

الكيمياء النووية

سؤال (1): 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) التقاط	(d) تطاير
------------	------------	------------	-----------

(3) تتحول نواة الكربون $^{14}_6C$ إلى نواة النيتروجين $^{14}_7N$ فإنها تطلق

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

(4) عند تحول نواة النيتروجين $^{14}_7N$ إلى نواة الكربون $^{14}_6C$ فإنها :

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

سؤال (2): اعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي :

(1) كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة.

لأن جزء من الكتلة قد تحول إلى الطاقة تربط بين مكونات النواة.

(2) يوافق تفاعل الاندماج النووي انطلاق طاقة هائلة.

نتيجة نقصان كتلة النواة الناتجة عن مجموع كتل المواد المتدمجة.

(3) إطلاق النواة للإلكترونات المؤلفة لجسيمات بيتا.

لأن أحد النيوترونات في النواة يتفكك ليعطي بروتون وإلكترون خارج النواة

مشكلاً جسيم بيتا.

(4) إطلاق النواة للبوزيترون.

لأن أحد البروتونات في النواة يتفكك ليعطي نيوترون وبوزيترون خارج النواة

(5) عدم تأثر أشعة غاما بالحقل الكهربائي.

لأنها لا تحمل شحنة.

(6) تأثر كل من جسيمات ألفا وجسيمات بيتا بالحقل الكهربائي.

لأن كل منهما يحمل شحنة.

سؤال (3): ما الجسيم الذي تطلقه نواة العنصر المشع

الذي يقع فوق حزام الاستقرار ، اكتب المعادلة النووية

المعبرة عن هذه العملية .

الجسيم الذي ينطلق خارج النواة هو جسيم بيتا الذي ينطلق نتيجة تحول

نيوترون إلى بروتون حسب المعادلة : $^1_0n \longrightarrow ^1_1H + ^0_{-1}e$

سؤال (4): ما الجسيم الذي تطلقه نواة العنصر المشع

الذي يقع تحت حزام الاستقرار ، اكتب المعادلة النووية

المعبرة عن هذه العملية .

الجسيم الذي ينطلق خارج النواة هو جسيم بوزيترون الذي ينطلق حسب

المعادلة : $^1_1H \longrightarrow ^1_0n + ^0_{+1}e$

سؤال (5): تتحول نواة السترونشيوم $^{90}_{38}Sr$ إلى نواة

الإيتريوم Y عندما تطلق بيتا و المطلوب :

اكتب المعادلة المعبرة عن التحول و ماهو نوع التحول .

$^{90}_{38}Sr \longrightarrow ^{90}_{39}Y + ^0_{-1}e + E$

نوعه: تحول من النوع بيتا .

سؤال (6): تتحول نواة الكربون C إلى نواة البور $^{11}_5B$

عندما تطلق بوزيترون و المطلوب :

اكتب المعادلة المعبرة عن التحول و ماهو نوع التحول .



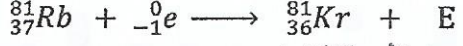
نوعه: تحول من النوع بوزيترون .

سؤال (7): تتحول نواة الرينيديوم $^{81}_{37}Rb$ إلى نواة

الكريبتون Kr عندما تلتقط إلكترون من السحابة

الالكترونية المحيطة بها و المطلوب : اكتب المعادلة

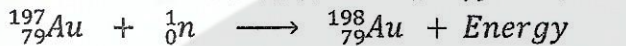
المعبرة عن التحول و ماهو نوع التحول .



نوعه: الأسر الإلكتروني .

سؤال (8) : اكتب المعادلة النووية المعبرة عن قذف نواة

الذهب $^{197}_{79}Au$ غير المشع بنيوترون . ما نوع التفاعل .

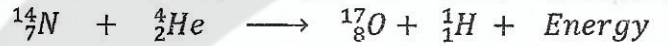


نوع التفاعل : تفاعل التقاط .

سؤال (9): يؤدي قذف نواة النيتروجين غير المشع $^{14}_7N$

بجسيم ألفا إلى تكوين نظير الأوكسجين و انطلاق بروتون

من النواة اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التفاعل



نوع التفاعل : تفاعل التطاير .

سؤال (10) : اكتب علاقة أينشتاين المعبرة عن طاقة

ارتباط النواة مبيناً الرموز و الواحدات .

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

حيث : ΔE : الطاقة المتحررة عن تشكل النواة (J) .

Δm : النقصان في الكتلة (Kg) . $\Delta m = m_2 - m_1 < 0$

m_2 : كتلة النواة ($7.1 \times 10^{-27} Kg$) : مجموع كتل البروتونات و النيوترونات الحرة المكونة

للنواة .

m_1 : كتلة النواة ($7.1 \times 10^{-27} Kg$) : كتلة النواة المتكاملة .

c : سرعة الضوء في الفراغ ($3 \times 10^8 m.s^{-1}$) .

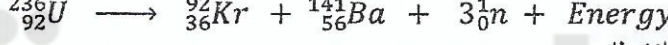
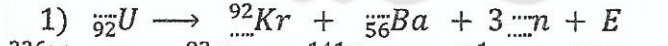
سؤال (11) : ماذا يتعلق عمر النصف للمادة المشعة و

ماهي العوامل التي لايتوقف عليها .

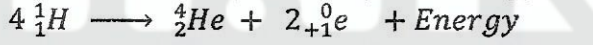
يتعلق عمر النصف بنوع العنصر المشع فقط

ولا يتعلق عمر النصف بدرجة الحرارة ، الضغط ، الحالة الكيميائية للعنصر المشع .

سؤال (12): : أهلك الفراغات المناسبة و حدّد نوع التفاعل :



انشطار



اندماج

تطبيق عن مقدار النقص في كتلة الشمس :

تطبيق: احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال ساعة

واحدة إذا كانت تشع طاقة مقدارها $38 \times 10^{27} J.s^{-1}$

إذا علمت أن سرعة الضوء في الفراغ $3 \times 10^8 m.s^{-1}$

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

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{C^2} = \frac{38 \times 10^{27} \times 3600}{(3 \times 10^8)^2} = \frac{38 \times 10^{27} \times 3600}{9 \times 10^{16}}$$

$$\Delta m = 152 \times 10^{13} Kg$$

وبما أن مقدار النقص في كتلة الشمس مقدار سالب :

$$\Delta m = -152 \times 10^{13} \text{ Kg}$$

تطبيقات عن عمر النصف :

تطبيق (1) : إذا علمت أن عمر النصف لعنصر مشع ما (24) يوماً، احسب الزمن اللازم كي تصبح كتلة عينة منه بسبب نشاط إشعاعي $\frac{1}{8}$ ما كانت عليه .

المينة الابتدائية : m	$t = ?$
العينة النهائية : $\frac{1}{8} m$	يوم $t_{\frac{1}{2}} = 24$
	$n = ?$

$$m \xrightarrow{24} \frac{1}{2} m \xrightarrow{24} \frac{1}{4} m \xrightarrow{24} \frac{1}{8} m$$

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

تطبيق (2) : يبلغ عدد النوى المشعة لعنصر مشع في عينة ما (8×10^5) نواة و بعد زمن (120) ثانية يصبح ذلك العدد (12500) نواة . احسب عمر النصف لهذا العنصر

العينة الابتدائية : 8×10^5 نواة	ثانية $t = 120$
العينة النهائية : 12500 نواة	$t_{\frac{1}{2}} = ?$
	$n = ?$

$$8 \times 10^5 \rightarrow 4 \times 10^5 \rightarrow 2 \times 10^5 \rightarrow 10^5 \rightarrow 50000 \rightarrow 25000 \rightarrow 12500$$

$$t = t_{\frac{1}{2}} \times n \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} = \frac{120}{6} = 20 \text{ ثانية}$$

تطبيق (3) : احسب عمر النصف لعنصر مشع في عينة منه إذا علمت أن الزمن اللازم ليصبح عدد النوى المشعة $\frac{1}{16}$ ما كان عليه يساوي (180) ساعة .

العينة الابتدائية : m	ساعة $t = 180$
العينة النهائية : $\frac{1}{16} m$	$t_{\frac{1}{2}} = ?$
	$n = ?$

$$m \xrightarrow{180} \frac{1}{2} m \xrightarrow{180} \frac{1}{4} m \xrightarrow{180} \frac{1}{8} m \xrightarrow{180} \frac{1}{16} m$$

$$t = t_{\frac{1}{2}} \times n \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} = \frac{180}{4} = 45 \text{ ساعة}$$

قارني بين خاصيات ألفا وبيتا و غاما

غاما	بيتا	ألفا	
أمواج كهربية عالية طاقتها جداً .	الكترونات عالية السرعة	تطابق نوى الهليوم ${}^4_2\text{He}$	(1) الطبيعة :
ليس لها شحنة .	تحمل شحنة سالبة .	تحمل شحنتين موجبتين .	(2) الشحنة :
ليس لها كتلة .	تساوي كتلة الالكترون .	تساوي أربعة أضعاف كتلة	الكتلة :

الهيدروجين العادي .			
أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات بيتا .	أقل قدرة على تأيين الغازات من جسيمات ألفا .	لها قدرة كبيرة على تأيين الغازات التي تمر خلالها و هنا تكمن خطورتها .	(3) التأين :
نفوذيتها ك أكبر من نفوذيتها جسيمات بيتا	نفوذيتها أكبر من نفوذيتها جسيمات ألفا	ضعيفة يمكن إيقافها باستخدام ورق مقوى .	(4) النفوذية :
لا تنحرف بالحقل الكهربائي .	تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة .	تنحرف نحو اللبوس السالب لمكثفة مشحونة .	(5) التأثير بالحقل الكهربائي
لا تنحرف بالحقل المغناطيسي .	تنحرف بالمغناطيسي تحت تأثير قوة لورنز ولكن بجهة معاكسة لجهة انحراف ألفا .	تنحرف بالحقل المغناطيسي تحت تأثير قوة لورنز .	(6) التأثير بالحقل المغناطيسي
سرعتها تساوي سرعة الضوء في الخلاء .	سرعتها $(0.9c)$ حيث c سرعة انتشار الضوء في الخلاء .	سرعتها $(0.05c)$ حيث c سرعة انتشار الضوء في الخلاء .	(7) السرعة :

$$\frac{P_1}{P_t} = \frac{n_1 \cdot \frac{R \cdot T}{V}}{n_t \cdot \frac{R \cdot T}{V}} \Rightarrow \frac{P_1}{P_t} = \frac{n_1}{n_t}$$

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

تدعى النسبة $\frac{n_1}{n_t}$ بالكسر المولي للغاز X_1 فتصبح عبارة الضغط الجزئي للغاز بدلالة الكسر المولي:

$$P_1 = X_1 P_t$$

مسائل الغازات:

المسألة (1): عينة من غاز النيتروجين N_2

عدد جزيئاتها (12.04×10^{23}) فيه حويولة حجمها (3ℓ)

عند درجة حرارة $(27^\circ C)$ مع العلم أن:

$$R = 0.082 \text{ atm} \cdot \ell \cdot \text{mol}^{-1} \cdot K^{-1}$$

و عدد أفوغادرو: 6.02×10^{23} و المطلوب:

(1) احسب ضغط هذه العينة. (2) احسب كثافة الغاز.

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات الحقيقية}}{\text{عدد أفوغادرو}} = \frac{12.04 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} = 2 \text{ mol} \quad (1)$$

$$P = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{2 \times 0.082 \times 300}{3} = 16.4 \text{ atm} \quad (2)$$

$$d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} = \frac{16.4 \times 28}{0.082 \times 300} = 18.6 \text{ g} \cdot \ell^{-1}$$

المسألة (2): عينة من غاز الميثان CH_4 كتلتها (1.6 g)

موجودة عند ضغط (40 Pa) عند درجة حرارة $(127^\circ C)$

مع العلم أن: $H:1, C:12$ المطلوب:

احسب حجم هذه العينة.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1.6}{16} = 0.1 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{0.1 \times 8.314 \times 400}{40} = 8.314 \text{ m}^3$$

المسألة (3): يتأكسد سكر العنب وفق المعادلة الآتية:



المطلوب: احسب حجم غاز CO_2 المنطلق نتيجة أكسدة

(9 g) من سكر العنب في جسم الإنسان عند درجة حرارة

$(127^\circ C)$ و الضغط (0.8 atm) .



$$180 \text{ g} \quad \quad \quad 6 \text{ mol}$$

$$9 \text{ g} \quad \quad \quad n \text{ mol}$$

$$n = \frac{6 \times 9}{180} = 0.3 \text{ mol}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{0.3 \times 0.082 \times 400}{0.8} = 12.3 \ell$$

الغازات

سؤال (1): اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(1) يزداد ضغط غاز موجود في وعاء مغلق عند:

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

(2) يحوي وعاء مغلق حجمه (18ℓ) يحوي غاز الأرجون عند درجة (360 K) والضغط (2 atm) فيكون عدد مولات الغاز مساوياً

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

(3) الغاز الذي ينتشر بسرعة أكبر هو: $C: 12, H: 1, Ar: 40, N: 14$

(a) NH_3	(b) CH_4	(c) Ar	(d) HCl
------------	------------	----------	-----------

(4) عينة غازية حجمها (10 ml) عند الدرجة $(0^\circ C)$ و الضغط

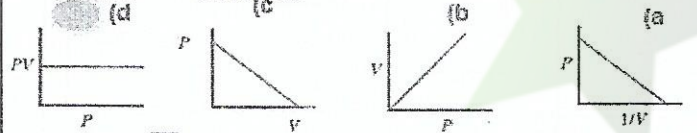
(2 atm) ترفع درجة الحرارة إلى $(273^\circ C)$ و الضغط (8 atm)

فيصبح حجمها:

(a) 5 ml	(b) 40 ml	(c) 10 ml	(d) 2.5 ml
--------------------	---------------------	---------------------	----------------------

(5) درس العالم بويل العلاقة بين الضغط و الحجم أي من الخطوط

الآتية تمثل قانون بويل:



سؤال (2): عينة من غاز كتلته المولية M و ضغطه P و درجة

حرارته استنتج علاقة كثافة الغاز وذلك انطلاقاً من قانون

الغازات العام (معادلة الغاز المثالي) ثم فسّر ارتفاع

المنطاد في الجو عند تسخين الهواء داخله.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow \frac{n}{V} = \frac{P}{R \cdot T}$$

ولكن: $n = \frac{m}{M}$ نعوض:

$$\frac{m}{MV} = \frac{P}{R \cdot T} \Rightarrow \frac{m}{V} = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$$

تعرف كثافة الغاز d بأنها نسبة كتلة الغاز إلى حجمه أي:

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

و بالتالي تصبح كثافة الغاز:

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

يؤدي تسخين الهواء داخل المنطاد إلى نقصان كثافته لتصبح أقل من كثافة

الهواء المحيط بالمنطاد مما يؤدي إلى ارتفاعه.

سؤال (3): استنتج عبارة الضغط الجزئي للغاز بدلالة الكسر

المولي لهذا الغاز.

$$P_1 = n_1 \cdot \frac{R \cdot T}{V}$$

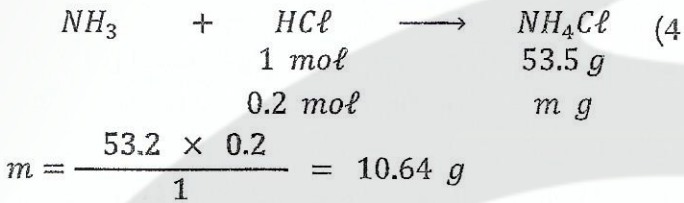
$$P_t = n_t \cdot \frac{R \cdot T}{V}$$

تنسب الضغط الجزئي إلى الضغط الكلي:

$T = 27 + 273 = 300^\circ K$	$n_{NH_3} = 0.3 \text{ mol}$	(3) المعطيات:
$V = 4 \text{ l}$	$R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot K^{-1}$	
$P = ?$		

$$P V = n R T \Rightarrow P = \frac{n R T}{V} = \frac{0.3 \times 0.082 \times 400}{4}$$

$$P = 2.46 \text{ atm}$$



المسألة (6): عينة من غاز كثافته ($10 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) عند درجة حرارة ($47^\circ C$) و ضغط (8.2 atm) و المطلوب :
 (1) احسب الكتلة المولية لهذا الغاز
 (2) احسب الضغط الجزئي لهذا الغاز عند مستوية سطح البحر حيث نسبته (21%) من مجمل الغازات المكونة للهواء .
 (1)

$$d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow M = \frac{d \cdot R \cdot T}{P}$$

$$M = \frac{10 \times 0.082 \times 320}{8.2} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$P_1 = X_1 P_t = \frac{21}{100} \times 1 = 0.21 \text{ atm}$$

المسألة (4) : وعاء مغلق حجمه (10 l) يحوي غاز CO_2 عند الضغط (1.64 atm) و درجة حرارة ($127^\circ C$) و المطلوب : (1) احسب كثافة الغاز . (2) احسب كتلة الغاز . (3) احسب عدد جزيئات الغاز الحقيقية .
 (1)

$$d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} = \frac{1.64 \times 44}{0.082 \times 400} = 2.2 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$$

(2) نحسب عدد المولات :

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

$$n = \frac{1.64 \times 10}{0.082 \times 400} = 0.5 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_{CO_2}} \Rightarrow m = n \cdot M_{CO_2} = 0.5 \times 44 = 22 \text{ g}$$

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات الحقيقية}}{\text{عدد أفوغادرو}} \Rightarrow 0.5 = \frac{\text{عدد الجزيئات الحقيقية}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{جزيء} = 3.01 \times 10^{23}$$

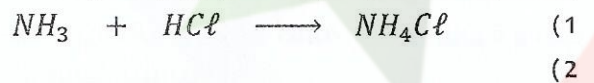
المسألة (5) : يُمثل الشكل المجاور حوجلتين متماثلتين متصلتان ببعضهما بصمام، تحوي الحوجلة الأولى غاز النشادر NH_3 (الأمونيا) بينما تحوي الحوجلة الثانية غاز كلوريد الهيدروجين HCl فإذا علمت أن حجم كل حوجلة يساوي (2 l) و درجة حرارتيهما ($127^\circ C$) و كتلة غاز النشادر (8.5 g) و كتلة غاز كلوريد الهيدروجين (7.3 g) و عند فتح الصمام يتفاعل غاز النشادر مع غاز كلوريد الهيدروجين و ينتج ملح كلوريد الأمونيوم و المطلوب :

(1) اكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل الحاصل .

(2) بين حسابياً ما هو الغاز المتبقي بعد نهاية التفاعل .

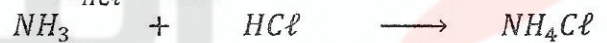
(3) احسب الضغط عند نهاية التفاعل (بإهمال حجم كلوريد الأمونيوم الصلب المتشكل) .

(4) احسب كتلة ملح كلوريد الأمونيوم الناتج .



$$n_{NH_3} = \frac{m}{M_{NH_3}} = \frac{8.5}{17} = 0.5 \text{ mol}$$

$$n_{HCl} = \frac{m}{M_{HCl}} = \frac{7.3}{36.5} = 0.2 \text{ mol}$$



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

$$0.5 \text{ mol} \quad 0.2 \text{ mol}$$

تفاعل (0.2 mol) من غاز النشادر مع (0.2 mol) من غاز كلوريد الهيدروجين و يبقى (0.3 mol) من غاز النشادر غير متفاعل .

$$n_{NH_3 \text{ المتبقية}} = n_{NH_3} - n_{HCl} = 0.5 - 0.2 = 0.3 \text{ mol}$$

سرعة التفاعل الكيميائي

سؤال (1): اختر الإجابة الصحيحة :

(1) تتفكك A في الدرجة 300°C وفق التفاعل: $2A \rightarrow 2B + C$ فإذا علمت أن تركيز [A] يتغير من 0.1 mol.l^{-1} إلى 0.04 mol.l^{-1} خلال 100s، فتكون سرعة التفاعل الوسطية لـ C وقدرة بـ $\text{mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$ تساوي:

(a) 6×10^{-4} (b) 18×10^{-4} (c) 3×10^{-4} (d) 12×10^{-4}

(2) من أجل التفاعل الأولي، نواتج $A(g) + 2B(g) \rightarrow$ عند رفع الضغط على الوعاء ثلاث مرات فإن سرعة هذا التفاعل:

(a) تزداد 3 مرات (b) تقل 9 مرات (c) تقل 18 مرة (d) تزداد 27 مرة

(3) من أجل التفاعل الأولي، نواتج $A(g) + 2B(g) \rightarrow$ عند زيادة حجم الوعاء أربع مرات فإن سرعة هذا التفاعل:

(a) تقل 8 مرات (b) تقل 64 مرة (c) تقل 32 مرة (d) تقل 24 مرة

(4) من أجل التفاعل الأولي، نواتج $2A(g) + B(g) \rightarrow$ إذا ازداد تركيز المادة A ثمان مرات وانخفض تركيز المادة B مرتين فإن سرعة هذا التفاعل:

(a) تزداد 64 مرة (b) تقل 64 مرة (c) تزداد 32 مرة (d) تقل 32 مرة

سؤال (2): اعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

(1) التفاعلات التي طاقة تنشيطها منخفضة تكون سريعة.

لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط كبيرة.

(2) التفاعلات التي طاقة تنشيطها مرتفعة تكون بطيئة.

لأن عدد الجزيئات التي تملك طاقة التنشيط صغيرة.

(3) إن سرعة احتراق البوتان أكبر من سرعة احتراق الأوكتان بنفس الشروط.

لأن عدد الروابط التي تتحطم عند احتراق البوتان أقل من عدد الروابط التي تتحطم عند احتراق الأوكتان.

(4) إن سرعة تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الفلور أكبر من سرعة تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الكلور بنفس الشروط.

لأن الطاقة اللازمة لتحطيم الرابطة في غاز الفلور أقل من الطاقة اللازمة

لتحطيم الرابطة في غاز الكلور أي أن: $\Delta H_b(F-F) < \Delta H_b(Cl-Cl)$ تزداد سرعة التفاعل برفع درجة الحرارة.

عندما تزداد درجة الحرارة يزداد عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركية تساوي طاقة التنشيط أو أكبر منها فتزداد سرعة الجزيئات فيزداد عدد التصادمات الفعالة و منه تزداد سرعة التفاعل.

(6) تزداد سرعة التفاعل بازدياد تراكيز المواد المتفاعلة.

لأنه عند ازدياد تراكيز المواد المتفاعلة يزيد من عدد التصادمات الفعالة.

(7) تتفاعل برادة الحديد مع حمض كلور الماء بسرعة أكبر من تفاعل قطعة من الحديد لها نفس كتلة البرادة.

بسبب ازدياد مساحة سطح التماس.

(8) لا يدخل تركيز المادة الصلبة و لا تركيز المحلات كالهواء في عبارة سرعة التفاعل. لأن تراكيزهما تبقى ثابتة.

(9) تراكيز المواد الصلبة و المحلات تبقى ثابتة.

لأن تغير عدد المولات يؤدي إلى تغير عدد الحجم و العكس صحيح فتبقى نسبة عدد المولات إلى الحجم ثابتة (التركيز ثابت).

سؤال(3): تعتمد نظرية التصادمات على فرضيتين أساسيتين اذكرهما.

(1) لحدوث التفاعل الكيميائي يجب أن تصادم دقائق المواد المتفاعلة مع بعضها

(2) ليس من الضروري أن يؤدي كل تصادم إلى حدوث تفاعل فهناك تصادمات فعالة و أخرى غير فعالة أي أن التصادم شرط لازم ولكنه غير كافٍ .

سؤال(4): اكتب شرطي حدوث التصادمات الفعالة .

الشرط الأول: أن تأخذ دقائق المواد المتفاعلة وضِعاً فراغياً مناسباً .

الشرط الثاني: أن تمتلك دقائق المواد المتفاعلة الحد الأدنى من الطاقة كافية لحدوث التفاعل (طاقة التنشيط).

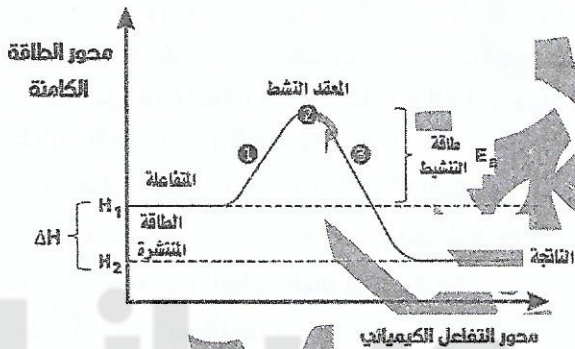
سؤال(5): التفاعلات الكيميائية التي تحتاج إلى طاقة التنشيط تمر عبر ثلاث مراحل عددها .

(1) إضعاف الروابط بين ذرات المواد المتفاعلة .

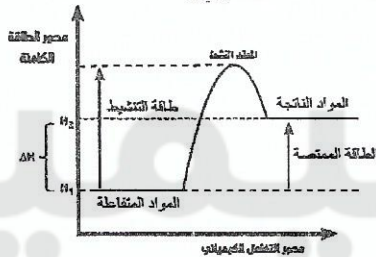
(2) انتقال الجزيئات إلى حالة وسطية يتشكل فيها مركب بدعي بالمعقد النشط و هو مركب وسطي لا يمكن فصله من التفاعل الكيميائي .

(3) يتفكك المعقد النشط وتتشكل روابط جديدة بين ذرات المواد الناتجة عن التفاعل .

سؤال (6): ارسم الخط البياني لتفاعل ناشر للحرارة و حدد عليه طاقة المواد المتفاعلة و طاقة المواد الناتجة و تغير الإنثالبية و طاقة التنشيط .



سؤال(7): ارسم الخط البياني لتفاعل ماص للحرارة و حدد عليه طاقة المواد المتفاعلة و طاقة المواد الناتجة و تغير الإنثالبية و طاقة التنشيط .



سؤال(8): عدد العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي

(1) طبيعة المواد المتفاعلة . (2) درجة الحرارة .

(3) الوسيط . (4) تراكيز المواد المتفاعلة .

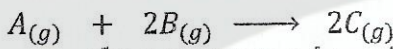
سؤال(9): اقترح الصرائق التي تزيد من سرعة التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:

كل 100 يتفاعل منه النسبة المعطاة ونرمزها y
و بكلتا الحالات نقوم بتعويض x في السطر الثالث و هو سطر (بعد زمن)
وذلك لحساب التراكيز بعد زمن و من ثم نحسب سرعة التفاعل بعد زمن .
(٣) لحساب تراكيز المواد عند توقف التفاعل :

نعدم تركيز المادة الأولى (في السطر الثالث من الجدول) و نحسب منها x ثم
نعوض في تركيز المادة الثانية فإذا كان تركيز المادة الثانية موجب فإننا نحسب
تراكيز المواد الناتجة وإذا كان تركيز المادة الثانية سالب فنعتبر هذه الفرضية
مرفوضة
و نعدم تركيز المادة الثانية و نحسب منها x ثم نعوض في تركيز المادة الأولى ثم
نحسب تراكيز المواد الناتجة .

مسائل السرعة :

المسألة (1) : ليكن لدينا التفاعل الأتني :



فإذا علمت أنه من أجل التراكيز الابتدائية :

$$[A]_0 = 0.5 \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \quad [B]_0 = 0.8 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

و أن ثابت سرعة التفاعل ($K = 10^{-2}$) المطلوب :

(1) احسب سرعة التفاعل عند البدء .

(2) احسب سرعة التفاعل بعد زمن عندما ينقص فيه تركيز B بمقدار ($0.3 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$) .

(3) احسب سرعة التفاعل بعد زمن يتشكل $0.4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$ من C

(4) احسب سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه

$$[B] = 0.4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

(5) احسب سرعة التفاعل بعد زمن يتفاعل 20% من B .

(6) احسب تركيز كل من A و B و C عند توقف التفاعل .

	A	2B	→	2C
كان	0.5	0.8		0
بدء				
تفاعل	-x	-2x		2x
نقص أو تشكل				
أصبح	0.5-x	0.8-2x		2x
بعد زمن				

$$v_0 = K \cdot [A] \cdot [B]^2 \quad (1)$$

$$v_0 = (10^{-2})(0.5)(0.8)^2 = 32 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = K \cdot [A] \cdot [B]^2 \quad (2)$$

(2) سرعة التفاعل بعد زمن :
ينقص فيه تركيز B بمقدار ($0.3 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$) أي السطر الثاني لـ B
يساوي : $0.3 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$

$$2x = 0.3 \Rightarrow x = 0.15 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[A] = 0.5 - x = 0.5 - 0.15 = 0.35 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[B] = 0.8 - 2x = 0.8 - 0.3 = 0.5 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

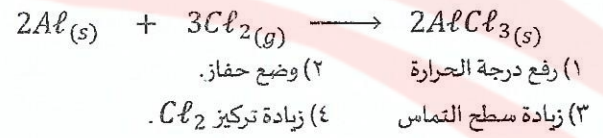
$$v = (10^{-2})(0.35)(0.5)^2 = 875 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = K \cdot [A] \cdot [B]^2 \quad (3)$$

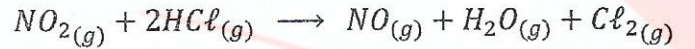
(3) سرعة التفاعل بعد زمن :
يتشكل $0.4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$ من C أي السطر الثاني لـ C يساوي
 $0.4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$

$$2x = 0.4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[A] = 0.5 - x = 0.5 - 0.2 = 0.3 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$



تطبيق : ليكن لدينا التفاعل الأتني :



قيست السرعة الابتدائية لهذا التفاعل بدلالة تراكيز المواد المتفاعلة و كانت النتائج :

التجربة	$[NO_2]$	$[HCl]$	سرعة التفاعل
1	0.3	0.3	1.8×10^{-3}
2	0.6	0.3	3.6×10^{-3}
3	0.3	0.6	3.6×10^{-3}

(1) استنتج عبارة سرعة التفاعل و احسب رتبته .

(2) احسب ثابت السرعة .

$$v = K \cdot [NO_2]^x \cdot [HCl]^y$$

$$1.8 \times 10^{-3} = K \cdot [0.3]^x \cdot [0.3]^y \quad (1) \text{ نعوض في التجربة (1)}$$

$$3.6 \times 10^{-3} = K \cdot [0.6]^x \cdot [0.3]^y \quad (2) \text{ نعوض في التجربة (2)}$$

$$3.6 \times 10^{-3} = K \cdot [0.3]^x \cdot [0.6]^y \quad (3) \text{ نعوض في التجربة (3)}$$

نقسم (2) على (1) :

$$\frac{3.6 \times 10^{-3}}{1.8 \times 10^{-3}} = \frac{K \cdot [0.6]^x \cdot [0.3]^y}{K \cdot [0.3]^x \cdot [0.3]^y}$$

$$2 = \frac{[0.6]^x}{[0.3]^x} \Rightarrow 2 = [2]^x \Rightarrow x = 1$$

نقسم (3) على (1) :

$$\frac{3.6 \times 10^{-3}}{1.8 \times 10^{-3}} = \frac{K \cdot [0.3]^x \cdot [0.6]^y}{K \cdot [0.3]^x \cdot [0.3]^y}$$

$$2 = \frac{[0.6]^y}{[0.3]^y} \Rightarrow 2 = [2]^y \Rightarrow y = 1$$

رتبة التفاعل = $y + x = 2$

$$v = K \cdot [NO_2] \cdot [HCl]$$

(٢) نعوض في عبارة سرعة التفاعل :

$$v = K \cdot [NO_2] \cdot [HCl]$$

$$\Rightarrow 1.8 \times 10^{-3} = K \cdot [0.3] \cdot [0.3]$$

$$K = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{[0.3] \cdot [0.3]} = \frac{18 \times 10^{-4}}{9 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-2}$$

ملاحظات لحل مسائل السرعة :

(١) بمسائل السرعة نقوم بوضع جدول و يجب أن يكون لدينا ثابت سرعة .

(٢) المجهول بالجدول هو x و لحسابه يكتب بنص المسألة إما

(ينقص) أو (يتشكل) أو (يصبح) أو (نعطي نسبة مئوية)

عندما يكتب ينقص فإننا نحسب x من السطر الثاني في الجدول .

عندما يكتب يتشكل فإننا نحسب x من السطر الثاني في الجدول .

عندما يكتب يصبح فإننا نحسب x من السطر الثالث في الجدول .

عندما نعطي نسبة مئوية فإننا نكتب :

كل سطر أول من الجدول يتفاعل منه سطر ثاني

الفكرة (١) : إذا عطينا حجم و تركيز كل محلول فإننا نحسب التركيز من خلال القانون :

$$c \setminus = \frac{c \times v}{v \setminus}$$

الفكرة (٢) : إذا عطينا حجم و عدد مولات كل مادة فإننا نحسب التركيز من خلال القانون :

$$c \setminus = \frac{n}{v \setminus}$$

المسألة (2): يمزج (200 ml) من محلول مادة A تركيزه (5 mol . l⁻¹) مع (300 ml) من محلول مادة B تركيزه (2 mol . l⁻¹) فيحدث التفاعل الآتي:



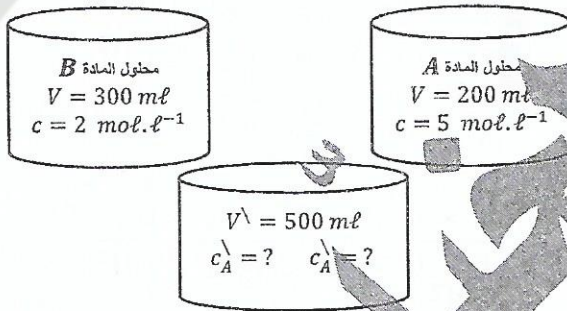
إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل (2 × 10⁻³) . المطلوب :

(1) احسب السرعة الابتدائية لهذا التفاعل .

(2) احسب سرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه تركيز A بمقدار (0.4 mol . l⁻¹) .

(3) احسب تركيز المادة C و سرعة التفاعل بعد زمن يتفاعل 10% من A

(4) احسب تركيز C عند توقف التفاعل .

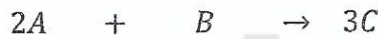


نحسب التركيز المحسب بعد المزج :

$$c \setminus = \frac{c \times v}{v \setminus}$$

$$[A] = \frac{5 \times 200}{500} = 2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B] = \frac{2 \times 300}{500} = 1.2 \text{ mol.l}^{-1}$$



كان	بدء	2	1.2	0
نقص أو تشكل	تفاعل	-2x	-x	3x
أصبح	بعد زمن	2 - 2x	1.2 - x	3x

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

$$v_0 = (2 \times 10^{-3}) \cdot (2)^2 \cdot (1.2) = 96 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

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

$$[A] = 2 - 2x = 2 - 0.4 = 1.6 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B] = 1.2 - x = 1.2 - 0.2 = 1 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v = (2 \times 10^{-3}) \cdot (1.6)^2 \cdot (1) = 512 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

(3) كل 2 mol.l⁻¹ من A يتفاعل منها 2x mol.l⁻¹

كل 100 mol.l⁻¹ من A يتفاعل منها 10 mol.l⁻¹

$$[B] = 0.8 - 2x = 0.8 - 0.4 = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v = (10^{-2})(0.3)(0.4)^2 = 48 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

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

4) سرعة التفاعل بعد زمن :
يصبح فيه تركيز B (0.4 mol.l⁻¹) أي: السطر الثالث لا B يساوي :
0.4 mol.l⁻¹

$$0.8 - 2x = 0.4 \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[A] = 0.5 - x = 0.5 - 0.2 = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B] = 0.8 - 2x = 0.8 - 0.4 = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v = (10^{-2})(0.3)(0.4)^2 = 48 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

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

كل 0.8 mol.l⁻¹ من B يتفاعل منها 2x mol.l⁻¹

كل 100 mol.l⁻¹ من B يتفاعل منها 20 mol.l⁻¹

$$2x = \frac{50 \times 0.8}{100} = 0.4 \Rightarrow x = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[A] = 0.5 - x = 0.5 - 0.2 = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B] = 0.8 - 2x = 0.8 - 0.4 = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$v = (10^{-2})(0.3)(0.4)^2 = 48 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

(6) عند توقف التفاعل : v = 0

$[B] = 0 \Rightarrow$ $0.8 - 2x = 0 \Rightarrow$ $x = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$ نعوض في [A] $[A] = 0.5 - x$ $= 0.5 - 0.4$ $[A] = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$ نعوض في [C] $[C] = 2x$ $= 0.8 \text{ mol.l}^{-1}$	$[A] = 0 \Rightarrow$ $0.5 - x = 0 \Rightarrow$ $x = 0.5 \text{ mol.l}^{-1}$ نعوض في [B] $[B] = 0.8 - 2x$ $= 0.8 - 1$ $[B] = -0.2 \text{ mol.l}^{-1}$ مرفوض .
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

توقف التفاعل	←	بدء
0.1 mol.l ⁻¹ [A]		0.5 mol.l ⁻¹ [A]
0 mol.l ⁻¹ [B]		0.8 mol.l ⁻¹ [B]
0.8 mol.l ⁻¹ [C]		0 mol.l ⁻¹ [C]

$$v_{avg(A)} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{(0.1 - 0.5)}{10} = 0.04 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{avg(B)} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{(0 - 0.8)}{10} = 0.08 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{avg(C)} = \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{(0.8 - 0)}{10} = 0.08 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{avg} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$

$$v_{avg} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{(0.1 - 0.5)}{10} = 0.04 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

ملاحظة : عند مزج محلولين مع بعضهما فإن حجم المحلول يزداد و التركيز ينقص و يبقى عدد المولات ثابت لذلك يجب حساب التركيز بعد المزج

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

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

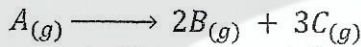
$$[B] = 2 - x = 2 - 1 = 1 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$v = (5 \times 10^{-2}) \cdot (1)^2 \cdot (1) = 5 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

عند توقف التفاعل: $v = 0$ (3)

$[B] = 0 \Rightarrow$ $2 - x = 0$ $\Rightarrow x = 2 \text{ mol. l}^{-1}$ نعوض في $[A]$ $[A] = 3 - 4$ $[A] = -1 \text{ mol. l}^{-1}$ مرفوض .	$[A] = 0 \Rightarrow$ $3 - 2x = 0$ $\Rightarrow x = 1.5 \text{ mol. l}^{-1}$ نعوض في $[B]$ $[B] = 2 - 1.5$ $= 0.5 \text{ mol. l}^{-1}$ نعوض في $[C]$ $[C] = 2x = 3 \text{ mol. l}^{-1}$
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

المسألة (4): يحدث التفاعل الأولي الآتي بشروط مناسبة:



وقد تم تعيين تغير تركيز A خلال الزمن

0.24	0.33	0.4	0.45	0.48	0.5	[A]
50	40	30	20	10	0	الزمن(ثانية)

و المطلوب:

- 1) اكتب في عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك A و لتشكل B و لتشكل C .
- 2) اكتب في عبارة السرعة الوسطية للتفاعل .
- 3) احسب في السرعة الوسطية لاستهلاك A بين اللحظتين (50 ← 30) و (10 ← 0)
- 4) احسب في السرعة الوسطية لتشكل B بين اللحظتين (20 ← 10) .

$$2x = \frac{2 \times 10}{100} = 0.2 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[A] = 2 - 2x = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[B] = 1.2 - x = 1.2 - 0.1 = 1.1 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$v = (2 \times 10^{-3}) \cdot (1.8)^2 \cdot (1.1) = 7.128 \times 10^{-5} \text{ mol. l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

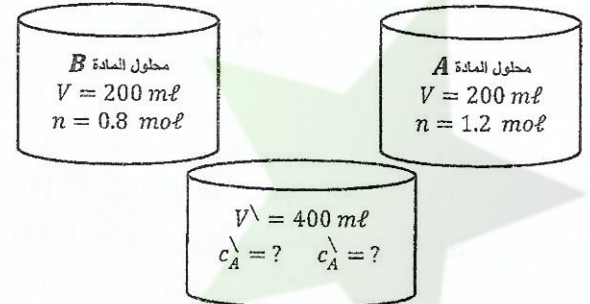
عند توقف التفاعل: $v = 0$ (4)

$[B] = 0 \Rightarrow$ $1.2 - x = 0$ $\Rightarrow x = 1.2 \text{ mol. l}^{-1}$ نعوض في $[A]$ $[A] = 2 - 2x$ $= 2 - 2.4$ $[A] = -0.4 \text{ mol. l}^{-1}$ مرفوض .	$[A] = 0 \Rightarrow$ $2 - 2x = 0$ $\Rightarrow x = 1 \text{ mol. l}^{-1}$ نعوض في $[B]$ $[B] = 1.2 - 1$ $= 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$ نعوض في $[C]$ $[C] = 3x = 3 \text{ mol. l}^{-1}$
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

المسألة (3): يضاف (200 ml) تحوي على (1.2 mol) من محلول المادة A إلى (200 ml) تحوي على (0.8 mol) من محلول مادة B فيحدث التفاعل الآتي:



- 1) إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل (5×10^{-2})، المطلوب:
- 2) احسب السرعة الابتدائية لهذا التفاعل .
- 3) احسب سرعة التفاعل بعد زمن يتشكل فيها (0.8 mol) من المادة D .
- 3) احسب تركيز المواد عند توقف التفاعل .

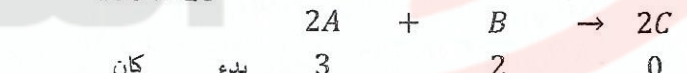


نحسب التراكيز الجديدة بعد المزج:

$$c' = \frac{n}{V'}$$

$$[A] = \frac{1.2}{400 \times 10^{-3}} = 3 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[B] = \frac{0.8}{400 \times 10^{-3}} = 2 \text{ mol. l}^{-1}$$



كان	بدء	3	2	0
تفاعل	نقص أو تشكل	-2x	-x	2x

بعد زمن أصبح	3 - 2x	2 - x	2x
--------------	--------	-------	----

$$v_0 = K \cdot [A]^2 \cdot [B] \quad (1)$$

$$v_0 = (5 \times 10^{-2}) \cdot (3)^2 \cdot (2) = 90 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

(2) نحسب تركيز c المتشكل بالتقسيم بالحجم الكلي:

$$[C] = \frac{n}{V} = \frac{0.8}{400 \times 10^{-3}} = 2 \text{ mol. l}^{-1}$$

سرعة التفاعل العكسي: $v_2 = K_2 \cdot [C]^p \cdot [D]^q$

وعند الوصول إلى حالة التوازن: $v_1 = v_2$

$$K_1 \cdot [A]^m \cdot [B]^n = K_2 \cdot [C]^p \cdot [D]^q$$

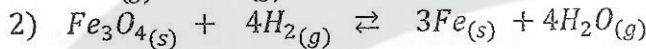
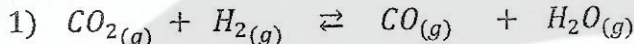
و بترتيب هذه العلاقة:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[C]^p \cdot [D]^q}{[A]^m \cdot [B]^n}$$

نعرف النسبة $\frac{K_1}{K_2}$ بثابت التوازن بدلالة التراكيز K_c و نكتب:

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

سؤال (4): اكتب علاقة ثابت التوازن K_c و K_p لكل تفاعل ثم اكتب العلاقة بينهما:



$$1) K_c = \frac{[CO] \cdot [H_2O]}{[CO_2] \cdot [H_2]}, \quad K_p = \frac{P_{CO} \cdot P_{H_2O}}{P_{CO_2} \cdot P_{H_2}}$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} \Rightarrow K_p = K_c \cdot (RT)^0 \Rightarrow K_p = K_c$$

$$2) K_c = \frac{[H_2O]^4}{[H_2]^4}, \quad K_p = \frac{P_{H_2O}^4}{P_{H_2}^4}$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} \Rightarrow K_p = K_c \cdot (RT)^0 \Rightarrow K_p = K_c$$

$$3) K_c = [CO_2], \quad K_p = P_{CO_2}$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} \Rightarrow K_p = K_c \cdot (RT)^1 \Rightarrow K_p = K_c \cdot RT$$

سؤال (5): قارن بين كمية المواد المتفاعلة والمواد الناتجة

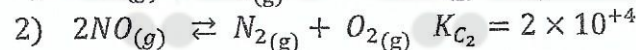
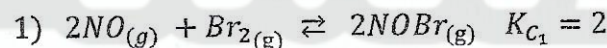
عند بلوغ التوازن في كل من التفاعلين الآتيين:



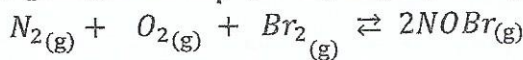
1) $K_c = 10^{-8} \ll 1 \Rightarrow$ كمية المواد المتفاعلة \gg كمية المواد الناتجة.

2) $K_c = 10^{+5} \gg 1 \Rightarrow$ كمية المواد المتفاعلة \ll كمية المواد الناتجة

تطبيق: ليكن لديك المعادلات التي تمثل التفاعلات المتوازنة الآتية عند الدرجة 500 K:

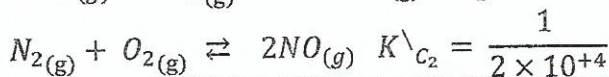
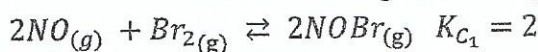


المطلوب: احسب قيمة K_c ثم K_p للتفاعل الآتي:



$$R = 0.082 \text{ atm} \cdot \ell \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

الحل: نجمع المعادلة الأولى مع معاكس الثانية:



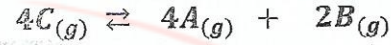
التوازن الكيميائي

سؤال (1): اختر الإجابة الصحيحة:

(1) إذا علمت أن $K_c = 10^{-1}$ في التفاعل المتوازن

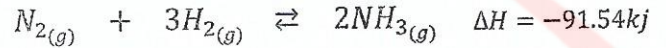


تكون قيمة K_c للتفاعل الممثل بالمعادلة الآتية:



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

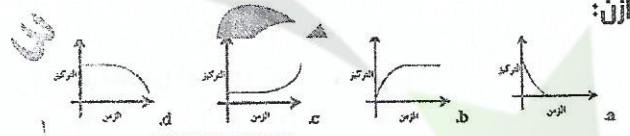
(2) أي من المتغيرات الآتية سوف يؤدي إلى زيادة كفاءة التفاعل في التفاعل المتوازن الآتي:



(a) زيادة درجة الحرارة (b) خفض كمية $N_2(g)$

(c) زيادة الضغط الكلي (d) إضافة حفاز.

(3) أحد الخطوط البيانية يوضح تغير تركيز مادة ناتجة في تفاعل متوازن:



سؤال (2): اعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

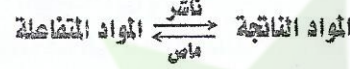
(1) يدعى التوازن الكيميائي بالتوازن الحركي.

لأن التفاعلين المباشر والعكسي لا يتوقفان عند حدوث التوازن.

(2) لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في التفاعلات المتوازنة.

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

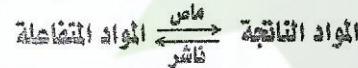
(3) في التفاعلات الناشئة للحرارة تنقص قيمة ثابت التوازن بارتفاع درجة الحرارة.



عند رفع درجة الحرارة يتزاح التوازن في الإتجاه الماص للحرارة وفي مثالنا في الإتجاه العكسي فتتناقص تراكيز المواد الناتجة و تزداد تراكيز المواد المتفاعلة

فتتناقص قيمة ثابت التوازن K_c .

(4) في التفاعلات الهاصة للحرارة تزداد قيمة ثابت التوازن بارتفاع درجة الحرارة



عند رفع درجة الحرارة يرحج التفاعل في الإتجاه الماص للحرارة وفي مثالنا في الإتجاه المباشر فتزداد تراكيز المواد الناتجة و تتناقص تراكيز المواد المتفاعلة

فتزداد قيمة ثابت التوازن K_c .

(5) في التفاعل الآتي: $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ يرجح التفاعل المباشر بخفض الضغط.

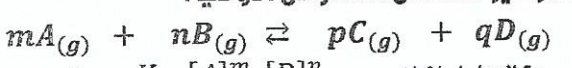
عند خفض الضغط يرجح التفاعل في اتجاه تشكل عدد مولات غازية أكثر و في مثالنا في الإتجاه المباشر.

(6) الحفاز يسرع الوصول إلى حالة التوازن.

لأن الحفاز يزيد من سرعة التفاعل المباشر والعكسي زيادة متساوية (يؤثر على السرعتين بنفس المقدار).

سؤال (3): استنتج عبارة ثابت التوازن الكيميائي بدلالة

التراكيز للتفاعل العكوس الأولي:



$$v_1 = K_1 \cdot [A]^m \cdot [B]^n$$

سرعة التفاعل المباشر:

$$[A]_{eq} = \frac{n}{v} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

	$2A_{(g)}$	+	$B_{(g)}$	\rightleftharpoons	$2C_{(g)}$
بدء	0.4		0.3		0
تفاعل	$-2x$		$-x$		$2x$
توازن	$0.4 - 2x$		$0.3 - x$		$2x$

$$[A]_{eq} = 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \Rightarrow 0.4 - 2x = 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$\Rightarrow x = 0.1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

نعوض في التراكيز عند التوازن :

$$[A]_{eq} = 0.4 - 2x = 0.4 - 0.2 = 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[B]_{eq} = 0.3 - x = 0.3 - 0.1 = 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[C]_{eq} = 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$K_c = \frac{[C]^2}{[A]^2 \cdot [B]} = \frac{(0.2)^2}{(0.2)^2 \cdot (0.2)} = 5$$

$$K_p = K_c (R \cdot T)^{\Delta n}$$

$$\Rightarrow K_p = 5 (0.082 \times 1000)^{-1} = \frac{5}{82}$$

(2)

كل $0.4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$ من A يتفاعل منها $0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$

كل $100 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$ من A يتفاعل منها $y \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$

$$y = \frac{0.2 \times 100}{0.4} = 50 \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \Rightarrow 50 \%$$

الفكرة الثانية : نعطي نسبة مئوية من أجل حساب x.

المسألة (2) : وضع (2 mol) من SO_3 فيه وعاء مغلق حجمه (10ℓ) و سخن الوعاء إلى درجة حرارة ($537^\circ C$) وجد عندها أن (10%) من SO_3 قد تفكك حتى التوازن حسب المعادلة:



(1) احسب قيمة ثابت التوازن K_c

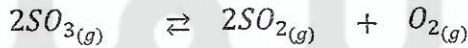
(2) إلى أي جهة يرجح التفاعل عند خفض الضغط ولماذا؟

(3) إلى أي جهة يرجح التفاعل عند زيادة تركيز SO_3 ولماذا؟

$$R = 0.082 \text{ atm} \cdot \ell \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{k}^{-1}$$

$$[SO_3]_0 = \frac{n}{v} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \quad (\text{الحل: 1})$$

$$T = 537 + 273 = 810 \text{ k}$$



بدء	0.2		0		0
تفكك	$-2x$		$2x$		x
توازن	$0.2 - 2x$		$2x$		x

$$2x \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \text{ كل } 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \text{ من } SO_3 \text{ يتفكك منها}$$

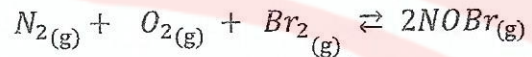
$$10 \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \text{ كل } 100 \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \text{ من } SO_3 \text{ يتفكك منها}$$

$$2x = \frac{0.2 \times 10}{100} = 0.02 \Rightarrow x = 0.01 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

نعوض في التراكيز عند التوازن :

$$[SO_3]_{eq} = 0.2 - 0.02 = 0.18 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[SO_2]_{eq} = 2x = 0.02 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$



$$K_c = K_{c_1} \times K_{c_2} = 2 \times \frac{1}{2 \times 10^4} = 10^{-4}$$

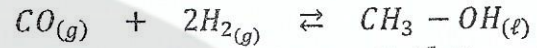
$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

$$K_p = 10^{-4} \cdot (0.082 \times 500)^{-1}$$

$$K_p = 10^{-4} \cdot (41)^{-1} = \frac{10^{-4}}{41}$$

مسألة عن حاصل التفاعل Q : وعاء حجمه (2ℓ) يحوي

عليه (0.08 mol) من الميثانول $CH_3 - OH$ و (0.2 mol) من أحادي أكسيد الكربون CO و (0.4 mol) من الهيدروجين H_2 :



المطلوب : (1) بيّن بالحساب إن كان التفاعل بحالة التوازن أم لا

$$K_c = 7.3$$

(2) إذا لم يكن بحالة التوازن حدد التفاعل الراجح مع التفسير.

(الحل: 1)

$$[CO] = \frac{n}{v} = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{n}{v} = \frac{0.4}{2} = 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[CH_3 - OH] = \frac{n}{v} = \frac{0.08}{2} = 0.04 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$Q = \frac{[CH_3 - OH]}{[CO] \cdot [H_2]^2} = \frac{0.04}{(0.1) \cdot (0.2)^2} = 10 > K_c$$

التفاعل ليس بحالة توازن لأن $Q > K_c$ و التفاعل الراجح هو العكسي.

ملاحظات هامة لحل مسائل التوازن الكيميائي :

(1) بمسائل التوازن نقوم بوضع جدول

(2) المجهول بالجدول هو x ولحسابه نعطي بنص المسألة :

إما (1) تركيز مادة عند التوازن . أو (2) نسبة مئوية . أو (3) ثابت التوازن K_c

(3) لحساب النسبة المئوية المتفاعلة أو المتفككة نقوم بما يلي :

كل سطر أول من الجدول يتفاعل منه سطر ثاني .

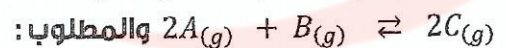
كل 100 يتفاعل منه y

مسائل :

الفكرة الأولى : نعطي تركيز مادة عند التوازن من أجل حساب x.

المسألة (1) : مزج (4 mol) من A مع (3 mol) من B فيه وعاء مغلق حجمه (10ℓ) وعند التوازن بقي فيه الوعاء

(2 mol) من A حسب التفاعل الآتي :



(1) احسب قيمة ثابت التوازن K_c . والمطلوب :

(2) احسب النسبة المئوية المتفاعلة من A .

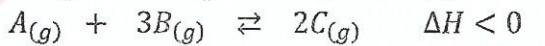
$$T = 1000 \text{ k} \quad R = 0.082 \text{ atm} \cdot \ell \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{k}^{-1}$$

$$[A]_0 = \frac{n}{v} = \frac{4}{10} = 0.4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{n}{v} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

الفكرة الرابعة : نعطى التراكيز عند التوازن (السطر الثالث) و يطلب منا التراكيز عند البدء (السطر الأول).

المسألة (4) : عند بلوغ التوازن في التفاعل الآتي :



كانت التراكيز: $[A]_{eq} = 4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$

$[C]_{eq} = 2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$. $[B]_{eq} = 5 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$

و المطلوب :

(1) احسب التراكيز الابتدائية لكل من A و B .

(2) احسب قيمة ثابت التوازن K_c .

(3) اقترح خمس طرائق تؤدي إلى زيادة كمية C الناتجة .

(الحل: 1)

	$A_{(g)}$	+	$3B_{(g)}$	\rightleftharpoons	$2C_{(g)}$
بدء	$[A]_0$		$[B]_0$		0
تفاعل	-x		-3x		2x
توازن	$[A]_0 - x = 4$		$[B]_0 - 3x = 5$		$2x = 2$

$$[C]_{eq} = 2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \Rightarrow 2x = 2 \Rightarrow$$

$$x = 1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$* [A]_0 - x = 4 \Rightarrow [A]_0 - 1 = 4$$

$$\Rightarrow [A]_0 = 5 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$* [B]_0 - 3x = 5 \Rightarrow [B]_0 - 3 = 5$$

$$\Rightarrow [B]_0 = 8 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$K_c = \frac{[C]^2}{[A].[B]^3} = \frac{(2)^2}{(4).(5)^3} = \frac{1}{125} \quad (2)$$

(3) (a) زيادة تركيز A (b) زيادة تركيز B (c) إنقاص تركيز (d) رفع الضغط (e) خفض درجة الحرارة .

$$[O_2]_{eq} = x = 0.01 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$K_c = \frac{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0.02)^2 \cdot (0.01)}{(0.18)^2} = \frac{1}{8100}$$

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

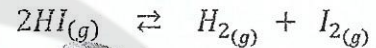
$$\Rightarrow K_p = \frac{1}{8100} (0.082 \times 810)^1 = 82 \times 10^{-4}$$

(2) عند خفض الضغط يرجح التفاعل في الإتجاه المباشر وذلك لرفع الضغط أي نحو تشكل عدد مولات غازية أكثر .

(3) عند زيادة تركيز SO_3 يرجح التفاعل في الإتجاه المباشر و ذلك لإنقاص تركيز SO_3 .

الفكرة الثالثة : نعطى ثابت التوازن من أجل حساب x.

المسألة (3) : يتفكك يود الهيدروجين وفق المعادلة :



فيذا علمت أن التركيز الابتدائي $[HI]_0 = 0.8 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$

إذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل المباشر : $K_1 = 10^{-2}$

و ثابت سرعة التفاعل العكسي $K_2 = 36 \times 10^{-2}$

و المطلوب : (1) احسب ثابت التوازن عند التوازن

(2) احسب تراكيز المواد الثلاثة عند التوازن .

(3) احسب النسبة المئوية المتفككة من يود الهيدروجين .

(1)

$$K_c = \frac{K_1}{K_2} \Rightarrow K_c = \frac{10^{-2}}{36 \times 10^{-2}} \Rightarrow K_c = \frac{1}{36}$$

(2)

	$2HI_{(g)}$	\rightleftharpoons	$H_{2(g)}$	+	$I_{2(g)}$
بدء	0.8		0		0
تفاعل	-2x		x		x
توازن	$0.8 - 2x$		x		x

$$K_c = \frac{[A].[B]}{[C]^2} \Rightarrow \frac{1}{36} = \frac{(x)^2}{(0.8 - 2x)^2}$$

نجد الطرفين :

$$\frac{1}{6} = \frac{x}{0.8 - 2x} \Rightarrow 6x = 0.8 - 2x$$

$$\Rightarrow 8x = 0.8 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

نعوض في التراكيز عند التوازن :

$$[HI]_{eq} = 0.8 - 0.2 = 0.6 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[H_2]_{eq} = x = 0.1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[I_2]_{eq} = x = 0.1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

(3)

كل $0.8 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$ من HI يتفكك منها $0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$

كل $100 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$ من HI يتفكك منها $y \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$

$$y = 25 \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \Rightarrow 25 \%$$

الحموض و الأسس

سؤال(1): اختر الإجابة الصحيحة :

(1) محلول لحمض كلور الماء ($PH = 0$) يكون تركيزه :

$1 \text{ mol. } \ell^{-1}$ (b)	$0.1 \text{ mol. } \ell^{-1}$ (a)
$2 \text{ mol. } \ell^{-1}$ (d)	$0.2 \text{ mol. } \ell^{-1}$ (c)

(2) محلول لحمض الكبريت ($PH = 1$) يكون تركيزه :

$1 \text{ mol. } \ell^{-1}$ (b)	$0.1 \text{ mol. } \ell^{-1}$ (a)
$0.5 \text{ mol. } \ell^{-1}$ (d)	$0.05 \text{ mol. } \ell^{-1}$ (c)

(3) نودد محلول لحمض الأزوت تركيزه $(0.1 \text{ mol. } \ell^{-1})$ بالماء

المقطر (10 مرات) يصبح PH

1 (a)	2 (b)	3 (c)	4 (d)

(4) نمعد محلول لهيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $(1 \text{ mol. } \ell^{-1})$ بالماء

المقطر (100 مرات) يصبح PH :

11 (a)	12 (b)	13 (c)	14 (d)

(5) المحلول الهائي الذي له أعلى قيمة PH من بين الهاليل الآتية

المتساوية التركيز هو وحلول :

NH_4OH (d)	H_2SO_4 (c)	KOH (b)	HCN (a)
--------------	---------------	-----------	-----------

(6) محلول لحمض الأزوت حجمه ($v \text{ ml}$) و $PH = 1$ نهدده بالماء

المقطر فيصبح $PH = 2$ لذلك يكون حجم المحلول بعد التهديد

مقدراً بـ ml :

$10v$ (أ)	$100v$ (ب)	$1000v$ (ج)	$10000v$ (د)
-----------	------------	-------------	--------------

(7) محلول لهيدروكسيد الصوديوم حجمه ($v \text{ ml}$) و $PH = 13$ نهدده

بالماء المقطر فيصبح $PH = 11$ لذلك يكون حجم المحلول

بعد التهديد مقدراً بـ ml :

$10v$ (أ)	$100v$ (ب)	$1000v$ (ج)	$10000v$ (د)
-----------	------------	-------------	--------------

سؤال(2): اعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي :

(1) يعتبر HCl حمض قوي .

لأنه يحتر برتون بسهولة حسب برونشترد-لوري أو لأنه تام التأيّن حسب أرينوس.

(2) يعتبر HCN حمض ضعيف .

لأنه يحتر برتون بصعوبة حسب برونشترد-لوري أو لأنه جزئي التأيّن حسب أرينوس

(3) يعتبر NH_3 أساس ضعيف .

لأنه يستقبل برتون بصعوبة حسب برونشترد - لوري أو لأنه جزئي التأيّن حسب

أرينوس.

أسس لويس	حموض لويس
NH_3, H_2O	$BF_3, BCl_3, Fe^{+2}, Cu^{+2}, H^+$

سؤال(3): حدد علماء المعادلات الآتية الحمض و الأساس حسب

لويس و مانوع الرابطة بينهما :



أساس حمض



أساس حمض



حمض أساس

الرابطة مشتركة تساندية .

سؤال(4): إذا علمت أنّ حمض كلور الماء HCl أقوى من

حمض سيانيد الهيدروجين HCN .

(a) اكتب صيغة الأساس المرافق لكل حمض .

(b) بيّن أيّ الأساسين أقوى .

(a) Cl^- هو الأساس المرافق لـ HCl

CN^- هو الأساس المرافق لـ HCN

(b) HCl حمض أقوى من $HCN \Leftrightarrow Cl^-$ أساس أضعف من CN^- .

لأنه كلما كان الحمض أقوى كان أساسه المرافق أضعف و العكس صحيح .

سؤال(5): إذا علمت أنّ أيون النتريت NO_2^- أساس أقوى من

أيون النترات NO_3^- و المطلوب :

(a) اكتب صيغة الحمض المرافق لكل أساس .

(b) بيّن أيّ الحمضين أقوى ولماذا ؟

(a) HNO_2 هو الحمض المرافق لـ NO_2^-

HNO_3 هو الحمض المرافق لـ NO_3^-

(b) NO_2^- أساس أقوى من $NO_3^- \Leftrightarrow HNO_2$ حمض أضعف من HNO_3

لأنه كلما كان الأساس أقوى كان حمضه المرافق أضعف و العكس صحيح .

سؤال(6): اكتب صيغة الحمض المرافق لكل أساس .

(a) NO_2^- أساس أضعف من HNO_2 حمض أضعف من HNO_3

لأنه كلما كان الأساس أقوى كان حمضه المرافق أضعف و العكس صحيح .

الحموض الضعيفة		الحموض القوية	
CH_3COOH	حمض الخل	HCl	حمض كلور الماء
$HCOOH$	حمض النمل	HNO_3	حمض الأزوت
HCN	حمض سيانيد الهيدروجين	H_2SO_4	حمض الكبريت
الأسس الضعيفة		الأسس القوية	
NH_4OH	هيدروكسيد الأمونيوم و يدعى محلول و يكتب بالمعادلة $NH_3 + H_2O$	$NaOH$	هيدروكسيد الصوديوم (الصود الكاوي)
	النشادر (أو نشادر مميّه)	KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم (البوتاس الكاوي)

قوانين الحموض و الأسس :

الحموض القوية	
HCl	$[H_3O^+] = C_a$
HNO ₃	
H ₂ SO ₄	$[H_3O^+] = 2C_a$
الحموض الضعيفة	
CH ₃ COOH	1) $[H_3O^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a}$
HCOOH	2) $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$
HCN	$\alpha \times 100\%$ وتكتب كنسبة مئوية

الأسس القوية	
NaOH	$[OH^-] = C_b$
KOH	
الأسس الضعيفة	
NH ₄ OH	1) $[OH^-] = \sqrt{C_b \cdot K_b}$
NH ₃ + H ₂ O	2) $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$
	$\alpha \times 100\%$ وتكتب كنسبة مئوية

قوانين مشتركة للحموض و الأسس
$K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$
$[H_3O^+] = 10^{-PH} \Leftrightarrow PH = -\log[H_3O^+]$
$[OH^-] = 10^{-POH} \Leftrightarrow POH = -\log[OH^-]$
$PH + POH = 14$

لحساب PH محلول :
1) إذا كانت المسألة حمض : نحسب $[H_3O^+]$ ثم نحسب الـ PH .
2) إذا كانت المسألة أساس : نحسب $[OH^-]$ ثم نحسب $[H_3O^+]$ من خلال $[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$ ثم نحسب الـ PH .

العلاقة التي تربط بين PH و $[H_3O^+]$:	
$\downarrow [H_3O^+]$	$\uparrow PH$
ينقص $[H_3O^+]$ 10 مرات	إذا ازداد الـ PH بمقدار 1
$[H_3O^+]^{\setminus} = \frac{[H_3O^+]}{10}$	$PH^{\setminus} = PH + 1$
ينقص $[H_3O^+]$ 100 مرة	إذا ازداد الـ PH بمقدار 2
$[H_3O^+]^{\setminus} = \frac{[H_3O^+]}{100}$	$PH^{\setminus} = PH + 2$

العلاقة التي تربط بين PH و $[OH^-]$:	
$\uparrow [OH^-]$	$\uparrow PH$
يزداد $[OH^-]$ 10 مرات	إذا ازداد الـ PH بمقدار 1
$[OH^-]^{\setminus} = 10 [OH^-]$	$PH^{\setminus} = PH + 1$
يزداد $[OH^-]$ 100 مرة	إذا ازداد الـ PH بمقدار 2
$[OH^-]^{\setminus} = 100 [OH^-]$	$PH^{\setminus} = PH + 2$

مسائل :

المسألة الأولى : محلول لحمض الكبريت تركيزه $(0.05 \text{ mol. l}^{-1})$ و المطلوب :

1) اكتب معادلة تأين حمض الكبريت في الماء و حدد الأزواج المترافقة أساس / حمض حسب برونشتد-لوري .

2) احسب PH المحلول .

3) يضاف بالتدريج (20 ml) من محلول الحمض السابق إلى (180 ml) من الماء المقطر ، احسب قيمة PH المحلول بعد التمديد .

4) احسب حجم الماء المقطر الواجب إضافته إلى (50 ml) من المحلول السابق ليصبح $PH = 2$

5) بين بالحساب كيف يتغير تركيز الهيدرونيوم إذا أصبح $PH = 2$.

(1)



(2)

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

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

(3)

$V^{\setminus} = 200 \text{ ml}$	$V = 20 \text{ ml}$
$C^{\setminus} = ? \text{ mol. l}^{-1}$	$C = 0.05 \text{ mol. l}^{-1}$

بعد التمديد

قبل التمديد

$$n_{\text{بعد التمديد}} = n_{\text{قبل التمديد}}$$

$$C \times v = C^{\setminus} \times v^{\setminus}$$

$$0.05 \times 20 = C^{\setminus} \times 200$$

$$C^{\setminus} = 0.005 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[H_3O^+]^{\setminus} = 2C^{\setminus} = 2 \times 0.005 = 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

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

(4)

$V^{\setminus} = ? \text{ ml}$	$V = 50 \text{ ml}$
$C^{\setminus} = ? \text{ mol. l}^{-1}$	$C = 0.05 \text{ mol. l}^{-1}$
$PH^{\setminus} = ?$	

بعد التمديد

قبل التمديد

$$PH^{\setminus} = 2 \Rightarrow [H_3O^+]^{\setminus} = 2C_a^{\setminus} \Rightarrow 0.01 = 2C_a^{\setminus}$$

$$\Rightarrow C_a^{\setminus} = \frac{0.01}{2} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$n_{\text{بعد التمديد}} = n_{\text{قبل التمديد}}$$

$$C \times V = C^{\setminus} \times V^{\setminus}$$

$$0.05 \times 50 = 5 \times 10^{-3} \times V^{\setminus}$$

$$V^{\setminus} = 500 \text{ ml}$$

$$\text{حجم الماء المقطر} = V^{\setminus} - V = 500 - 50 = 450 \text{ ml}$$

(5)

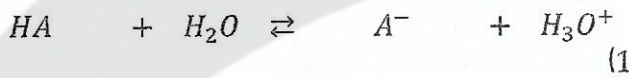
$$PH = 1 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-1} \text{ mol. l}^{-1}$$

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

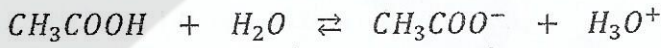
$$\frac{[H_3O^+]^{\setminus}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-2}}{10^{-1}} = 10^{-1} = \frac{1}{10}$$

المسألة الثالثة: محلول لحمض الخل تركيزه $(0.05 \text{ mol} \cdot \ell^{-1})$ و $POH = 11$ المطلوب:

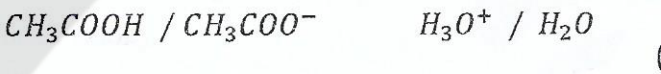
- (1) اكتب معادلة تأينه في الماء و حدد عليها الأزواج المترافقة أساس / حمض .
 - (2) احسب ثابت تأينه K_a .
 - (3) احسب درجة تأينه .
 - (4) احسب حجم الماء المقطر الواجب إضافته إلى (50 ml) من المحلول السابق ليصبح $PH = 3.5$.
 - (5) نضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول لحمض كلور الماء تركيزه $(0.01 \text{ mol} \cdot \ell^{-1})$ احسب تركيز الخلايا في هذه الحالة .
- ملاحظة: إذا طلب منا حمض ضعيف دون ذكر اسم الحمض فنكتب الصيغة العامة للحمض HA و المعادلة:



حمض الخل CH_3COOH حمض ضعيف:



حمض مرافق (2) أساس مرافق (1) أساس (1) حمض (1)



حمض الخل حمض ضعيف نكتب قانونين:

$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a} \quad \alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \quad (1) \quad (2)$$

$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH + 11 = 14 \Rightarrow PH = 3$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

نعوض في (1)

$$[H_3O^+] = 10^{-3} = \sqrt{0.05 \times K_a}$$

$$10^{-6} = 0.05 \times K_a \Rightarrow K_a = 2 \times 10^{-5}$$

(3) نعوض في (2):

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{10^{-3}}{0.05} = 2 \times 10^{-2}$$

و نكتب كنسبة مئوية:

$$2 \times 10^{-2} \times 100\% \Rightarrow 2\% \quad (4)$$

$V^{\setminus} = ? \text{ ml}$	$V = 50 \text{ ml}$
$C^{\setminus} = ? \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$	$C = 0.1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$
$PH^{\setminus} = 3.5$	

بعد التمديد

قبل التمديد

$$PH^{\setminus} = 3.5 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3.5} = \sqrt{C_a^{\setminus} \times 2 \times 10^{-5}}$$

$$10^{-7} = C_a^{\setminus} \times 2 \times 10^{-5} \Rightarrow C_a^{\setminus} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

بعد التمديد = قبل التمديد

$$C \times V = C^{\setminus} \times V^{\setminus}$$

$$5 \times 10^{-2} \times 50 = 5 \times 10^{-3} \times V^{\setminus}$$

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

ينقص تركيز أيونات $[H_3O^+]$ 10 مرات .

المسألة الثانية: أذيب (8 g) من هيدروكسيد الصوديوم الصلب النقي بقليل من الماء المقطر ثم أكمل حجم المحلول إلى (2ℓ) و المطلوب:

- (1) اكتب معادلة تأين الصود الكاوي في الماء .
- (2) احسب التركيز الغرامي ثم المولي للمحلول .
- (3) احسب PH المحلول .
- (4) احسب حجم الماء المقطر الواجب إضافته إلى (10 ml) من المحلول السابق ليصبح $PH = 12$.
- (5) بين بالحساب كيف يتغير تركيز الهيدرونيوم H_3O^+ إذا أصبح $PH = 12$



$$m = 8 \text{ g}, \quad V = 2 \ell$$

$$C_{g \cdot \ell^{-1}} = \frac{m}{V} = \frac{8}{2} = 4 \text{ g} \cdot \ell^{-1}$$

$$C_{mol \cdot \ell^{-1}} = \frac{C_{g \cdot \ell^{-1}}}{M} = \frac{4}{40} = 0.1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1} \quad (3)$$

$$[OH^-] = C_b = 0.1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H_3O^+] \times 0.1 = 10^{-14}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-13} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log[10^{-13}] = 13 \quad (4)$$

$V^{\setminus} = ? \text{ ml}$	$V = 10 \text{ ml}$
$C^{\setminus} = ? \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$	$C = 0.1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$
$PH^{\setminus} = 12$	

بعد التمديد

قبل التمديد

$$PH^{\setminus} = 12 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$10^{-12} \cdot [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow 10^{-12} \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \ell^{-1} = C_b^{\setminus}$$

بعد التمديد = قبل التمديد

$$0.1 \times 10 = 10^{-2} \times V^{\setminus}$$

$$V^{\setminus} = 100 \text{ ml}$$

$$\text{حجم الماء المقطر} = V^{\setminus} - V = 100 - 10 = 90 \text{ ml} \quad (5)$$

$$PH = 13 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-13} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$PH^{\setminus} = 12 \Rightarrow [H_3O^+]^{\setminus} = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

$$\frac{[H_3O^+]^{\setminus}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-12}}{10^{-13}} = 10$$

$$\Rightarrow [H_3O^+]^{\setminus} = 10 [H_3O^+]$$

يزداد تركيز أيونات $[H_3O^+]$ 10 مرات .

(4)
نعوض في (1):

$$[OH^-] = 10^{-3} = \sqrt{0.1 \times K_b}$$

$$10^{-6} = 0.1 \times K_b \Rightarrow K_b = 10^{-5}$$

(5)

$V^{\setminus} = ? \text{ ml}$	$V = 20 \text{ ml}$
$C^{\setminus} = ? \text{ mol. l}^{-1}$	$C = 0.1 \text{ mol. l}^{-1}$
$PH^{\setminus} = 10$	

بعد التمديد

قبل التمديد

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

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

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

$$10^{-8} = C_b^{\setminus} \times 10^{-5} \Rightarrow C_a^{\setminus} = 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$n_{\text{بعد التمديد}} = n_{\text{قبل التمديد}}$$

$$C \times V = C^{\setminus} \times V^{\setminus}$$

$$0.1 \times 20 = 10^{-3} \times V^{\setminus}$$

$$V^{\setminus} = 2000 \text{ ml}$$

$$\text{حجم الماء المقطر} = V^{\setminus} - V = 2000 - 20 = 1980 \text{ ml}$$

(6)

$V^{\setminus} = 100 \text{ ml}$	$V = 10 \text{ ml}$
$C^{\setminus} = ? \text{ mol. l}^{-1}$	$C = 0.1 \text{ mol. l}^{-1}$
$PH^{\setminus} = ?$	

بعد التمديد

قبل التمديد

$$n_{\text{بعد التمديد}} = n_{\text{قبل التمديد}}$$

$$C \times V = C^{\setminus} \times V^{\setminus}$$

$$0.1 \times 10 = C^{\setminus} \times 100$$

$$C^{\setminus} = 0.001 \text{ mol. l}^{-1}$$

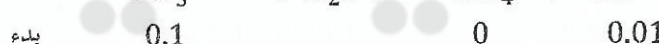
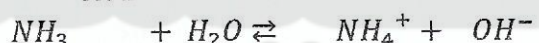
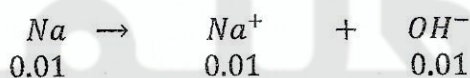
$$[OH^-]^{\setminus} = \sqrt{C_b^{\setminus} \cdot K_b} = [OH^-] = \sqrt{10^{-3} \cdot 10^{-5}}$$

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

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

$$PH^{\setminus} = 10$$

(7)



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

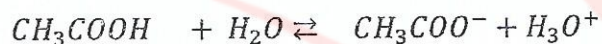
$$10^{-5} = \frac{x(0.01 + x)}{(0.1 - x)}$$

$$x = 10^{-4} \text{ mol. l}^{-1} = [NH_4^+]$$

$$V^{\setminus} = 500 \text{ ml}$$

$$\text{حجم الماء المقطر} = V^{\setminus} - V = 500 - 50 = 450 \text{ ml}$$

(5)



$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{x(0.01 + x)}{(0.05 - x)}$$

$$x = 10^{-4} \text{ mol. l}^{-1} = [CH_3COO^-]$$

المسألة الرابعة : محلول للنشادر تركيزه الابتدائي

(0.1 mol. l⁻¹) ودرجة تأينه (1%) والمطلوب :

(1) اكتب معادلة تأين النشادر في الماء وحدد الأزواج المترافقة

أساس / حمض .

(2) احسب تركيز أيونات الهيدروكسيد و الامونيوم في المحلول .

(3) احسب PH المحلول .

(4) احسب ثابت تأينه K_b .

(5) احسب حجم الماء المقطر الواجب إضافته إلى (20 ml) من

المحلول السابق ليصبح PH = 10

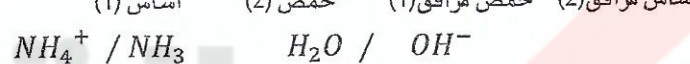
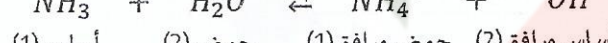
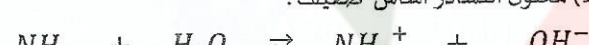
(6) نعدد المحلول السابق (100 مرة) بالماء المقطر , احسب

PH بعد التمديد .

(7) نضيف إلى المحلول السابق قطرات من محلول للصبود الكاوي

تركيزه (0.01 mol. l⁻¹) احسب تركيز الامونيوم في هذه الحالة .

(1) محلول النشادر أساس ضعيف :



(2)

$$[OH^-] = \sqrt{C_b \cdot K_b} \quad \alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$$

(1)

(2)

من (2) نحسب [OH⁻] :

$$\frac{1}{100} = \frac{[OH^-]}{0.1} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[OH^-] = [NH_4^+] = 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

(3)

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H_3O^+] \cdot 10^{-3} = 10^{-14}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-11} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log[10^{-11}] = 11$$

المحاليل المائية للأملاح

سؤال (1): اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

(1) الملح الذائب الذي يتحلل في الماء من الأملاح الآتية هو:

$CaSO_4$ (d)	NH_4NO_3 (c)	$NaNO_3$ (b)	KCl (a)
--------------	----------------	--------------	-----------

(2) المحلول المائي الذي له أكبر قيمة PH من المحاليل الآتية المتساوية التركيز هو

CH_3COONa (d)	NH_4NO_3 (c)	CH_3COONH_4 (b)	$NaCl$ (a)
-----------------	----------------	-------------------	------------

(3) الملح الذائب الذي قيمته $PH < 7$ لمحلوله المائي من بين الأملاح الآتية المتساوية التركيز هو :

Na_2SO_4 (d)	NH_4NO_3 (c)	KCN (b)	KCl (a)
----------------	----------------	-----------	-----------

(4) عند توحيد وحلول وائي له KNO_3 تركيزه $(2.4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1})$ بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أمثال حجمه، يكون التركيز الجديد للمحلول مقدراً بـ $\text{mol} \cdot \ell^{-1}$ وساوياً :

0.2(d)	0.3(c)	0.4(b)	0.6(a)
--------	--------	--------	--------

(6) المحلول المنظم للحموضة من المحاليل الآتية هو:

$HCOOH, HCOOK$ (b)	HCl, KCl (a)
--------------------	----------------

$NH_4OH, NaCl$ (d)	$NaOH, NaNO_3$ (c)
--------------------	--------------------

سؤال (2): أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

(1) الملح يتنوع بخاصية قطبية .

لأنه مركب أيوني يتألف من جزأين : جزء سالب حمضي و جزء موجب أساسي
(2) بعض الأملاح مثل كلوريد الصوديوم يكون كثير الذوبان في الماء.

لأن قوى التجاذب بين الأيونات أقل من قوى التجاذب بين هذه الأيونات وجزئيات الماء أثناء عملية الذوبان .

(3) بعض الأملاح مثل : كلوريد الفضة وغيره يكون قليل الذوبان في الماء.

لأن قوى التجاذب بين الأيونات أكبر من قوى التجاذب بين هذه الأيونات وجزئيات الماء أثناء عملية الذوبان .

(4) ذوبان ملح نترات البوتاسيوم بالماء لا يعدّ حلمة.

لأن أيونه قوين حيايين ناتجين عن حمض قوي و أساس قوي .

سؤال (3): محلول مائي مشبع لملح Ag_3PO_4 قليل

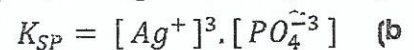
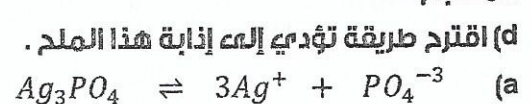
الذوبان في الماء، المطلوب :

(a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح .

(b) اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت جداء الذوبان لهذا الملح .

(c) اقترح طريقة لترسيب قسم من هذا الملح في محلوله المشبع .

(d) اقترح طريقة تؤدي إلى إذابة هذا الملح .



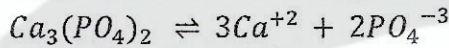
(c) إضافة مادة تامة التأيين تحوي على أيون يماثل أحد أيونات Ag_3PO_4 مثل نترات الفضة Ag_3PO_4 .

(d) إضافة حمض كلور الماء HCl .

سؤال (4): اشرح يترسب ملح كبريتات الباريوم في محلوله المشبع بإضافة محلول لحمض الكبريت إليه .

عند إضافة حمض كبريت إلى المحلول المشبع السابق يزداد تركيز الأيون المشترك (الكبريتات) $[SO_4^{-2}]$ و يصبح $Q > K_{SP}$ فيختل التوازن لذلك يرجح التفاعل في الإتجاه العكسي فتتشكل كمية من الراسب .

سؤال (5): اشرح ينحل فوسفات ثلاثية الكالسيوم عند إضافة حمض كلور الماء .



عند إضافة حمض كلور الماء تتحد أيونات الهيدرونيوم منه مع أيونات الفوسفات من الملح و يتشكل حمض الفوسفور H_3PO_4 ضعيف التأيين فينقص تركيز أيون الفوسفات PO_4^{-3} فيختل التوازن و حسب مبدأ لوشاتوليه يرجح التفاعل في الاتجاه المباشر فتتحل كمية من الملح .

سؤال (6): اكتب معادلة إمالة (تأين) كل من الأملاح الشحيحة الذوبان الآتية ثم اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان K_{SP} لكل ملح

$Ag_3PO_4, Ca_3(PO_4)_2, CaCO_3, PbCrO_4, AgCl$ الأجوبة

$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$ $K_{SP} = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$
$PbCrO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + CrO_4^{-2}$ $K_{SP} = [Pb^{+2}] \cdot [CrO_4^{-2}]$
$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{+2} + CO_3^{-2}$ $K_{SP} = [Ca^{+2}] \cdot [CO_3^{-2}]$
$Ag_3PO_4 \rightleftharpoons 3Ag^+ + PO_4^{-3}$ $K_{SP} = [Ag^+]^3 \cdot [PO_4^{-3}]$
$Ca_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3Ca^{+2} + 2PO_4^{-3}$ $K_{SP} = [Ca^{+2}]^3 \cdot [PO_4^{-3}]^2$

سؤال (7): نضع كمية من ملح سيانيد البوتاسيوم في الماء و المطلوب:

(1) اكتب معادلة حلمة هذا الملح ثم اكتب انطلاقاً منها عبارة ثابت الحلمة K_h .

(2) اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت الحلمة K_h بدلالة K_w .

(3) بيّن نوع وسط الناتج عن الحلمة .

(b) عندما يقول هل يتشكل راسب وضح ذلك بالحساب فإننا نضع علاقة Q و نقارن مع K_{SP} فإذا كان Q أكبر من K_{SP} هذا يعني أن الملح يترسب .
فكرتين لمسائل الأملاح شحيحة الذوبان K_{SP} :
الفكرة (1) : المسألة (1) : محلول مشبع لكلوريد الرصاص
(المطلوب : $K_{SP} = 4 \times 10^{-6}$)

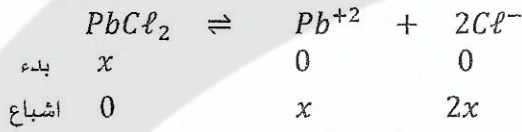
(1) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس .

(2) احسب تركيز أيونات الكلوريد و الرصاص في المحلول المشبع .

(3) نضيف إلى المحلول المشبع السابق ملح لكلوريد

الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $(0.03 \text{ mol. l}^{-1})$ بين بالحساب إن كان ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا .

(الحل : 1)



(2) المحلول مشبع :

$$K_{SP} = [Pb^{+2}] \cdot [Cl^{-}]^2$$

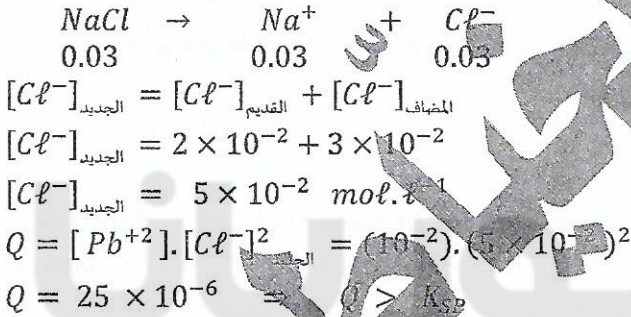
$$4 \times 10^{-6} = x \cdot (2x)^2$$

$$4 \times 10^{-6} = 4x^3$$

$$10^{-6} = x^3 \Rightarrow x = 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1} = [Pb^{+2}]$$

$$[Cl^{-}] = 2x = 2 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

(3)



الفكرة (1) المسألة (2) : محلول مشبع لكبريتات الفضة تركيزه $(0.015 \text{ mol. l}^{-1})$ (المطلوب :

(1) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس .

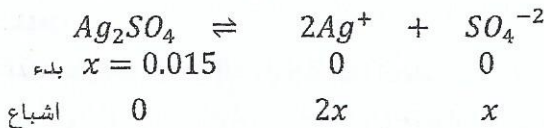
(2) احسب ثابت جداء الذوبان K_{SP} .

(3) نضيف إلى المحلول المشبع السابق ملح لكبريتات

الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $(0.01 \text{ mol. l}^{-1})$ بين بالحساب إن كان ملح كبريتات

الفضة يترسب أم لا .

(1)



المحلول مشبع :

$$[Ag^{+}] = 2x = 2 \times 0.015 = 0.03 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[SO_4^{-2}] = x = 0.015 \text{ mol. l}^{-1}$$

(1) إمارة : $KCN \rightarrow K^{+} + CN^{-}$

حلمية : $CN^{-} + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^{-}$

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

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} \quad (2)$$

(3) أساسي $PH > 7$

سؤال (8) : نضع كمية من ملح نترات الأمونيوم في الماء و المطلوب :

(1) اكتب معادلة حلمية هذا الملح ثم اكتب انطلاقاً منها عبارة ثابت الحلمية K_h .

(2) اكتب العلاقة المعبرة عن ثابت الحلمية K_h بدلالة K_w .

(3) بين نوع وسط الناتج عن الحلمية .

(1) إمارة : $NH_4NO_3 \rightarrow NH_4^{+} + NO_3^{-}$

حلمية : $NH_4^{+} + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^{+}$

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

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} \quad (2)$$

(3) حمضي $PH < 7$

التكافؤات المطلوبة

التكافؤ (2)		التكافؤ (1)	
Ca^{+2}		H^{+}	
Ba^{+2}		Na^{+}	
Pb^{+2}		K^{+}	
Zn^{+2}		Ag^{+}	
Mg^{+2}		Cu^{+}	النحاس I
Mn^{+2}		F^{-}	
Cu^{+2}	النحاس II	Cl^{-}	
Fe^{+2}	الحديد II	Br^{-}	
		I^{-}	
SO_4^{-2}	كبريتات	$R - COO^{-}$	كربوكسيلات
CO_3^{-2}	كربونات	CH_3COO^{-}	خلات
CrO_4^{-2}	كرومات	$HCOO^{-}$	نملات
$Cr_2O_7^{-2}$	ثنائي كرومات	CN^{-}	سيانيد
		NO_3^{-}	نترات
		OH^{-}	هيدروكسيد
		NH_4^{+}	أمونيوم

ملاحظات هامة لحل مسائل الأملاح شحيحة الذوبان (مسائل K_{SP}) :

(1) معادلة إمارة (تأين) هذه الأملاح عكوس لأنها تتأين بشكل جزئي .

(2) في هذه المسائل يوجد طلبين فقط :

(a) عندما يقول محلول مشبع فإننا نضع علاقة K_{SP} .

الكيمياء مع عطار الخطاط

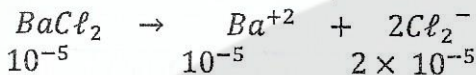
٢) ماذا يحدث عند إضافة قليل من حمض الكبريت إلى المحلول المشبع السابق؟ علّل ذلك و بيّن إذا كان ذلك يتفق مع قاعدة لوشاتوليه أم لا .

(١) نحسب التراكيز بعد المنح مباشرة بالتقسيم على الحجم الكلي :

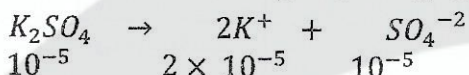
$$[BaCl_2] = \frac{n_{BaCl_2}}{V_{الكلي}} = \frac{10^{-5}}{1000 \times 10^{-3}} = 10^{-5} \text{ mol.}\ell^{-1}$$

$$[K_2SO_4] = \frac{n_{K_2SO_4}}{V_{الكلي}} = \frac{10^{-5}}{1000 \times 10^{-3}} = 10^{-5} \text{ mol.}\ell^{-1}$$

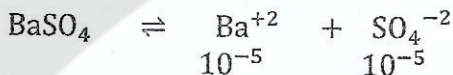
يتميه (يتأين) كلوريد الباريوم حسب المعادلة :



يتميه (يتأين) كبريتات البوتاسيوم حسب المعادلة :



نعوض تراكيز أيون Ba^{+2} و أيون SO_4^{-2} في معادلة إمامة (تأين) كبريتات الباريوم :



$$K_{SP} = [Ba^{+2}] \cdot [SO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = (10^{-5}) \cdot (10^{-5}) \Rightarrow K_{SP} = 10^{-10}$$

٢) عند إضافة حمض كبريت إلى المحلول المشبع السابق يزداد تركيز الأيون المشترك (الكبريتات) $[SO_4^{-2}]$ و $Q > K_{SP}$ فيختل التوازن لذلك يرجح التفاعل في الإتجاه العكسي فتتشكل كمية من الراسب .

تطبيق : احسب ثابت جداء الأيونات للمحلول المائي لكبريتات الكالسيوم ، إذا علمت أن ذوبانيته الكتلية ($0.68 \text{ g.}\ell^{-1}$) علماً أن : $Ca:40$ ، $O:16$ ، $S:32$

$$S_{\text{mol.}\ell^{-1}} = \frac{S_{\text{g.}\ell^{-1}}}{M} \Rightarrow$$

$$S_{\text{mol.}\ell^{-1}} = \frac{0.68}{136} = 0.005 \text{ mol.}\ell^{-1} = x$$



اشباع 0 $x = 0.005$ $x = 0.005$

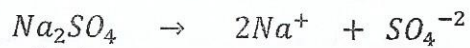
$$K_{SP} = [Ca^{+2}] \cdot [SO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = (0.005) \cdot (0.005) = 25 \times 10^{-6}$$

$$K_{SP} = [Ag^{+}]^2 \cdot [SO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = (0.03)^2 \cdot (0.015) = 135 \times 10^{-7}$$

(2)



$$\frac{0.01}{0.01} \quad \frac{0.02}{0.02} \quad \frac{0.01}{0.01}$$

$$[SO_4^{-2}]_{\text{الجديد}} = [SO_4^{-2}]_{\text{القديم}} + [SO_4^{-2}]_{\text{المضاف}}$$

$$[SO_4^{-2}]_{\text{الجديد}} = 0.015 + 0.01$$

$$[SO_4^{-2}]_{\text{الجديد}} = 0.025 \text{ mol.}\ell^{-1}$$

$$Q = [Ag^{+}]^2 \cdot [SO_4^{-2}]_{\text{الجديد}} = (0.03)^2 \cdot (0.025)$$

$$Q = 225 \times 10^{-7} \Rightarrow Q > K_{SP}$$

يتشكل راسب (يصبح المحلول فوق مشبع) .

الفكرة (2) المسألة (1) : نضيف (100 ml) من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ تركيزه ($0.04 \text{ mol.}\ell^{-1}$) إلى (400 ml) من محلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 تركيزه ($0.02 \text{ mol.}\ell^{-1}$) المطلوب : هل يتشكل راسب من كبريتات الفضة Ag_2SO_4 وضح بالحساب علماً أن $K_{SP} = 135 \times 10^{-7}$.

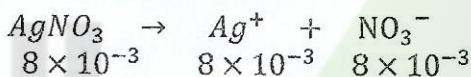
نحسب التراكيز الجديدة بعد المنح :

$$c_1 = \frac{c \times V}{V}$$

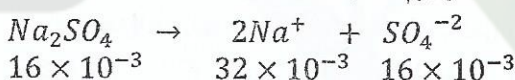
$$[AgNO_3] = \frac{0.04 \times 100 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-3}} = 8 \times 10^{-3} \text{ mol.}\ell^{-1}$$

$$[Na_2SO_4] = \frac{0.02 \times 400 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-3}} = 16 \times 10^{-3} \text{ mol.}\ell^{-1}$$

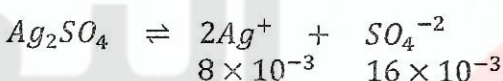
يتميه (يتأين) نترات الفضة حسب المعادلة :



يتميه (يتأين) كبريتات الصوديوم حسب المعادلة :



نعوض تركيز الأيونات Ag^{+} و SO_4^{-2} في معادلة إمامة (تأين) كبريتات الفضة :



$$Q = [Ag^{+}]^2 \cdot [SO_4^{-2}]$$

$$Q = (8 \times 10^{-3})^2 \cdot (16 \times 10^{-3})$$

$$Q = 1024 \times 10^{-9} = 10.24 \times 10^{-7}$$

لا يتشكل راسب (المحلول غير مشبع) . $Q < K_{SP}$

الفكرة (2) المسألة (2) : يضاف (500 ml) من محلول يحوي على (10^{-5} mol) من كلوريد الباريوم إلى (500 ml) من محلول يحوي على (10^{-5} mol) من كبريتات البوتاسيوم للحصول على محلول مشبع من كبريتات الباريوم المطلوب : (١) احسب جداء ذوبان ملح كبريتات الباريوم K_{SP} .

**ملاحظات هامة لحل مسائل الأملاح كثيرة الذوبان
(مسائل الحمضية K_h):**

(1) الإماهة تفاعل تام (الإماهة لانضيف ماء للمعادلة) ثم يتحلل منها الشق الضعيف يتفاعل عكوس (الحمضية نضيف ماء للمعادلة).

(2) في هذه المسائل نقوم بثلاث خطوات إن طلب منا ذلك وإن لم يطلب: نبيه ثم نحلله ثم نحسب ثابت الحمضية K_h .

(3) لحساب ثابت الحمضية K_h علاقتين:
(a) من علاقة حفظناها سابقاً وهي:

$$K_h = \frac{K_w}{K_a \cdot K_b}, \quad K_h = \frac{K_w}{K_b}, \quad K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

(b) من معادلة الحمضية:
$$K_h = \frac{x^2}{x - \text{تركيز الملح}}$$

(4) تهمل x إذا كان قبلها (+) أو (-) تصغر K_h

(5) عند إضافة حمض قوي أو أساس قوي إلى معادلة الحمضية فإننا نتبع أربع خطوات:

(a) نكتب معادلة تأين حمض قوي أو أساس قوي (المادة التي تفاعلها تام).

(b) نضع تحتها التراكيز.

(c) نكتب معادلة الحمضية مرة أخرى.

(d) نأخذ تركيز الأيون المشترك من المادة المضافة ونعوّض في معادلة الحمضية ثم نكمل الحل ونحسب x الجديدة من خلال K_h ثم النسبة المئوية المتحللة الجديدة.

مسائل الحمضية:

الفكرة الأولى: المسألة (1): محلول مائي لـ كلوريد الأمونيوم تركيزه $(0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1})$ فإذا علمت أن ثابت تأين المحلول المائي للنشادر هو $K_b = 2 \times 10^{-5}$ المطلوب:

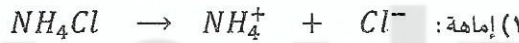
1- اكتب معادلة الحمضية

2- احسب ثابت الحمضية K_h .

3- احسب PH المحلول.

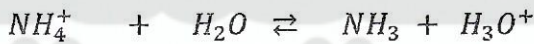
4- احسب النسبة المئوية المتحللة من الملح.

5- نضيف إلى المحلول السابق قطرات من حمض كلور الماء تركيزه $(0.1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1})$ احسب النسبة المئوية المتحللة من ملح كلوريد الأمونيوم في هذه الحالة.



0.2 0.2 0.2

حمضية:



بدء 0.2 0 0

حمضية -x x x

توازن 0.2 - x x x

$K_h = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$	$K_h = \frac{K_w}{K_b}$
$K_h = \frac{x^2}{0.2 - x}$	(1)
(2)	

ملاحظات هامة للأملاح كثيرة الذوبان:

(1) الشق القوي من الملح هو شق ناتج من حمض قوي أو أساس قوي

(أ) هو أيون حيادي لأنه لا يتفاعل مع الماء (لا يتحلله)
(ب) هو الذي يحدّد نوع وسط المحلول

الشقوق القوية هي: $(K^+, Na^+, SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-)$

(2) الشق الضعيف من الملح هو شق ناتج من حمض ضعيف أو أساس ضعيف.

(أ) هو أيون يتفاعل مع الماء (يتحلله)
(ب) هو الذي يحدّد ثابت التأين في علاقة ثابت الحمضية.

الشقوق الضعيفة هي: $(NH_4^+, CN^-, HCOO^-, CH_3COO^-)$
أمثلة:

CH_3COONa خلات الصوديوم	
CH_3COO^-	Na^+
نتج عن حمض ضعيف (حمض الصوديوم) لذلك يدعى شق قوي	نتج عن أساس قوي (هيدروكسيد الصوديوم) لذلك يدعى شق قوي
هو الذي يحدّد وسط المحلول أي: $PH > 7$	حيادي لا يتحلله لا يتفاعل مع الماء
هو الذي يحدّد ثابت التأين في علاقة ثابت الحمضية أي: $K_h = \frac{K_w}{K_a}$	يتحلله أي يتفاعل مع الماء

NH_4Cl كلوريد الأمونيوم	
NH_4^+	Cl^-
نتج عن أساس ضعيف (محلول النشادر) لذلك يدعى شق ضعيف	نتج عن حمض قوي (حمض كلور الماء) لذلك يدعى شق قوي
هو الذي يحدّد ثابت التأين في علاقة ثابت الحمضية أي: $K_h = \frac{K_w}{K_b}$	حيادي لا يتحلله لا يتفاعل مع الماء
يتحلله أي يتفاعل مع الماء	هو الذي يحدّد وسط المحلول أي: $PH < 7$ حمضي

CH_3COONH_4 خلات الأمونيوم	
NH_4^+	CH_3COO^-
نتج عن أساس ضعيف (محلول النشادر) لذلك يدعى شق ضعيف	نتج عن حمض ضعيف (الخل) لذلك يدعى شق ضعيف
الشقين ضعيفين يتفاعلان مع الماء أي يتحللهمان	
$K_h = \frac{K_w}{K_a \cdot K_b}$	
وسط المحلول في هذه الحالة إما حمضي أو أساسي أو معتدل حسب قوة الحمض وقوة الأساس الناتجين عن الحمضية أي حسب K_a و K_b للحمض وللأساس: (1) إذا كان $K_a > K_b$ المحلول حمضي.	
(2) إذا كان $K_a = K_b$ المحلول معتدل.	
(3) إذا كان $K_a < K_b$ المحلول أساسي.	

٢- من (1) نحسب K_h :

$K_h = \frac{[HCOOH][OH^-]}{[HCOO^-]}$	$K_h = \frac{K_w}{K_a}$
$K_h = \frac{x^2}{0.01 - x}$	(1)
(2)	

(2) من (2) نحسب K_h :
 $[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-8} \text{ mol.}\ell^{-1}$ ولكن
 $[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$
 $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-8}} = 10^{-6} \text{ mol.}\ell^{-1} = x$

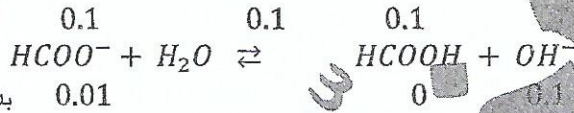
نعوض :
 $K_h = \frac{(10^{-6})^2}{0.01} = 10^{-10}$

(3) نعوض في (2) :

$K_h = \frac{K_w}{K_a} \Rightarrow 10^{-10} = \frac{10^{-14}}{K_a}$

$K_a = 10^{-4}$

(4) كل $(0.2 \text{ mol.}\ell^{-1})$ من الملح يتحلله $(x = 10^{-5} \text{ mol.}\ell^{-1})$
كل $(100 \text{ mol.}\ell^{-1})$ من الملح يتحلله $(y \text{ mol.}\ell^{-1})$
 $y = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.}\ell^{-1} \Rightarrow 5 \times 10^{-3} \%$



بدء	0.1	0.1	0.1
حلمية	$-x^{\setminus}$	x^{\setminus}	x^{\setminus}
توازن	$0.01 - x^{\setminus}$	x^{\setminus}	$0.1 + x^{\setminus}$

$K_h = \frac{x^{\setminus} \cdot (0.1 + x^{\setminus})}{0.01 - x^{\setminus}}$
 $10^{-10} = \frac{x^{\setminus} \cdot (0.1 + x^{\setminus})}{0.01 - x^{\setminus}}$

$\Rightarrow x^{\setminus} = 10^{-11} \text{ mol.}\ell^{-1}$
كل $(0.01 \text{ mol.}\ell^{-1})$ من الملح يتحلله $(x^{\setminus} = 10^{-11} \text{ mol.}\ell^{-1})$
كل $(100 \text{ mol.}\ell^{-1})$ من الملح يتحلله $(y^{\setminus} \text{ mol.}\ell^{-1})$
 $y^{\setminus} = 10^{-7} \text{ mol.}\ell^{-1} \Rightarrow 10^{-7} \%$

$K_h = \frac{K_w}{K_b} \Rightarrow K_h = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10}$

$K_h = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$ (٢)

$\frac{10^{-9}}{2} = \frac{x^2}{0.2 - x} \Rightarrow x^2 = 10^{-10}$

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

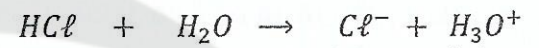
$PH = -\log[H_3O^+] = -\log[10^{-5}] = 5 < 7$

كل $(0.2 \text{ mol.}\ell^{-1})$ من الملح يتحلله $(x = 10^{-5} \text{ mol.}\ell^{-1})$ (٣)

كل $(100 \text{ mol.}\ell^{-1})$ من الملح يتحلله $(y \text{ mol.}\ell^{-1})$

$y = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.}\ell^{-1} \Rightarrow 5 \times 10^{-3} \%$

(٤)



بدء	0.1	0.1	0.1
حلمية	$-x^{\setminus}$	x^{\setminus}	x^{\setminus}
توازن	$0.2 - x^{\setminus}$	x^{\setminus}	$0.1 + x^{\setminus}$

$K_h = \frac{x^{\setminus} \cdot (0.1 + x^{\setminus})}{0.2 - x^{\setminus}}$

$\frac{10^{-9}}{2} = \frac{x^{\setminus} \cdot (0.1)}{0.2} \Rightarrow x^{\setminus} = 10^{-9} \text{ mol.}\ell^{-1}$

كل $(0.2 \text{ mol.}\ell^{-1})$ من الملح يتحلله $(x^{\setminus} = 10^{-9} \text{ mol.}\ell^{-1})$

كل $(100 \text{ mol.}\ell^{-1})$ من الملح يتحلله $(y^{\setminus} \text{ mol.}\ell^{-1})$

$y^{\setminus} = 5 \times 10^{-7} \text{ mol.}\ell^{-1} \Rightarrow 5 \times 10^{-7} \%$

الفكرة الثانية : مسألة (2): محلول مائي لأملاح البوتاسيوم

تركيزه $(0.01 \text{ mol.}\ell^{-1})$ و $PH = 9$ المطلوب :

1- اكتب معادلة الحلمية .

2- احسب ثابت الحلمية K_h .

3- احسب ثابت تأين حمض الخل K_a .

4- احسب النسبة المئوية المتحللة من الملح .

5- نضيف إلى المحلول السابق قطرات من هيدروكسيد

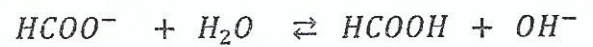
البوتاسيوم تركيزه $(0.1 \text{ mol.}\ell^{-1})$ احسب النسبة

المئوية المتحللة من ملح خلات الصوديوم في هذه

الحالة .



حلمية :



المعايرة الحجمية

سؤال (1): اختر الإجابة الصحيحة:

عند معايرة حمض سيانيد الهيدروجين بهيدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية المعايرة

$PH \leq 7(d)$	$PH = 7(c)$	$PH < 7(b)$	$PH > 7(a)$
----------------	-------------	-------------	-------------

سؤال (2): اعطِ تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

(1) استخدام أحد مشعرات (حمض - أساس) في معايرة التعديل. لمعرفة نقطة نهاية المعايرة.

(2) تكون قيمة $pH < 7$ عند معايرة أساس ضعيف بحمض قوي.

لأن الملح الناتج يحوي على أيون يسلك سلوك حمض ضعيف.

(3) تكون قيمة $pH > 7$ عند معايرة حمض ضعيف بأساس قوي.

لأن الملح الناتج يحوي على أيون يسلك سلوك أساس ضعيف.

(4) يُعتبر محلول كربونات الصوديوم وحلولاً قياسياً أكثر دقة من

محلول هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم

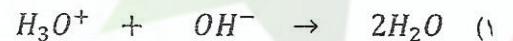
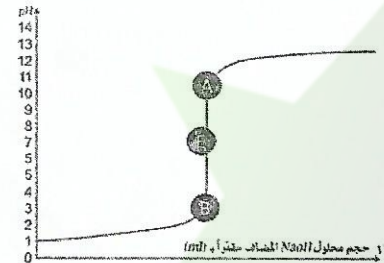
وذلك لأنهما يمتصا الماء و هما في حالتهما الصلبة كما يتعدّر الحصول على وزن دقيق من المادة.

سؤال (3): يبيّن الشكل المجاور متحيز معايرة حمض قوي بأساس قوي:

(1) اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

(2) ماذا تسمّى النقطة E.

(3) حدّد طبيعة الوسط عند كل من النقاط (A, B, E)



(2) النقطة (E) هي نقطة نهاية المعايرة.

(3) عند النقطة (B) الوسط حمضي $PH < 7$

عند النقطة (E) الوسط معتدل $PH = 7$

عند النقطة (A) الوسط أساسي $PH > 7$

لون المشعر	مجال المشعر	لون المشعر	المشعر
أصفر	3.1 - 4.4	أحمر	الهليانتين
أصفر	4.2 - 6.2	أحمر	أحمر المتيل
أزرق	6 - 7.6	أصفر	أزرق بروم التيمول
أحمر بنفسجي	8.2 - 10	عديم اللون	الفنول الفثالئين

أفكار مسائل المعايرة:

الفكرة (1): تفاعل مادة مع مادة (مثال: حمض مع أساس أو حمض مع ملح)

الفكرة (2): تفاعل مادة مع مادتين

(حمض مع أساسين أو أساس مع حمضين).

عندها نكتب:

حمض مع أساسين: $n_{\text{الأساس}(2)} + n_{\text{الأساس}(1)} = n_{\text{الحمض}}$

أساس مع حمضين: $n_{\text{الحمض}(2)} + n_{\text{الحمض}(1)} = n_{\text{الأساس}}$

وعندما يكون الحمض ثنائي الوظيفة (حمض الكبريت) نضرب عدد مولاته بـ 2.

الفكرة (3): عندما يكون لدينا مزيج بالمعايرة فيكون المطلوب هو حساب

النسبة المئوية لمكونات المزيج وعندها نقوم بأربع خطوات:

(1) نكتب معادلة التفاعل.

(2) نحسب تركيز المادة التي تتفاعل في المزيج.

(3) نحسب الكتلة من خلال: $m = M \times c \times v$

(4) نحسب النسبة المئوية.

مسائل المعايرة:

الفكرة (1): تفاعل مادة مع مادة (مثال: حمض مع أساس أو حمض مع ملح)

المسألة (1): يؤخذ (20 ml) من محلول لحمض الكبريت تركيزه $(0.05 \text{ mol} \cdot \ell^{-1})$ و يضاف إلى (10 ml) من محلول للصوديوم الكاوي حتى تمام المعايرة. المطلوب:

(1) اكتب المعادلة الأيونية.

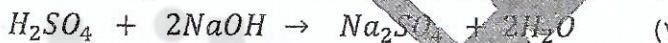
(2) اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

(3) احسب تركيز محلول الصوديوم مقدرًا بـ $\text{mol} \cdot \ell^{-1}$.

(4) ما قيمة PH عند نقطة نهاية المعايرة ولماذا؟ و ما المشعر المناسب لهذه المعايرة ولماذا؟

(5) احسب التركيز المولي لمحلول الملح الناتج و احسب تركيز أيونات الصوديوم فيه.

Na_2SO_4	$NaOH$	H_2SO_4
$v = 30 \text{ ml}$	$v = 10 \text{ ml}$	$v = 20 \text{ ml}$
$c = ? \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$	$c = ? \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$	$c = 0.05 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$



(3) عند نقطة نهاية المعايرة: $2n_{H_2SO_4} = n_{NaOH}$

$$2c \times v = c' \times v' \Rightarrow 2 \times 0.05 \times 20 = c' \times 10 \Rightarrow c' = 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

(3) PH المحلول الناتج عن المعايرة يساوي 7 لأن الملح الناتج لا يتحلل إلى أيونيه قويين حيايين ناتجين من حمض قوي و أساس قوي

المشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول لأن مداه (7.6 - 6) حيث تقع

$PH = 7$ (نهاية المعايرة) ضمن مدى المشعر.

(4) $n_{H_2SO_4} = n_{Na_2SO_4}$

$$c \times v = c' \times v' \Rightarrow 0.05 \times 20 = c' \times 30 \Rightarrow c' = \frac{1}{30} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

حيث:

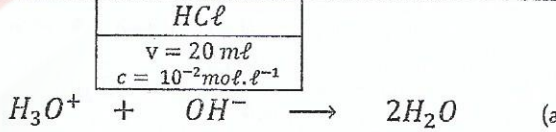
$$\text{حجم محلول} + \text{حجم محلول} = \text{حجم محلول}$$

$$v_{\text{الحمض}} + v_{\text{الأساس}} = v''_{\text{الملح}}$$



$$\frac{1}{30} \longrightarrow \frac{2}{30} = \frac{1}{15} \quad \frac{1}{30}$$

KOH	NaOH
$v^{\backslash} = ? \text{ ml}$	$v^{\backslash} = 5 \text{ ml}$
$c^{\backslash} = 0.05 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$	$c^{\backslash} = 0.02 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$



(ب) عند نقطة نهاية المعايرة: $n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}} + n_{\text{KOH}}$

$$C \times v = c^{\backslash} \times v^{\backslash} + c^{\backslash\backslash} \times v^{\backslash\backslash}$$

$$10^{-2} \times 20 = 0.02 \times 5 + 0.05 \times v^{\backslash\backslash}$$

$$v^{\backslash\backslash} = 2 \ell$$

$v^{\backslash} = ? \text{ ml}$	$v = 10 \text{ ml}$
$C^{\backslash} = ? \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$	$C = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$

بعد التمديد قبل التمديد

$$\text{PH}^{\backslash} = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]^{\backslash} = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \ell^{-1} = C_a^{\backslash}$$

$$n_{\text{قبل التمديد}} = n_{\text{بعد التمديد}}$$

$$C \times v = C^{\backslash} \times v^{\backslash} \Rightarrow 10^{-2} \times 10 = 10^{-3} \times v^{\backslash}$$

$$v^{\backslash} = 100 \ell$$

حجم الماء المقطر = $v^{\backslash} - v = 100 - 10 = 90 \text{ ml}$

$$= 100 - 10 = 90 \text{ ml}$$

الفكرة (3): مزيج يحوي مادتين أحدهما تتفاعل و الأخرى لا تتفاعل فيكون المطلوب هو حساب النسبة المئوية لهيكل المايك

المسألة (4): عينة غير نقية من البوتاس الكاوي كتلتها (8.4 g) أذيت في الماء المقطر وأكمل المحلول إلى حجم (400 ml) فإذا علمت أن (20 ml) من هذا المحلول تحتاج إلى (30 ml) من محلول حمض كلور الماء تركيزه ($0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$) والمطلوب:

و المطلوب:

(1) كتابة معادلة التفاعل الحاصل

(2) تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المستخدم في المعايرة

(3) حساب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم النقي في العينة

(4) حساب النسبة المئوية للشوائب في العينة H: 1 , O: 16 , K: 39

المعايرة		KOH + شوائب 8.4 g 400 ml تأخذ من هذا الحجم 20 ml من أجل المعايرة
HCl	KOH + شوائب	
$v^{\backslash} = 30 \text{ ml}$	$v = 20 \text{ ml}$	
$c^{\backslash} = 0.2 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$	$c = ? \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$	



عند نقطة نهاية المعايرة: $n_{\text{HCl}} = n_{\text{KOH}}$

$$c^{\backslash} \times v^{\backslash} = C \times v$$

$$0.2 \times 30 = C \times 20$$

$$C = \frac{30 \times 0.2}{20} = 0.3 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

(2) حساب الكتلة: $m = M \times C \times v$

(2)

الفكرة (1): تفاعل مادة مع مادة (مثال : حمض مع أساس أو حمض مع ملح)

المسألة (2): عند معايرة (10 ml) من حمض الخل بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه ($0.01 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$) يلزم (40 ml) من محلول الهيدروكسيد و المطلوب:

(1) اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

(2) احسب تركيز محلول حمض الخل.

(3) احسب كتلة الحمض اللازم لتحضير (0.5 l) من المحلول السابق

(4) احسب التركيز المولي لمحلول الملح الناتج .

(5) ما قيمة PH عند نقطة نهاية المعايرة ولماذا ؟

(6) ماهو المشعر المناسب لهذه المعايرة ولماذا ؟

C: 12 , O: 16 , H: 1

CH₃COONa	NaOH	CH₃COOH
$v^{\backslash\backslash} = 50 \text{ ml}$	$v^{\backslash} = 40 \text{ ml}$	$v = 10 \text{ ml}$
$c^{\backslash\backslash} = ? \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$	$c^{\backslash} = 0.01 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$	$c = ? \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$



عند نقطة نهاية المعايرة: $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = n_{\text{NaOH}}$

$$c \times v = c^{\backslash} \times v^{\backslash}$$

$$c \times 10 = 0.01 \times 40 \Rightarrow c = 0.04 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

(3) حساب الكتلة: $m = M \times c \times v$

$$m = 60 \times 0.04 \times 0.5 \Rightarrow m = 1.2 \text{ g}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COONa}} = n_{\text{NaOH}} \quad (4)$$

$$c^{\backslash\backslash} \times v^{\backslash\backslash} = c^{\backslash} \times v^{\backslash}$$

$$c^{\backslash\backslash} \times 50 = 0.01 \times 40 \Rightarrow c^{\backslash\backslash} = 0.008 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

(5) المحلول الناتج عن المعايرة أساسي ($\text{PH} > 7$) لأن الملح الناتج يحوي على أيون يسلك سلوك أساس ضعيف .

(6) المشعر المناسب هو الفينول فتالين لأن مداه (10 - 8.2) يحتوي على قيمة PH نقطة نهاية المعايرة .

الفكرة (2): تفاعل مادة مع مادتين (حمض مع أساسين أو بالعكس)

المسألة (3): محلول لحمض كلور الماء تركيزه ($10^{-2} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$) المطلوب:

(1) احسب قيمة PH محلول هذا الحمض

(2) لمعايرة (20 ml) من محلول الحمض السابق يلزم (5 ml) من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه ($0.02 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$) و حجم معين من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه ($0.05 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$) والمطلوب:

(a) اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل .

(b) احسب حجم هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام المعايرة

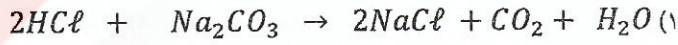
(c) احسب حجم الماء المقطر اللازم لإضافته إلى (10 ml) من محلول الحمض السابق ليصبح $\text{PH} = 3$.

(1) $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(10^{-2}) = 2$$

- (١) اكتب المعادلة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
 (٢) احسب تركيز كربونات الصوديوم في المحلول السابق.
 (٣) احسب النسبة المئوية لكل من الملحّين في العينة.

الحل:



عند نقطة نهاية المعايرة: $n_{HCl} = 2n_{Na_2CO_3}$

$$0.4 \times 50 = 2C \times 100$$

$$C = 0.1 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

(٣) حساب الكتلة: $m = M \times c \times v$

$$m = 106 \times 0.1 \times \frac{100}{1000} \Rightarrow m = 1.06 \text{ g}$$

(٤) حساب النسبة المئوية للشوائب:

كل 2 g يحوي 1.06 g كربونات صوديوم

كل 100 g يحوي y g كربونات صوديوم

$$y = \frac{100 \times 6.72}{8.4} = 80 \text{ g}$$

كلوريد الصوديوم 20 % \Rightarrow كربونات صوديوم 80 % \Rightarrow

$$m = 56 \times 0.3 \times \frac{400}{1000} \Rightarrow m = 6.72 \text{ g}$$

(٤) حساب النسبة المئوية للشوائب:

كل 8.4 g بوتاس كاوي مشوب يحوي 6.72 g نقي

كل 100 g بوتاس كاوي مشوب يحوي y g نقي

$$y = \frac{100 \times 6.72}{8.4} = 80 \text{ g}$$

الشوائب 20 % \Rightarrow نقي 80 % \Rightarrow

الفكرة (3):

المسألة (5): عينة غير نقية من الصود الكاوي (هيدروكسيد الصوديوم) كتلتها (2 g) تذاب في الماء المقطر و أكمل المحلول إلى حجم (100 ml) ثم يعاير المحلول الناتج بمحلول حمض الكبريت تركيزه (0.5 mol . ℓ⁻¹) فيلزم لذلك (40 ml) لإتمام المعايرة و المطلوب :

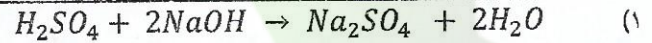
- (١) كتابة المعادلة الأيونية المعبّرة عن التفاعل الحاصل .
 (٢) احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستخدم في المعايرة

(٣) احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم النقي في العينة

(٤) احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة.

مع العلم أن: H: 1 , O: 16 , Na: 23

H_2SO_4	NaOH + شوائب	2 g
v \ = 40 ml	v = 100 ml	NaOH + شوائب
c \ = 0.5 mol . ℓ ⁻¹	c = ? mol . ℓ ⁻¹	100 ml



(٢) عند نقطة نهاية المعايرة: $2n_{H_2SO_4} = n_{NaOH}$

$$2c \times v = c \times v$$

$$2 \times 0.5 \times 40 = c \times 100$$

$$c = 0.4 \text{ mol} \cdot \ell^{-1}$$

(٣) حساب الكتلة: $m = M \times c \times v$

$$m = 40 \times 0.4 \times \frac{100}{1000} \Rightarrow m = 1.6 \text{ g}$$

(٤) حساب النسبة المئوية للشوائب:

كل 2 g صود كاوي مشوب يحوي 1.6 g نقي.

كل 100 g صود كاوي مشوب يحوي y g نقي.

$$y = \frac{100 \times 1.6}{2} = 80 \text{ g}$$

الشوائب 20 % \Rightarrow نقي 80 % \Rightarrow

الفكرة (3):

المسألة (6): أذيت عينة مقدارها (1.75 g) من كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم في الماء و أكمل الحجم إلى (100 ml) إذا علمت أنه يلزم لمعايرة المحلول السابق (50 ml) من محلول حمض كلور الماء تركيزه (0.4 mol . ℓ⁻¹)

المطلوب: