c (RT)^{\Delta n} \\ \Delta n &= 2 - 2 = 0 \\ k_p &= k_c = 4 \\ C &= \frac{n}{V} & -2 \\ [A]_0 &= \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol. l}^{-1} \\ [B]_0 &= \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol. l}^{-1} \\ A + B &\rightleftharpoons 2C \\ 0.2 &\quad 0.2 \quad 0 \\ 0.2 - x &\quad 0.2 - x \quad + 2x \\ k_c &= \frac{[C]^2}{[A][B]} \\ 4 &= \frac{4x^2}{(0.2-x)^2} \\ 2 &= \frac{2x}{0.2-x} \\ 2x &= 2(0.2-x) \\ 2x &= 0.4 - 2x \\ 4x &= 0.4 \\ x &= 0.1 \text{ mol. l}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [A]_{eq} &= 0.2 - x \Rightarrow 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ mol. l}^{-1} \\ [B]_{eq} &= 0.2 - x \Rightarrow 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ mol. l}^{-1} \\ [C]_{eq} &= 2x = 0.2 \text{ mol. l}^{-1} \end{aligned}$$

المسألة الثالثة:

لديك التفاعل المترافق الآتي: $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ فإذا علمت أن تراكيز التوازن بواحدة mol. l^{-1} هي: $[NO_2]_{eq} = 0.06$ ، $[NO]_{eq} = 0.24$ ، $[O_2]_{eq} = 0.12$ ، المطلوب حساب:
1. قيمة k_c .
2. التركيز الابتدائي لغاز NO_2 .
3. النسبة المئوية المترافقكة من غاز NO_2 عند بلوغ التوازن.

الحل:

$$\begin{aligned} k_c &= \frac{[NO]^2 \cdot [O_2]}{[NO_2]^2} & -1 \\ k_c &= \frac{(24 \times 10^{-2})^2 \times 12 \times 10^{-2}}{(6 \times 10^{-2})^2} \\ k_c &= 192 \times 10^{-2} \\ 2NO_2 &\rightleftharpoons 2NO + O_2 & -2 \\ [NO_2]_0 &\quad 0 \quad 0 \\ 0.06 &\quad 2x \quad +x \\ [NO_2]_0 - 2x &\quad 0.24 \quad 0.12 \\ x &= 0.12 \text{ mol. l}^{-1} \\ [NO_2]_0 - 2x &= 0.06 \Rightarrow [NO_2]_0 = 0.06 + 0.24 = 0.3 \text{ mol. l}^{-1} \\ -3 &\quad \text{كل } 0.3 \text{ ينفك منه } 0.24 \\ &\quad \text{كل } 100 \text{ ينفك منه } y \\ y &= \frac{24 \times 10^{-2} \times 100}{3 \times 10^{-1}} \\ y &= 80\% \end{aligned}$$

نعكس المعادلة الثانية:

$$\begin{aligned} N_{2(g)} + O_{2(g)} &\rightleftharpoons 2NO_{(g)} \quad k_c' = \frac{1}{2 \times 10^{+4}} \\ N_{2(g)} + O_{2g} + Br_{2(g)} &\rightleftharpoons 2NOBr_{(g)} \quad \text{جمع المعادلتين:} \\ k_c = k_{c1} \times k_{c2}' &\Rightarrow k_c = 2 \times \frac{1}{2 \times 10^{+4}} \Rightarrow k_c = 10^{-4} \\ k_p &= k_c (RT)^{\Delta n} \\ \Delta n &= 2 - 3 = -1 \\ k_p = \frac{k_c}{R \cdot T} &\Rightarrow k_p = \frac{10^{-4}}{82 \times 10^{-3} \times 300} \Rightarrow k_p = \frac{1}{246} \Rightarrow \\ k_p &= \frac{1}{246000} \end{aligned}$$

مخطط حساب K_c				
(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
غير الحالات السابقة نحسب تراكيز التوازن من السطرين ثم نعرض في عبارة k_c وضع مزج تفاعل (حالة ابتدائية) إذا معنا قيمة x وتحتاجنا قيمة x ونعرض في عبارة k_c إذا معن معن خطط استنتج منه قيمة x	ترتيب معادلات معي $k_{c1} \text{ و } k_{c2}$ ترتيب المعادلات: $k_c = k_{c1} \times k_{c2}$	معي مولات نحسب من $K_c = \frac{k_1}{k_2}$ $C = \frac{n}{V}$ ونعرض في عبارة ثابت التوازن	معي مولات التوازن و الحجم نحسب تراكيز التوازن $C = \frac{n}{V}$ ونعرض في عبارة ثابت التوازن	معي تراكيز التوازن نعرض فوراً في عبارة K_c

المسألة الأولى:

يحدث التفاعل المترافق بالمعادلة $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ في وعاء حجمه 10l عند بلوغ التوازن كان عدد مولات الهيدروجين 7.2 mol وعدد مولات اليد 2.4mol وعدد مولات بود الهيدروجين 0.4mol والمطلوب حساب:
1. قيمة k_c ثم قيمة K_p .
2. التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة.
3. اقترح طرفيتين تزيد من كمية HI .
الحل:

$$\begin{aligned} C &= \frac{n}{V} & .1 \\ [H_2]_{eq} &= \frac{72 \times 10^{-1}}{10} = 0.72 \text{ mol. l}^{-1} \\ [I_2]_{eq} &= \frac{24 \times 10^{-1}}{10} = 0.24 \text{ mol. l}^{-1} \\ [HI]_{eq} &= \frac{4 \times 10^{-1}}{10} = 0.04 \text{ mol. l}^{-1} \\ k_c &= \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(4 \times 10^{-2})^2}{72 \times 10^{-2} \times 24 \times 10^{-2}} = \frac{1}{108} \\ k_p &= k_c (RT)^{\Delta n} \\ \Delta n &= 2 - 2 = 0 \\ k_p &= k_c \Rightarrow k_p = \frac{1}{108} \end{aligned}$$

.2

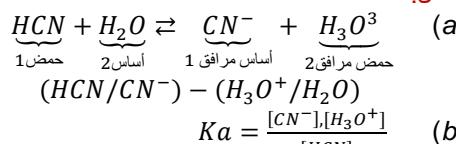
$$\begin{aligned} H_2 &+ I_2 \rightleftharpoons 2HI \\ [H_2]_0 &\quad [I_2]_0 \quad 0 \\ \text{بعد} &\quad \text{بعد} \\ [H_2]_0 - x &\quad [I_2]_0 - x \quad + 2x \\ = 0.72 &\quad = 0.24 \quad = 0.04 \\ [HI]_{eq} &= 2x \\ 0.04 &= 2x \\ x &= 0.02 \text{ mol. l}^{-1} \\ [H_2]_0 - x &= 0.72 \\ [H_2]_0 &= 0.72 + 0.02 \\ [H_2]_0 &= 0.74 \text{ mol. l}^{-1} \\ [I_2]_0 - x &= 0.24 \\ [I_2]_0 &= 0.24 + 0.02 \\ [I_2]_0 &= 0.26 \text{ mol. l}^{-1} \end{aligned}$$

.3

$$\text{زيادة تراكيز } H_2 / \text{زيادة تراكيز } I_2 / \text{سحب } HI \text{ من الوسط.}$$

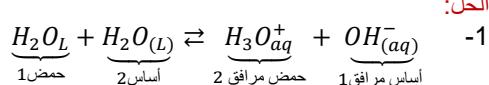


- أي أساس يحوي OH^- لا تكتب في معادلة التأين الماء.
- تطبيق: محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين، المطلوب:
(a) اكتب معادلة تأين هذا الحمض وحدد عليها الأزواج المترافقه
أساس/حمض حسب نظرية برونشتاد - لوري
(b) اكتب علاقة ثابت تأين هذا الحمض K_a بدلالة التراكيز
(يمكن أن يغير الحمض) /نفس التطبيق/



التأين الذاتي للماء و ثابت تأينه:

- يعد الماء ناقلاً رديناً للتيار الكهربائي لاحتوائه على أيونات قليلة،
المطلوب:
-1 اكتب معادلة التأين الذاتي للماء وحدد الأزواج المترافقه أساس / حمض
حسب نظرية برونشتاد - لوري.
-2 اكتب عبارة ثابت التوازن (ثابت تأين الماء)
فسر بعد الماء مركب مذبذب



- $$④ K_w = [H_3O^+][OH^-]$$
- لأنه يسلك سلوك حمض أحياناً وسلوك أساس أحياناً أخرى.

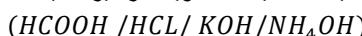
آخر الإجابة:
أحد الأزواج الآتية لا يشكل (أساس/حمض) حسب برونشتاد-لوري
 HCN/CN^- (b) NH_4^+/NH_3 (a)
 HNO_3/HNO_2 (d) H_2O/OH^- (c)

الإجابة: d.

الأس الهيدروجيني PH



تطبيق: لديك المحاليل المتساوية التراكيز الآتية:



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



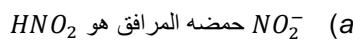
قوة الحمض وقومة الأساس:

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

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

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

الحل:



حمضه المرافق هو HNO_2 (a)

حمضه المرافق هو NO_3^- (b)

NO_2^- أقوى من HNO_2 كحمض لأن NO_2^- أقوى من NO_3^- كأساس

الحمض المرافق الأقوى لكونه مع الأساس الأضعف.

الحموض والأسس

نظريات في الحموض والأسس:

1. نظرية برونشتاد-لوري:

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

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

تطبيق: لديك الفاعل الممثل بالمعادلة الآتية: $HA + H_2O \rightarrow H_3O^+ + A^-$ ، والمطلوب:

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

HA يمنح بروتون، ويسلك سلوك حمض.
 H_2O يستقبل بروتون، يسلك سلوك أساس.

3. نظرية لويس:

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

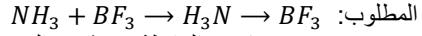
الأساس: كل مادة كيميائية قادرة على منح زوج إلكتروني أو أكثر لمادة أخرى تتفاعل معها.

ملاحظة:

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

تطبيق:

لديك الفاعل الممثل بالمعادلة الكيميائية الآتية:



المطلوب: وضع ما نوع الرابطة بين فترتي البور والتترورجين.

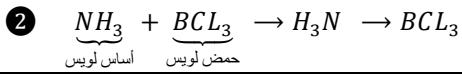
1. حدد الحمض والأساس حسب نظرية لويس مع التفسير.

الحل: 1- تساندية.

2- NH_3 أساس لويس لأنه منح زوج إلكتروني.

BF_3 حمض لويس لأنه استقبل زوج إلكتروني.

تطبيق: حدد كلاً من حمض لويس وأساس لويس في كل من المعادلين الآتيين:



ذكرة:

الحموض القوية: كلور الماء \ الأزوت $HNO_3 \backslash HCl$

الحموض الضعيفة: سيانيد الهيدروجين \ الماء $HCOOH \backslash HCN$

الأسس القوية: هيدروكسيد الصوديوم \ هيدروكسيد البوتاسيوم $KOH \backslash NaOH$

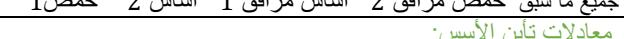
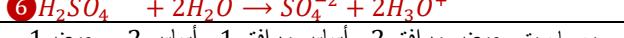
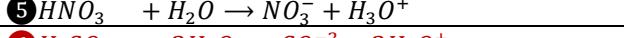
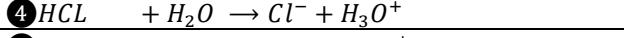
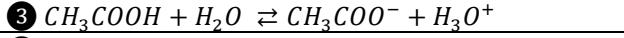
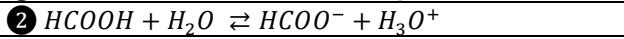
الأسس الضعيفة: هيدروكسيد الأمونيوم \ الشادر $NH_4OH \backslash NH_3$

قوي تام التأين (→)

ضعيف جزئي التأين (↔)

- معادلات التأين الحموض:

والأزواج المترافقه أساس/حمض وفق نظرية برونشتاد - لوري:



جميع ما سبق حمض مرافق 2 أساس مرافق 1 أساس 2 حمض 1

معادلات تأين الأساس:

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

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

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

تنقص عشر مرات

$$\left. \begin{array}{l} 1 \rightarrow 10 \\ 2 \rightarrow 100 \\ 3 \rightarrow 1000 \end{array} \right\} \text{آخر}$$

العلاقة عكسيّة

المسألة الثانية:

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

$$1- \text{قيمة } [H_3O^+], [OH^-]$$

$$2- \text{قيمة } PH, PoH \text{ لل محلول.}$$

3- حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 50ml من المحلول السابق ليصبح تركيزه $10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$

الحل:

$$M(NaOH) = 40 \text{ g. mol}^{-1}$$

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

$$C_b = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ mol. l}^{-1}$$

بما أن الأساس قوي وأحادي الوظيفة الأساسية

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

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

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13}$$

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

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

$$PoH = -\log(10^{-1})$$

$$PoH = 1$$

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

$$PH = -\log 10^{-13}$$

$$PH = 13$$

3- بعد قيل $n = n$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

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

$$V_2 = \frac{10^{-1} \times 50}{10^{-3}}$$

$$V_2 = 5000 \text{ mL}$$

$$V = V_2 - V_1$$

$$V = 5000 - 50$$

$$V = 4950 \text{ mL}$$

المسألة الثالثة:

محلول مائي لحمض الكبريت بفرض أنه تام التأين له قيمة 1، $PH = 5$ ، والمطلوب:

1- احسب تركيز هذا الحمض بـ mol. l^{-1}

2- احسب كثافة حمض الكبريت في 50 ml من محلول الحمض السابق.

3- يضاف بالتدريج 10ml من محلول الحمض السابق إلى 90ml من

الماء المقطر احسب قيمة PH للمحلول الجديد

علمًا أن $(H: 1 \ O: 16 \ S: 32)$

الحل:

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

بما أن حمض الكبريت قوي وثاني الوظيفة الحمضية:

$$[H_3O^+] = 2C_a$$

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

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

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

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

$$m = 0.245 \text{ g}$$

3- قبل $n = n$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

قوانين الحمض والأس

$$1. [H_3O^+]. [OH^-] = 10^{-14} / [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]}$$

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

$$2. PH + PoH = 14 / PH = 14 - PoH / PoH = 14 - PH$$

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

$$4. PoH = -\log[OH^-] / [OH^-] = 10^{-PoH}$$

التركيز الابتدائي للحمض حمض قوي

$$[H_3O^+] = 2C_a$$

5. حمض قوي $[H_3O^+] = 2C_a$

$$6. \text{ حمض ضعيف } [H_3O^+] = \sqrt{k_a \cdot C_a}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} \quad C_a = \frac{[H_3O^+]^2}{K_a}$$

ثابت تأين الحمض

$$7. \alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \times 100\% / [H_3O^+] = \frac{\alpha \cdot C_a}{100\%}$$

درجة تأين حمض ضعيف

$$/ C_a = \frac{[H_3O^+]}{\alpha} \times 100\%$$

التركيز الابتدائي للأسأس قوي

$$9. \text{ أساس ضعيف } [OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$$

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b} / C_b = \frac{[OH^-]^2}{K_b}$$

ثابت تأين الأساس

$$10. \alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \times 100\% / [OH^-] = \frac{\alpha \cdot C_b}{100\%}$$

درجة تأين أساس ضعيف

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

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

$$Cg, l^{-1} = C \text{ mol. l}^{-1} \times M$$

$$C \text{ mol. l}^{-1} = \frac{n}{V}$$

$$m = C \text{ mol. l}^{-1} \times V \times M$$

$$Cg, l^{-1} = \frac{m}{V}$$

أخير الإجابة الصحيحة:

- محلول مائي لحمض التمل $HCOOH$ تركيزه الابتدائي 0.5 mol. l^{-1} وثابت تأينه 5×10^{-4} ف تكون قيمة PH مساوية:

$$10^{-12} \text{ -d} \quad 10^{-2} \text{ -c} \quad 12 \text{ -b} \quad 2 \text{ -a}$$

الحل:

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

$$[H_3O^+] = \sqrt{2 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-1}} = 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

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

المسألة الأولى:

محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين له $PH = 5$ و درجة تأينه $10^{-3}\%$

- احسب التركيز الابتدائي للحمض و ثابت تأينه.

- بين بالحساب كيف يتغير $[H_3O^+]$ عندما تصبح $PH = 6$

الحل:

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

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

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \times 100\%$$

$$\Rightarrow C_a = \frac{[H_3O^+]}{\alpha} \times 100\%$$

$$C_a = \frac{10^{-5} \times 100\%}{5 \times 10^{-3}\%}$$

$$C_a = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$$

بإهمال القيمة الصغيرة المتأينة من الحمض.

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

$$\Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a}$$

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

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

2- $K_{sp}(BaSO_4) = [Ba^{+2}]. [SO_4^{-2}]$
3- $H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow 2H_3O^+ + SO_4^{-2}$ عند إضافة حمض الكبريت يزداد تركيز أيونات الكبريت فيصبح $Q > K_{sp}$ أي المحلول فوق مثبيع فترسب كمية إضافية من كبريتات الباريوم للوصول إلى حالة توازن جديدة وهذا يتفق مع قاعدة لوشاولية.
إضافة مادة تامة التأين تحوي أحد أيونات الملح مثل Na_2SO_4 مادة تامة التأين تحوي أيون يماثل أحد أيونات الملح قليل الذوبان
ترسب

- 2- إذابة ملح قليل الذوبان:
لديك محلول مثبيع من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ قليل الذوبان، والمطلوب:
1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
2- اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان K_{sp} .
3- صف ما يحدث عند إضافة حمض كلور الماء (شرح آلية إذابة الملح).
4- اقترح طريقة ثانية لإذابة الملح.
الحل:

1- $Ca_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3Ca^{+2} + 2PO_4^{-3}$
2- $K_{sp}(Ca_3(PO_4)_2) = [Ca^{+2}]^3. [PO_4^{-3}]^2$
3- $HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$
4- عند إضافة حمض كلور الماء تتحدد أيونات الهيدرونيوم الناتجة عن تأينه مع أيونات الفوسفات ويتحقق حمض الفوسفور H_3PO_4 ضعيف التأين فيتنقص تركيز أيونات الفوسفات ويفتح حمض الفوسفات ويفتح $Q < K_{sp}$ المحلول غير مثبيع فترسب كمية إضافية من ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم حتى الوصول إلى حالة توازن جديدة وهذا يتفق مع قاعدة لوشاولية.
مادة تامة التأين تحوي أيون يماثل أحد أيونات الملح قليل الذوبان ويشكلان معاً مركب ضعيف التأين إذابته

مخطط حساب K_{sp}			
ملحين يعطيان ملح	ملح	معي الذوبانية	k_{sp} نحسب التراكيز
حجم+نور مول $C = \frac{n}{V}$ $(V' = V_1 + V_2)$	حجم+تركيز $n = C \cdot V$ $C \cdot V = C'V'$	معي الذوبانية (التراكيز) K_{sp} نحسب k_{sp} من عبارة	نحسب التراكيز k_{sp} من عبارة

تطبيقات:
محلول مائي لكlorيد الفضة قليل الذوبان إذا علمت أن له $K_{sp}(AgCl) = 6.25 \times 10^{-10}$ في شروط التجربة، والمطلوب: 1. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح. 2. احسب تركيز أيونات الكلوريد و الفضة في المحلول 3. احسب ذوبانية هذا الملح مقداراً بـ $g \cdot l^{-1}$ 4. يضاف إلى المحلول السابق ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه $1.5 \times 10^{-5} mol \cdot l^{-1}$ 5. اكتب معادلة إماهه نترات الفضة ثم بين بالحساب إن كان ملح كلوريد الفضة يتربس أم لا؟ 5. اقترح طريقة ثانية لترسيب هذا الملح في محلوله المثبيع.
الحل:

1- $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$
2- $AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$ $S \quad S \quad S$
$S = C \text{ mol. } l^{-1}$ حيث:
$K_{sp(AgCl)} = [Ag^+]. [Cl^-]$ $625 \times 10^{-12} = S^2$ $S = 25 \times 10^{-6} = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol. } l^{-1}$ $[Ag^+] = S = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol. } l^{-1}$ $[Cl^-] = S = 2.5 \times 10^{-5} \text{ mol. } l^{-1}$
3- $S_{g \cdot l^{-1}} = S_{\text{mol. } l^{-1}} \times M$ $M_{AgCl} = 143.5 \text{ g. mol}^{-1}$ $S_{g \cdot l^{-1}} = 25 \times 10^{-6} \times 143.5 \times 10^{-1}$

$C_2 = \frac{C_1 V_1}{V_2}$
$C_2 = \frac{5 \times 10^{-2} \times 100}{100}$
$C_2 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol. } l^{-1}$
$[H_3O^+]' = 2C_a = 10^{-2} \text{ mol. } l^{-1}$
$PH' = -\log[H_3O^+]'$
$PH' = -\log(10^{-2})$
$PH' = 2$

الأملال

سؤال: عل: تنتفع الأملال بخاصية قطبية:
ج: لأنها مركبات أيونية تتألف من جزء أساسى موجب وجزء حمضى سالب.
تصنيف الأملال وفق ذوباناتها:

الملال	أملال قليلة الذوبان	أملال جيدة الذوبان
تجانسية	تجانسية (→)	تجانسية (←)
أملال:	$BaSO_4$ $K^+/CH_3COO^-/Na^+$ NH_4^+/NO_3^- $BaCl_2$ $CaCl_2$	$AgCl$ كريونات الكالسيوم كلوريد الرصاص فوسفات ثلاثي الكالسيوم $Ca_3(Po_4)_2$ كرياتنات الفضة Ag_2SO_4
الأمثلة	kh ثابت الحممة	ثابت جاء الذوبان K_{sp}
السائل	ثابت معاذلة التوازن غير المتجانس للأملال قليلة الذوبان الآتية ثم اكتب عبارة جاء الذوبان K_{sp} لكل منها:	$CaCO_3 / Ag_2S / Ca_3(Po_4)_2$

تمرين:
عند وضع كمية من ملح كلوريد الرصاص (ملح قليل الذوبان) في الماء يحصل توازن غير متجانس بين الطور الصلب و الطور المذاب، والمطلوب:
1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
2- اكتب عبارة الجاء الأيوني Q .
3- اكتب عبارة ثابت جاء الذوبان K_{sp} إذا كان محلوله مثبيعاً.
الحل:

1- $PbCl_2 \rightleftharpoons Pb_{(aq)}^{+2} + 2Cl_{(aq)}^-$
2- $Q = [Pb^{+2}]. [Cl^-]^2$
3- $K_{sp}(PbCl_2) = [Pb^{+2}]. [Cl^-]^2$

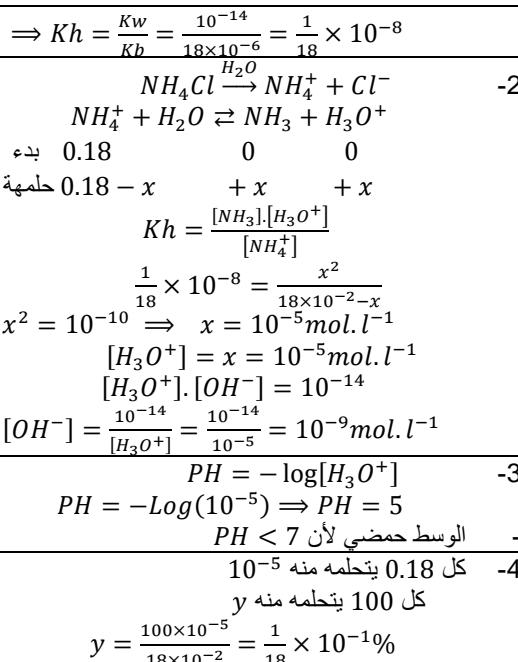
المحلول مثبيع

تطبيقات:
 محلول مائي مثبيع لملح كريونات الفضة ذوباناته المولية S ، المطلوب:
1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
2- اكتب العلاقة المعتبرة عن ثابت جاء الذوبان ثم استنتج قيمة جاء الذوبان بدالة S .
الحل:

1- $Ag_2CO_3 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CO_3^{-2}$
2- $K_{sp}(Ag_2CO_3) = [Ag^+]^2. [CO_3^{-2}]$ $Ag_2CO_3 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CO_3^{-2}$ $S \quad 2S \quad S$ $K_{sp}(Ag_2CO_3) = 4S^2 \cdot S$ $K_{sp}(Ag_2CO_3) = 4S^3$
تطبيقات جاء الذوبان:

1. ترسب الملح في محلوله المثبيع.
لديك محلول كلوريدات الباريوم قليل الذوبان، والمطلوب:
1. اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
2. اكتب عبارة ثابت جاء الذوبان K_{sp} بفرض محلوله مثبيع.
3. صف ما يحدث عند إضافة حمض الكبريت.
4. اقترح طريقة ثانية لترسيب الملح في محلوله.
الحل:

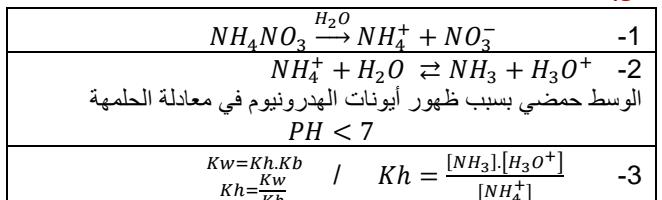
1- $BaSO_4_{(s)} \rightleftharpoons Ba_{(aq)}^{+2} + SO_{(aq)}^{-2}$
--



أولاً: حلمة ملح ناتج عن حمض قوي وأساس ضعيف:
تطبيق: محلول مائي لملح نترات الأمونيوم، والمطلوب:

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

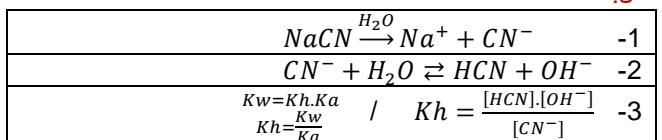
الحل:



ثانياً: حلمة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس قوي:

- تطبيق: محلول مائي لملح سينيدين الصوديوم، والمطلوب:
- 1 اكتب معادلة إماهة هذا الملح.
 - 2 اكتب معادلة حلمة الملح ثم حدد طبيعة الوسط الناتج.
 - 3 اكتب عبارة ثابت حلمة هذا الملح بدلالة التراكيز / وبدلالة ثابت تأين الماء (استنتاج).

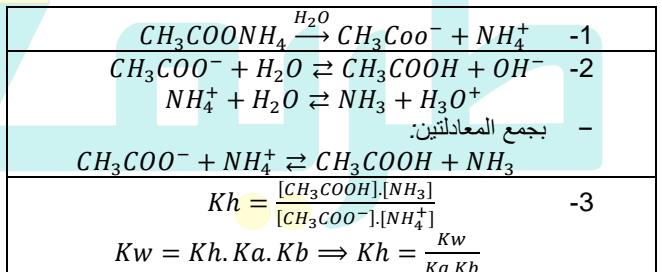
الحل:



ثالثاً: حلمة ملح ناتج عن حمض ضعيف وأساس ضعيف

- تطبيق: محلول مائي لملح خلات الأمونيوم، والمطلوب:
- 1 اكتب معادلة إماهة الملح.
 - 2 اكتب معادلة حلمة هذا الملح؟
 - 3 عبارة ثابت حلمة هذا الملح Kh بدلالة التراكيز / بدلالة ثابت تأين الماء.

الحل:



المحلول المنظم للحموضة (المويق):

يتالف من محلول حمض ضعيف وأحد أملاحه الذوبابة، أو محلول أساس ضعيف وأحد أملاحه الذوبابة.

مثال آخر:

المحلول المنظم للحموضة من بين المحاليل الآتية هو:	
HCl \ KCl (b)	HCOOH \ HCOOK (a)
NaOH \ NaNO_3 (d)	NH_4OH \ NaCl (c)
الجواب: (a)	

فسر ما يلي:

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

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

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

تطبيق:

- محلول مائي لملح كلوريد الأمونيوم تركيزه 0.18 mol. l^{-1} ، إذا علمت أن ثابت تأين محلول النشادر عند الدرجة 25°C يساوي 1.8×10^{-5} احسب:
- 1 قيمة ثابت الحلمة لهذا الملح.
 - 2 احسب قيمة $[OH^-]$ و $[H_3O^+]$.
 - 3 قيمة PH للمحلول ثم حدد طبيعة الوسط.
 - 4 النسبة المئوية المتخلمة من هذا الملح.

$$Kw = Kh \cdot Kb \quad -1$$

للماء/ الماء: ماء/ الماء

www.ijerpi.org | 10

$V_2 = 10mL$	$C_2 = ?$	$NaCl$
$V_1 = 20mL$	$C_1 = 5 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$	H_2SO_4
$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$		-1
$n(H_3O^+) = n(OH^-)$		-2
$2C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$		
$C_2 = \frac{2C_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{2 \times 5 \times 10^{-2} \times 20}{10} = 0.2 mol.l^{-1}$		
$PH = 7$ لأن أيونات الملح الناتجة عن معاليرة حمض قوي حيادية لا تتفاعل مع الماء.		-3
أزرق البروم التيمول لأن مادة 7.6 → 6 تقع ضمنه فيه نقطة نهاية المعاليرة.		-4
$n(Na_2SO_4) = n(H_3O^-)$		-5
$2C \cdot V = 2C_1 \cdot V_1 \Rightarrow C = \frac{C_1 \cdot V_1}{V} = \frac{5 \times 10^{-7} \times 20}{30}$		
$C = \frac{1}{30} mol.l^{-1}$		
$n(NaSO_4) = n(OH^-)$	حل آخر:	
$= C_2 \cdot V_2 \Rightarrow C = \frac{C_2 \cdot V_2}{2V} = \frac{2 \times 10^{-1} \times 10}{2 \times 30} = \frac{1}{30} mol.l^{-1}$		

عند معايرة $20mL$ من محلول حمض النمل، لزم $15mL$ من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.02mol.l^{-1} ، والمطلوب:

- 1 اكتب المعادلة الأيونية للتفاعل.
- 2 احسب تركيز حمض النمل المعاير.
- 3 احسب كثافة حمض النمل اللازم لتحضير $400mL$ من محلوله السابق.
- 4 أتعرف بأفضل المشعرات الواجب استخدامه.

المطبيات: حل:

$$V_2 = 15mL \quad C_2 = 2 \times 10^{-2} \quad KOH$$

$$V_1 = 20mL \quad C_1 = ? \quad HCOOH$$

$$HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O \quad -1$$

$$n(HCOOH) = n(OH^-) \quad -2$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow C_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1} = \frac{2 \times 10^{-2} \times 15}{20}$$

$$C_1 = 15 \times 10^{-3} mol. L^{-1}$$

$$M(HCOOH): 46 g. mol^{-1} \quad -3$$

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

$$m = 15 \times 10^{-3} \times 400 \times 10^{-3} \times 46 = 0.276g$$

الفينول فتالينين. -4

يعاير $50mL$ من محلول هيدروكسيد الأمونيوم بمحلول حمض الأزوت تركيزه $0.1\text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ فيلزم منه $25mL$ لإتمام المعايرة، والمطلوب:

- اكتب المعادلة الكيميائية المعايرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الأمونيوم المستعمل.

$$\begin{aligned}
 V_2 &= 5 \text{ mL} \quad C_2 = ? \text{ mol.l}^{-1} & NH_4OH \\
 V_1 &= 25 \text{ mL} \quad C_1 = 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1} & HNO_3 \\
 HNO_3 + NH_4OH &\rightarrow NH_4NO_3 + H_2O & -1 \\
 n(H_3O^+) &= n(NH_4OH) \\
 C_1 \cdot V_1 &= C_2 \cdot V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1 V_1}{V_2} = \frac{10^{-1} \times 25}{50} \\
 C_2 &= 5 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}
 \end{aligned}$$

نذاك عينة غير نفحة من هيدروكسيد البوتاسيوم كتلتها $5.6g$ في الماء المقطر ، ويكمـل الحـجـم إـلـى $800ml$ ، فإذا كان تـركـيز مـحـلـول هـيدـرـوكـسـيد الـبـوـتـاسـيـوم السـابـق $0.1mol.l^{-1}$ ، المـطـلـوب حـاسـبـ:

- قيمة PH مـحـلـول هـيدـرـوكـسـيد الـبـوـتـاسـيـوم المـسـتـعـمـلـ.
- كـتـلة هـيدـرـوكـسـيد الـبـوـتـاسـيـوم النـقـيـ فيـ العـيـنةـ.
- النـسـبـة المـنـوـيـة لـلـشـوـافـاتـ فيـ العـيـنةـ السـابـقـةـ.

الحل: $[\text{KOH}] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ M}$

تطبيقات محلول $H = 9$

محلول مائي لملح خلات البوتاسيوم تركيزه 0.2 mol l^{-1} فإذا علمت أن: $\text{PH} = 9$ له عند الدرجة 25°C ، والمطلوب:

- 1 اكتب معادلة حلمة هذا الملحق.
- 2 احسب قيمة $[\text{H}_3\text{O}^+]$.
- 3 احسب قيمة ثابت الحلمة للمحلول الملحي.
- 4 احسب ثابت تأين حمض الخل.
- 5 احسب النسبة المئوية المترسبة.
- 6 ما طبيعة الوسط الناتج من الحلمة؟ علل إجابتك.

حل:	$CH_3COOK \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + K^+$	-1
اماهة حلمة	$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$	
	$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$	-2
	$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$	-3
	$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-9}}$	
	$[OH^-] = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot x$	
بدء	$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$	
0.2	0	0
حلمة	$0.2 - x$	
	$+ x$	$+ x$
	$Kh = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{x^2}{0.2-x}$	
	تهمل x المطروحة في المقام لصغرها.	-
	$Kh = \frac{10^{-10}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-10}$	
	$Kw = Kh \cdot Ka$	-4
	$\Rightarrow Ka = \frac{Kw}{Kh} = \frac{10 \times 10^{-15}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5}$	
	كل 0.2 يتحلله منه 10^{-5}	-5
	كل 100 يتحلله منه y	
	$y = \frac{100 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-1}} = 5 \times 10^{-3} \text{ \%}$	-6
	$PH > 7$ لأن الوسط أساسى	-6

مخطط مسائل المعايرة:

1. معايير حمض بأساس

$$n(\text{حمض}) = n(\text{أساس})$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

2. معايرة حمض بأساسين:

$$n(H_3O^+) = n(OH^-)_1 + n(OH^-)$$

$$C.V = C_1 V_1 + C_2 V_2$$

3. معايير أساس بمحضين:

$$n(OH^-) = n(H_3O^+) + n(H_3O^+)$$

$$C.V = C_1 V_1$$

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

الملحق الثاني

النحو (النحو) $\equiv n(\text{النحو})$

$$C_V \equiv c_1 V_1$$

النسبة المئوية: $c_2 V_2$

$$n(\pi|_a) = n(\cdot|_a)$$

$$n_{\text{جذب}} = n_{\text{مس}} \cdot \frac{m}{c_1 V_1}$$

تطبيق: يؤخذ $20mL$ من حمض الكبريت تركيزه $0.05mol.l^{-1}$ و يضاف إلى $10mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى تمام التعديل، والمطلوب:

- 1 اكتب المعادلة الكيميائية المعتبرة.
- 2 احسب تركيز هيدروكسيد الصوديوم المستعمل.
- 3 ما قيمة PH المحلول الناتج عن المعايرة.
- 4 اكتب اسم أفضل مشرع يجب استخدامه.
- 5 احسب التركيز المولى الحجمي لملح كبريتات الصوديوم الناتج.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{C_1 V_1}{C_2} = \frac{C_1 \times 40}{10^{-1}} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 40}{10^{-1}} = 20mL$$

$$M(NaOH) = 40 \text{ g. mol}^{-1} \quad -b$$

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

$$m = 10^{-1} \times 8 \times 10^{-1} \times 40 = 3.2 \text{ g}$$

محلول مانى لحمض الازوت ترکيزه 0.1 mol. l^{-1} ، والمطلوب:
-1 اكتب معادلة تأين الحمض.

-2 احسب قيمة PH محلول الحمض السابق.

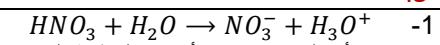
-3 يعير $50mL$ من محلول الحمض السابق بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ذي الترکيز 0.2 mol. l^{-1} ، والمطلوب:

-a احسب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم الازم لإتمام المعايرة.

-b احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم في $200mL$ من محلوله المستعمل.

-c ما طبيعة الوسط عند الوصول لنقطة نهاية المعايرة على إجابتك.

الحل:



بما أن الحمض قوى وأحادي الوظيفة الحمضية.

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

$$PH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow PH = -\log(10^{-1}) = 1 \quad -3$$

$$\text{و } C_2 = 2 \times 10^{-1} \text{ mol. l}^{-1} \text{ و } V_1 = 50 \text{ mL} \quad -a$$

$$V_2 = ? \text{ و } C_1 = 1 \times 10^{-1} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$n(H_3O^+) = n(OH^-)$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{C_1 \cdot V_1}{C_2} = 25 \text{ mL}$$

$$m = C \text{ mol. l}^{-1} \times V \times M \quad -b$$

$$m = 2 \times 10^{-1} \times 200 \times 10^{-3} \times 40 = 16 \times 10^{-1} \quad -c$$

$$m = 1.6 \text{ g}$$

الوسط معتدل، $PH = 7$ لأن أيونات الملح الناتجة عن معايرة

حمض قوى لأساس قوى حيادية لا تتفاعل مع الماء.

انتهت..

مع انس احمد

$$[OH^-] = 10^{-1} (\text{mol. l}^{-1})$$

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

$$[H_3O^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} (\text{mol. l}^{-1})$$

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

$$PH = 13$$

$$M_{KOH} = 39 + 16 + 1 \quad -2$$

$$M_{KOH} = 56 (\text{g, mol}^{-1})$$

$$m = CV M$$

$$m = 0.1 \times 0.8 \times 56$$

$$m = 4.48 \text{ g}$$

-3 كتلة الشوائب

$$m' = 5.6 - 4.48$$

$$m' = 1.12 (\text{g}) \quad \text{نسبة الشوائب:}$$

$$\text{كل (g) 5.6 تحوي شوائب (g)} \quad -1.12$$

$$\text{كل (g) 100 تحوي شوائب (g)} \quad -$$

$$y = \frac{1.12 \times 100}{5.6}$$

$$y = 20 (\text{g})$$

$$y = 20\%$$

تدابع عينة غير نقية كتلتها 2.8 g من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء ويكملا

الحجم على $200mL$ فإذا علمت أنه يلزم لتعديل $25mL$ منه $30mL$ من 0.1 mol. l^{-1} حمض كلور الماء ترکيزه 0.1 mol. l^{-1} و $20mL$ من حمض الكبريت ترکيزه 0.05 mol. l^{-1} ، والمطلوب:

-1 حساب ترکيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم.

-2 حساب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقي في العينة

-3 النسبة المئوية للشوائب في العينة.

الحل:

$$V_2 = 20mL \quad C_2 = 5 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1} \quad H_2SO_4 \quad -$$

$$V_1 = 30mL \quad C_1 = 10^{-1} \text{ mol. l}^{-1} \quad HCl \quad -$$

$$V = 25mL \quad C = ? \quad KOH \quad -$$

$$n(OH^-) = n(H_3O^+)_1 + n(H_3O^+)_2 \quad -1$$

$$C \cdot V = C_1 \cdot V_1 + 2C_2 \cdot V_2$$

$$C \cdot 25 = 10^{-1} \times 30 + 2 \times 5 \times 10^{-2} \times 20$$

$$25C = 3 + 2 \Rightarrow 25C = 5 \Rightarrow C = \frac{5}{25} = \frac{1}{5}$$

$$C = 0.2 \text{ mol. l}^{-1} \quad -2$$

$$M_{KOH} = 56 \text{ g. mol}^{-1} \quad -$$

$$m = C \text{ mol. l}^{-1} \times V \times M$$

$$m = 2 \times 10^{-1} \times 200 \times 10^{-3} \times 56$$

$$m = 224 \times 10^{-2} = 2.24 \text{ g}$$

$$m' = 2.8 - 2.24 = 0.56 \text{ g} \quad -3$$

$$\text{كل (g) 2.8 تحوي شوائب (g)}$$

$$\text{كل (g) 100g تحوي شوائب (g)}$$

$$y = \frac{56 \times 10^{-2} \times 100}{28 \times 10^{-1}} = 20\% \quad -$$

محلول مانى لحمض الخل ترکيزه 0.05 mol. l^{-1} وله 0.05 mol. l^{-1} .

-1 اكتب معادلة تأين الحمض.

-2 احسب $[H_3O^+]$ المحلول.

-3 احسب ثابت تأين هذا الحمض.

-4 لمعايرة محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي الترکيز 0.1 mol. l^{-1} يلزم 0.1 mol. l^{-1} $40mL$ من محلول الحمض السابق.

-a احسب حجم هيدروكسيد الصوديوم الازم لإتمام المعايرة.

-b كتلة هيدروكسيد الصوديوم الازم لتحضير $0.8L$ من محلوله السابق.

الحل:

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+ \quad -1$$

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

بإهمال القيمة الصغيرة المئانية من الحمض. -3

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

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} = \frac{10^{-6}}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow K_a = 2 \times 10^{-5} \quad -4$$

$$n(CH_3COOH) = n(OH^-) \quad -a$$