

الكيمياء النووية

أولاً: رمز النواة A_ZX

إذا علمت أن رمز نواة الكربون ${}^{14}_6C$ فما هو عدد بروتوناتها وما عدد نيترونها؟

الحل: العدد السفلي دوماً هو عدد البروتونات أي $P = Z = 6$

أما العدد العلوي فهو مجموع البروتونات والنيوترونات سوياً لذلك نقول

$$N = A - Z = 14 - 6 = 8 \text{ نيترون}$$

ثانياً: الجسيمات الأولية

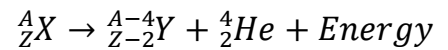
الجسيم النووي	رمزه
جسيم ألفا	4_2He
جسيم بيتا	${}^0_{-1}\beta$ أو ${}^0_{-1}e$
بروتون	1_1H أو 1_1P
بوزيترون	${}^0_{+1}\beta$ أو ${}^0_{+1}e$
نيوترون	1_0n

ثالثاً: أنواع التحولات النووية الطبيعية

(a) التحول الطبيعي من النمط ألفا

سؤال (1): متى تطلق النواة جسيم ألفا نظرياً ثم اكتب المعادلة العامة للتحول الطبيعي له.

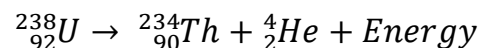
يحدث للنوى التي يزيد عددها الذري عن 83



سؤال (2): تتحول نواة اليورانيوم المشع ${}^{238}_{92}U$ إلى نواة الثوريوم المشع Th بعد تحول طبيعي من النمط ألفا والمطلوب:

• اكتب المعادلة النووية المعبرة عن ذلك التحول.

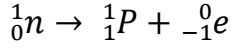
الحل:



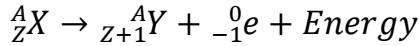
(b) التحول الطبيعي من النمط بيتا

سؤال (1): متى يحدث التحول الطبيعي من النمط بيتا للأتوية وضح ذلك بكتابة المعادلة النووية اللازمة.

يحدث للنوى الواقعة فوق حزام الاستقرار نتيجة تحول نيوترون إلى بروتون.

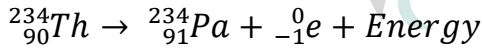


سؤال (2): اكتب المعادلة العامة المعبرة عن التحول الطبيعي لبيتا.



سؤال (3): تتحول نواة الثوريوم المشع ${}^{234}_{90}Th$ إلى نواة البروتكتينيوم Pa بعد تحول طبيعي من النمط بيتا والمطلوب:

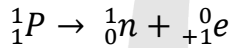
• اكتب المعادلة النووية المعبرة عن ذلك التحول.



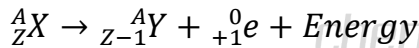
(c) التحول الطبيعي من النمط بوزيترون

سؤال (1): متى يحدث التحول الطبيعي من النمط بوزيترون للأتوية وضح ذلك بكتابة المعادلة النووية اللازمة.

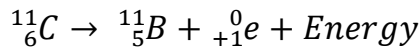
يحدث للنوى الواقعة تحت حزام الاستقرار نتيجة تحول بروتون إلى نيوترون.



سؤال (2): اكتب المعادلة العامة المعبرة عن التحول الطبيعي بوزيترون.



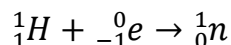
سؤال (3): تتحول نواة الكربون ${}^{11}_6C$ إلى نواة البور المستقر بإطلاقها بوزيترون اكتب المعادلة النووية المعبرة عن ذلك التحول.



(d) الأسر الإلكتروني

سؤال (1): متى تحدث عملية الأسر الإلكتروني ثم وضح ذلك بكتابة المعادلة النووية اللازمة.

تحدث في النوى التي تقع تحت حزام الاستقرار ولا تملك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون، حيث تلتقط النواة إلكترونات من السحابة الإلكترونية المحيطة بها ليرتبط بروتون ويتشكل نيوترون وفق المعادلة:

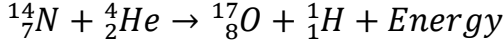


جميع الدروس مشروحة على قناة اليوتيوب (سامح الغلاب كيمياء)

(b) تفاعلات التطافر

تتحول النواة التي قذفت بالجسيم إلى عنصر جديد وتطلق جسيم آخر.

مثال: نقذف نواة النيتروجين بجسيم ألفا فتتحول لنواة الأوكسجين وتطلق بروتون، اكتب المعادلة النووية المعبرة ثم حدد نوع التفاعل.

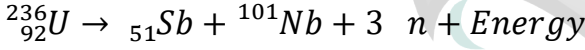


تفاعل تطافر. (تغير نوع العنصر وأطلق جسيم جديد).

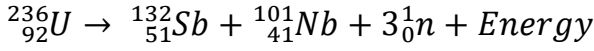
(c) تفاعلات الانشطار

تنشط فيها نواة ثقيلة إلى نواتين متوسطتي الكتلة وتنتشر طاقة هائلة.

مثال: أكمل المعادلة النووية الآتية ثم حدد نوعها:



الحل:



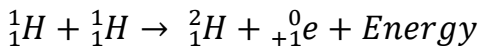
تفاعل انشطار نووي. (قسمت النواة لنواتين في الطرف الثاني).

(d) تفاعلات الاندماج

تندمج نواتان خفيفتان أو أكثر لتشكيل نواة أثقل لكن كتلة النواة الجديدة أصغر من مجموع كتلتي النواتين الخفيفتين. علل ذلك؟؟؟؟

لأن النقص في الكتلة يتحول إلى طاقة هائلة.

مثال: من التفاعلات التي تجري في الشمس دمج نواتين من الهيدروجين العادي لتشكيل نواة ديتريوم وبوزيترون. اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التفاعل ثم حدد نوعه.



تفاعل اندماج. (اندماج نظائر الهيدروجين فالمعادلة اندماج مباشرة)

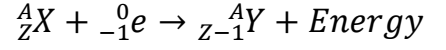
ملاحظة: توجد معادلات عديدة في الكتاب يمكنك التدرب عليها.

سادساً: عمر النصف للمادة المشعة.

هو الزمن اللازم لتحول نصف عدد نوى عنصر مشع وفق نشاط إشعاعي محدد إلى نوى عنصر آخر خلال أزمنة متساوية.

- يتعلق عمر النصف بنوع العنصر المشع فقط.
- لا يتعلق بالخواص الفيزيائية أو الكيميائية.
- لا يتعلق بالضغط أو درجة الحرارة.

سؤال (2): اكتب المعادلة النووية العامة المعبرة عن عملية الأسر الإلكتروني.



مربعاً: سلاسل النشاط الإشعاعي

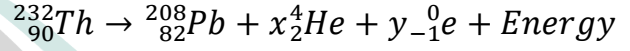
يتحول الثوريوم المشع ${}^{232}_{90}Th$ إلى الرصاص المستقر ${}^{208}_{82}Pb$ وفق سلسلة نشاط إشعاعي والمطلوب:

(1) احسب عدد التحولات من النمط ألفا وعدد التحولات من النمط بيتا التي

يقوم بها الثوريوم حتى يستقر.

(2) اكتب المعادلة النووية الكلية المعبرة عن التفاعل السابق.

الحل:



من قانون مصونية العدد الكتلي:

$$232 = 208 + 4x + 0(y)$$

$$208 = 4x \Rightarrow x = 6$$

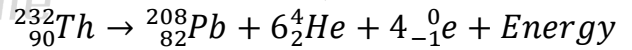
ومن قانون مصونية العدد الذري:

$$90 = 82 + 2x - y$$

$$90 = 82 + 12 - y$$

$$y = 4$$

ومنه تكون المعادلة المعبرة عن السلسلة السابقة:

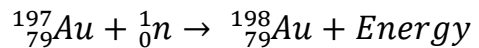


خامساً: التفاعلات النووية (النشاط الإشعاعي الصناعي)

(a) تفاعلات التقاط

تلتقط النواة القذيفة التي قذفت بها دون أن تنقسم.

مثال: عند قذف نواة الذهب ${}^{197}_{79}Au$ بنوترون تتحول إلى نواة الذهب النظير المشع اكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التفاعل ثم حدد نوعه.



تفاعل التقاط (بقي الذهب كما هو لكن تغير عدده الكتلي).

مسألة (3):

إذا علمت بأن الشمس تشع طاقة مقدارها $38 \times 10^{27} J$ في كل ثانية والمطلوب:

احسب النقص في كتلة الشمس خلال يومين علماً بأن سرعة انتشار الضوء في الخلاء $C = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$.

الحل:

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

$$-38 \times 10^{27} \times 48 \times 3600 = \Delta m \times 9 \times 10^{16}$$

$$\Delta m = -7296 \times 10^{13} kg$$

.....

ملاحظة: الفكرة المتغيرة في الدورات هي تغيير الزمن في نص المسألة فقد يطلب النقص في كتلة الشمس خلال دقيقة واحدة أو ساعة كاملة وهكذا.....

تعاليل متبقية.

- 1- يعد النيوترون أفضل قذيفة نووية.
- 2- لأنه متعادل كهربائياً فلا يتنافر مع النواة.
- 3- يرافق تفاعلات الاندماج طاقة هائلة.
- 4- يسبب النقص في الكتلة الذي يتحول لطاقة هائلة.
- 5- لا تتأثر اشعة غاما بالحقل الكهربائي.
- 6- لأنها لا تحمل شحنة كهربائية.
- 7- تنحرف أشعة بيتا نحو اللبوس الموجب لمكتنفة مشحونة أما ألفا فتتحرف لللبوس السالب للمكتنفة.
- 8- لأنها بيتا تحمل شحنة سالبة أما ألفا فتحمل شحنة موجبة.

ثامناً: خواص الإشعاعات والجسيمات

تُحفظ من كتابك المدرسي في الصفحة 11 + 10

وهي هامة جداً تأتي بشكل مقارنات أو تعاليل.



$$t_{\text{كلي}} = t_{1/2} \times n$$

حيث n هي عدد مرات التكرار للانقسام.

مسألة (1):

حُفظت مادة مشعة كتلتها $(12g)$ في مكان آمن وبعد (48 days) وجد أن الكتلة المتبقية منها $(1.5g)$ والمطلوب:

احسب عمر النصف لهذه المادة المشعة.

الحل:

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

نحسب n

$$12g \rightarrow 6g \rightarrow 3g \rightarrow 1.5g$$

ومنه: $n = 3$

$$t_{1/2} = \frac{48}{3} = 16 \text{ days}$$

مسألة (2):

يبلغ عدد نوى عنصر مشع في عينة منه (8×10^5) نواة فإذا علمت بأن عمر النصف لهذا العنصر هو (50 days) وأن عدد النوى في نهاية التحول هو 1×10^5 نواة، فما هو الزمن الكلي لذلك التحول؟

الحل: نحسب n مباشرةً.

$$8 \times 10^5 \rightarrow 4 \times 10^5 \rightarrow 2 \times 10^5 \rightarrow 1 \times 10^5$$

ومنه: $n = 3$

$$t = t_{1/2} \times n = 50 \times 3 = 150 \text{ days}$$

سابعاً: طاقة الارتباط في النواة

علل: كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرة.

لان النقص في الكتلة يتحول إلى طاقة منتشرة تعطى بعلاقة اينشتاين

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

ملاحظة: الطاقة المنتشرة دوماً سالبة وهي تساوي بالقيمة المطلقة (طاقة

الارتباط في النواة) وتعاكسها في الإشارة.

تدريب أكثر:

1- تتحول نواة العنصر المشع الواقعة تحت حزام الاستقرار إلى نواة عنصر مستقر عندما تطلق:

a. نيوترون	b. بوزيترون	c. الفا	d. بيتا
------------	-------------	---------	---------

2- النظائر هي ذرات من نفس العنصر مختلفة بعدد:

a. عدد البروتونات	b. عدد النيوترونات	c. عدد النيوكليونات	d. عدد البوزيترونات
-------------------	--------------------	---------------------	---------------------

3- يطرأ تحول من نموذج بيتا على عنصر الراديوم $^{228}_{88}Ra$ فيتكون عنصر:

a. $^{226}_{88}Ra$	b. $^{226}_{86}Rn$	c. $^{228}_{89}Ac$	d. $^{234}_{90}Th$
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

4- كي يتحول العنصر A_ZX إلى العنصر $^{A+1}_{Z+1}X$ تلقائياً:

a. يكتسب بروتون	b. يخسر نيوترون	c. يطلق جسيم ألفا	d. يطلق جسيم بيتا
-----------------	-----------------	-------------------	-------------------

5- كي يتحول النحاس ^{63}Cu إلى نظيره المشع ^{64}Cu يجب قذفه بـ:

a. نيوترون	b. بوزيترون	c. الفا	d. بيتا
------------	-------------	---------	---------

6- يتحول الذهب الطبيعي غير المشع إلى نظيره الذهب المشع عند قذف نواته بنيوترون وذلك يعد ضمن تفاعل من نمط:

a. الالتقاط	b. تطاير	c. انشطار	d. اندماج
-------------	----------	-----------	-----------

7- من خصائص أشعة غاما:

a. تتأثر بالحقل الكهربائي	b. قدرتها على التأين عالية	c. سرعتها $0.9c$	d. ليس أيّاً مما سبق
---------------------------	----------------------------	------------------	----------------------

8- يتعلق عمر النصف بـ:

a. الروابط الكيميائية	b. كتلة العنصر	c. درجة حرارته	d. نوعه
-----------------------	----------------	----------------	---------

9- تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة:

a. نيوترون	b. غاما	c. الفا	d. بيتا
------------	---------	---------	---------

10- أحد هذه الجسيمات أو الإشعاعات يؤين الغازات بشدة كبيرة:

a. الأشعة المهبطية	b. غاما	c. الفا	d. بيتا
--------------------	---------	---------	---------

11- يتحول الروبيديوم $^{81}_{37}Ra$ إلى نواة الكريبتون Kr عندما يأسر الكترونات من السحابة الإلكترونية المحيطة والتي تكون:

a. $^{81}_{37}Kr$	b. $^{81}_{36}Kr$	c. $^{81}_{35}Kr$	d. $^{77}_{35}Kr$
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

12- عند في الشمس تفاعلات نووية من نوع:

a. الالتقاط	b. تطاير	c. انشطار	d. اندماج
-------------	----------	-----------	-----------

13- نواة عنصر غير مستقرة تقع فوق حزام الاستقرار فللعودة إلى حزام الاستقرار فإنها تطلق جسيم:

a. $^0_{-1}e$	b. $^0_{+1}e$	c. 1_0n	d. 1_1H
---------------	---------------	------------	------------

ثانياً: في الأسئلة الآتية من (14 إلى 16)

تتحول نواة اليورانيوم المشع $^{238}_{92}U$ إلى نواة الرصاص المستقر $^{206}_{82}Pb$ وفق سلسلة نشاط إشعاعي والمطلوب:

14- عدد التحولات من النوع ألفا x :

a. 5	b. 8	c. 6	d. 7
------	------	------	------

15- عدد التحولات من النوع بيتا y :

a. 5	b. 8	c. 6	d. 7
------	------	------	------

16- الهدف من التحولات السابقة هو الحصول على:

a. الرصاص	b. نواة مستقرة	c. نواة مشعة	d. التخلص من اليورانيوم
-----------	----------------	--------------	-------------------------

ملاحظة: ستجد الحلول في نهاية أوراق المكثفة (لكن الأفضل أن تحاول بما بنفسك أولاً)

2- قانون شارل: افترض شارل أن ضغط الغاز يبقى ثابتاً وهو يغير الحجم

والحرارة فقط أي: $P_1 = P_2$ وبجذفهما من العلاقة الذهبية يصبح

قانون شارل:

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

يتناسب حجم الغاز طردياً مع درجة حرارته عند ثبات الضغط.

3- قانون (غاي-لوساك):

القانون هنا بافتراض أن الحجم ثابت أي: $V_1 = V_2$ وعند

حذفهما من العلاقة الذهبية نجد:

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

يتناسب ضغط الغاز طردياً مع درجة حرارته عند ثبات الحجم.

4- قانون أفوغادرو:

حجم (1 mol) من أي غاز في الشرطين النظاميين

 $P = 1 atm$ ودرجة الحرارة $T = 0^\circ C = 273 K$

هو حجم ثابت ويساوي (22.4l).

أي:

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

وعند الشروط النظامية يكون حجم المول الواحد:

$$V = 22.4 \times n$$

بعزل المتغيرات وبقاء الرقم الثابت مكانه:

$$\frac{V}{n} = 22.4 = const$$

لذلك سنستخدم في المسائل:

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

تحويلات هامة:

تحويلات الحجم:

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

تحويلات الضغط:

$$KPa \xrightarrow{10^{+3}} Pa \xrightarrow{10^{-5}} atm$$

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

$$t(^{\circ}C) \xrightarrow{+273} T(K)$$

تحويل درجة الحرارة:

الغازات

أولاً: مفهوم المول وعدد المولات

المول: هو نسبة لقياس كمية المادة في الكيمياء. نرمز له بـ n

يمكن حساب عدد مولات لأي غاز بإحدى القانونين الأساسيين:

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

 m : وهي كتلة الغاز وتقاس بالواحدة الدولية في الكيمياء بالغرام g M : هي الكتلة المولية للمادة (الغاز) واحدها: $g \cdot mol^{-1}$

أما القانون الثاني:

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد أفوغادرو}} = \frac{N}{N_A}$$

ثانياً: قانون الغازات العام (يربط متحولات الغاز كلها ببعضها)

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

لنعزل الثوابت والمتحولات كلاً على حدا فيصبح القانون:

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

يمثل الطرف الأيمن مقادير ثابتة لأن عدد المولات ثابت ما لم يضيف كمية إضافية من الغاز.

و R هي ثابت الغازات العام ويعطى في نص المسألة.

ففي عينة غازية يمكن أن نكتب القانون بالشكل:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \text{العلاقة الذهبية}$$

ثالثاً: قوانين الغازات لتحويلين فقط:

1- قانون بويل: اعتمد في قانونه على العلاقة الذهبية السابقة لكنه افترض أن

درجة الحرارة ثابتة أي: $T_1 = T_2$ وباختصارها من الطرفين نستنتج

قانون بويل مع ثبات الحرارة.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

يتناسب ضغط الغاز عكساً مع الحجم وثبات الحرارة.

مسألة (1):

عينة من غاز الأوكسجين تشغل حجماً قدره 310L عند درجة الحرارة (37°C) وتحت ضغط 41 kPa والمطلوب:

1- احسب عدد مولات الأوكسجين في العينة علماً أن:

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

2- حساب حجم الأوكسجين إذا أصبح الضغط 205 KPa مع ثبوت درجة الحرارة.

3- حساب درجة الحرارة السيليزية التي يصبح عندها حجم الأوكسجين 930L مع ثبوت الضغط.

4- حساب الضغط الذي يصبح عنده حجم الغاز 640L عند الدرجة (47°C).

5- احسب كتلة الأوكسجين في العينة. 0: 16

الحل:

$T = 37 + 273$ $= 310 \text{ K}$	V $= 310 \text{ l}$	P $= 41 \times 10^{-2} \text{ atm}$
-------------------------------------	--------------------------	--

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

$$41 \times 10^{-2} \times 310 = n \times 82 \times 10^{-3} \times 310$$

$$n = 5 \text{ mol}$$

(ط2)

درجة الحرارة ثابتة فتحدف ويصبح:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$41 \times 10^{-2} \times 310 = 205 \times 10^{-2} \times V_2$$

$$V_2 = 62 \text{ l}$$

(3)

الضغط ثابت $P = \text{Const}$

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

$$\frac{310}{310} = \frac{930}{T_2} \Rightarrow T_2 = 930 \text{ K}$$

$$t_c = T - 273 = 930 - 273 = 657^\circ \text{C}$$

(ط4)

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

$$\frac{41 \times 10^{-2} \times 310}{310} = \frac{P_2 \times 640}{320}$$

$$P_2 = 20.5 \times 10^{-2} \text{ atm}$$

$$m = n.M = 5 \times 32 = 160 \text{ g} \quad (\text{ط5})$$

مسألة (2):

نعامل 0.3 mol من غاز الهيدروجين مع كمية مناسبة من غاز النيتروجين في وعاء حجمه 2.46 l وتحت ضغط 1 atm فينتج غاز

النشادر، والمطلوب: $R = 0.082 \text{ atm.l.mol}^{-1}. \text{K}^{-1}$

1- احسب درجة حرارة غاز الهيدروجين في العينة.

2- عدد مولات غاز النشادر الناتج.

3- حجم غاز النشادر الناتج.

الحل:

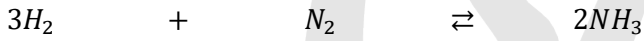
$$P.V = n.R.T$$

$$T = \frac{P.V}{n.R} = \frac{1 \times 246 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-1} \times 82 \times 10^{-3}}$$

$$T = 100 \text{ K}$$

(ط2) المطلوب غاز النشادر ولا يوجد معلومة عنه لذلك سنكتب المعادلة

لإظهاره:



$$n = \frac{0.3 \times 2}{3} = 0.2 \text{ mol}$$

(ط3)

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

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

$$V_2 = \frac{2.46 \times 0.2}{0.3} = 164 \times 10^{-2} \text{ L}$$

هذه المسألة مشابهة تماماً للمسألة الوزارية في الفحص النصفى لعام

2020 وقد وضعتها لكم في نهاية هذا البحث للتدرب عليها.

$$M = \frac{14 \times 10^{-1} \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{246 \times 10^{-2}}$$

$$M = 14 \text{ g.mol}^{-1}$$

ط2) من قانون الغازات العام:

$$P.V = nRT$$

$$n = \frac{P.V}{R.T} = \frac{246 \times 10^{-2} \times 2}{82 \times 10^{-3} \times 300} = 0.2 \text{ mol}$$

ط3)

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

$$m = 0.2 \times 14 = 2.8 \text{ g}$$

ط4)

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد افوغادرو}} = \frac{N}{N_A}$$

$$N = n.N_A$$

$$N = 0.2 \times 6.022 \times 10^{23}$$

$$N = 12044 \times 10^{19} \text{ جزيء}$$

قانون دالتون والضغط الجزئية:

الضغط الكلي لمزيج غازي يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له.

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

ويمكن أن نستخدم القانون الآتي بمعرفة عدد المولات لكل غاز:

$$P_t = n_t \left(\frac{R.T}{V} \right)$$

$$n_t = n_1 + n_2 + \dots \quad \text{حيث:}$$

ملاحظة: تعطى عبارة الضغط الجزئي لغاز وحيد بالعلاقة:

$$P_1 = n_1 \left(\frac{R.T}{V} \right)$$

كثافة الغاز:

انطلاقاً من قانون الغازات العام (الغاز المثالي) استنتج العلاقة المحددة لعبارة كثافة الغاز؟

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

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

$$P.V.M = m.R.T$$

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

وبما أن كثافة الغاز تعطى بالعلاقة: $d = \frac{m}{V}$

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

تُقاس الكثافة بوحدة: g.l^{-1}

❖ علل يرتفع المنطاد عالياً عند تسخين الهواء داخله.

لأن تسخين الهواء يؤدي لتقصان كثافته لتصبح أقل من كثافة الهواء المحيط به مما يؤدي إلى ارتفاعه.

(الكثافة تتناسب عكساً مع درجة الحرارة) حسب القانون:

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

مسألة (3):

تبلغ كثافة غاز 1.4 g.l^{-1} وحجمه $2L$ وتحت الضغط 2.46 atm

ودرجة الحرارة 27°C :

1- احسب الكتلة المولية لهذا الغاز.

2- احسب عدد مولات هذا الغاز.

3- احسب كتلة هذا الغاز.

4- احسب عدد الجزيئات لهذا الغاز.

$$\text{عدد افوغادرو} = 6.022 \times 10^{23}$$

الحل: الكتلة المولية توجد بقانونين فقط هما (عدد المولات - الكثافة)

لكنه أعطانا الكثافة لذلك سنستخدم قانونها.

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

جميع الدروس مشروحة على قناة اليوتيوب (سامح الغلاب كيمياء)

وبنفس الطريقة والقانون نجد:

$$P_2 = 5 (246 \times 10^{-3}) = 1230 \times 10^{-3} atm$$

$$P_3 = 3 (246 \times 10^{-3}) = 738 \times 10^{-3} atm$$

للتأكد من الحل يجب أن يكون:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P_t = 492 \times 10^{-3} + 1230 \times 10^{-3} + 738 \times 10^{-3}$$

$$P_t = 2460 \times 10^{-3} = 246 \times 10^{-2} atm$$

.....

مسألة (5):

يحتوي مزيج غازي على (60%) من غاز الأوكسجين و (16%) من غاز النيتروجين و (24%) من غاز الهيدروجين في وعاء مغلق ضغطه الكلي (2 atm) والمطلوب:

1- احسب الضغط الجزئي لكل غاز.

2- إذا كان عدد مولات الغازات كلها 10 mol فاحسب عدد مولات كل غاز في العينة.

الحل: في نص المسألة لدينا:

$X_1 = 60\%$	$X_2 = 16\%$	$X_3 = 24\%$	$P_t = 2$
--------------	--------------	--------------	-----------

ومنه وحسب القانون:

$$P_1 = X_1 \cdot P_t = \frac{60}{100} \times 2 = 1.2 atm$$

$$P_2 = X_2 \cdot P_t = \frac{16}{100} \times 2 = 0.32 atm$$

$$P_3 = X_3 \cdot P_t = \frac{24}{100} \times 2 = 0.48 atm$$

ط2)

لدينا: القانون الثاني للنسبة: $X_i = \frac{n_i}{n_t}$ فمنه:

$$n_1 = X_1 \cdot n_t = \frac{60}{100} \times 10 = 6 mol$$

$$n_2 = X_2 \cdot n_t = \frac{16}{100} \times 10 = 1.6 mol$$

$$n_3 = X_3 \cdot n_t = \frac{24}{100} \times 10 = 2.4 mol$$

سؤال: استنتج عبارة الضغط الكلي لمزيج غازي بدلالة الكسر المولي.

الضغط الجزئي للغاز:

$$P_1 = n_1 \left(\frac{R \cdot T}{V} \right)$$

والضغط الكلي للمزيج الغازي:

$$P_t = n_t \left(\frac{R \cdot T}{V} \right)$$

بنسب الضغط الجزئي للضغط الكلي:

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

و ندعو النسبة: $X_i = \frac{n_i}{n_t}$ بالكسر المولي فيصبح:

$$\frac{P_1}{P_t} = X_i \Rightarrow P_1 = X_i \cdot P_t$$

.....

مسألة (4):

لدينا وعاء حجمه (100l) يحتوي (2mol) من غاز الأرجون و (5mol) من غاز الهيليوم و (3mol) من النيتروجين عند الدرجة (27°) والمطلوب:

1- احسب الضغط الكلي للمزيج الغازي في الوعاء.

2- احسب الضغط الجزئي لكل غاز في المزيج.

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

ط1)

$$P_t = n_t \left(\frac{R \cdot T}{V} \right)$$

$$n_t = n_1 + n_2 + n_3$$

$$n_t = 2 + 5 + 3 = 10 mol$$

$$\Rightarrow P_t = 10 \left(\frac{82 \times 10^{-3} \times 300}{100} \right)$$

$$P_t = 10 (246 \times 10^{-3}) = 246 \times 10^{-2} atm$$

ط2)

$$P_1 = n_1 \left(\frac{R \cdot T}{V} \right)$$

$$P_1 = 2 (246 \times 10^{-3}) = 492 \times 10^{-3} atm$$

مثال:

❖ احسب نسبة سرعة انتشار غاز الأوكسجين إلى سرعة انتشار غاز

الهيدروجين علماً أن: $O: 16 \quad H: 1$

الحل:

$$\frac{v_{O_2}}{v_{H_2}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

$$\frac{v_{O_2}}{v_{H_2}} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \sqrt{\frac{1}{16}} = \frac{1}{4}$$

4- علل عند رش كمية صغيرة من العطر في غرفة تنتشر رائحته بكل أرجاء الغرفة.

بسبب الحركة العشوائية لجزيئات الغاز لتتملأ الحيز التي توجد فيه بشكل متجانس تقريباً.

5- الخطوط البيانية هامة وغير مهمشة (شاهد الفيديو الأول للغازات).

مسألة (6):

عينة من غاز الأوكسجين حجمها 24.6 L عند الضغط 1 atm ودرجة الحرارة 27°C والمطلوب:

1- عدد مولات هذه العينة من الأوكسجين.

2- إذا تحول غاز الأوكسجين إلى غاز الأوزون O_3 عند الضغط ودرجة الحرارة ذاتها.

• احسب عدد مولات غاز الأوزون الناتج.

• حجم غاز الأوزون الناتج.

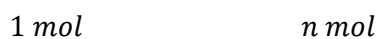
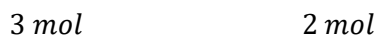
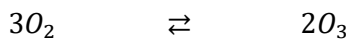
$$P.V = n.R.T$$

$$n = \frac{P.V}{T.R} = \frac{1 \times 24.6 \times 10^{-1}}{300 \times 8.2 \times 10^{-3}}$$

$$n = 1 \text{ mol}$$

2) المطلوب غاز الأوزون ولا يوجد معلومة عنه لذلك سنكتب

المعادلة لإظهاره:



قانون غراهام في الانتشار والتسرب:

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

تناسب سرعة انتشار الغاز عكساً مع الجذر التربيعي للكتلة المولية لهذا الغاز.

مثال:

لدينا العينات الغازية $CO_2 - CH_4 - NH_3$ رتب هذه الغازات حسب سرعة انتشارها في الهواء مبرهنأ بالعلاقة الرياضية المناسبة.

(C: 12 H: 1 N: 14 O: 16 N: 14)

حسب قانون غراهام:

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

تناسب السرعة عكساً مع الجذر التربيعي للكتلة المولية.

$$M_{CO_2} = 12 + 16(2) = 44 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{CH_4} = 12 + 1(4) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

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

ومنه نرتب الغازات تصاعدياً حسب سرعتها:



ملاحظات:

1- إذا بقي عدد المولات نفسه يبقى الضغط نفسه حتى وإن تغير نوع الغاز

مثال:

مزيج غازي يحتوي 3 mol من غاز البروبان و 4 mol من غاز

الميثان عند الضغط 1 atm فإذا استبدل المزيج بـ 7 mol من غاز

الهيدروجين فيكون الضغط:

2.24atm	22.4atm	1 atm	7 atm
---------	---------	-------	-------

2- تذكر أن الكثافة تتناسب طردياً مع الكتلة المولية حسب: $d = \frac{P.M}{R.T}$

أعلى كثافة بين الغازات الآتية:

H_2	N_2	O_2	CH_4
-------	-------	-------	--------

3- يمكن أن يطلب بشكل نظري نسبة سرعة انتشار غاز إلى غاز آخر

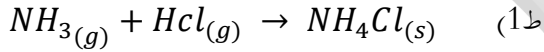
فنطبق قانون غراهام.

مسألة (8): دورة 2020

لدينا حوجلتان حجم كل منهما 1.5l عند الدرجة 27°C بحيث تحوي الأولى غاز النشادر كتلته 5.1g والأخرى غاز كلور الهيدروجين كتلته 3.65g ، نفتح الصمام بينهما فينتفعلان وينتج ملح كلوريد الأمونيوم الصلب، والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة التفاعل.
- 2- احسب عدد مولات الغاز المتبقي عند نهاية التفاعل.
- 3- احسب الضغط عند نهاية التفاعل مع إهمال حجم الملح الناتج.
- 4- احسب كتلة كلوريد الأمونيوم.

(N:14 H:1 Cl:35.5)



2ط) لحساب الغاز المتبقي عند نهاية التفاعل نحسب عدد مولات كل مادة ثم نحسب الفرق بينهما فهو المتبقي من التفاعل.

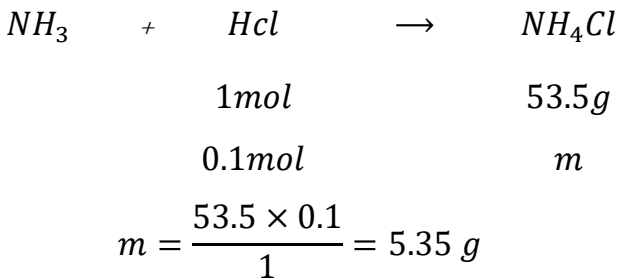
$$n_{(HCl)} = \frac{m}{M} = \frac{3.65}{36.5} = 0.1 \text{ mol}$$

$$n_{(NH_3)} = \frac{m}{M} = \frac{5.1}{17} = 0.3 \text{ mol}$$

بما أن نسبة التفاعل 1:1 فإن عدد المولات المتبقي:

$$n = 0.3 - 0.1 = 0.2 \text{ mol} \quad (3ط)$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.2 \times 0.082 \times 300}{3} = 1.64 \text{ atm} \quad (4ط)$$



ملاحظات عن المسألة:

$$n = \frac{1 \times 2}{3} = \frac{2}{3} \text{ mol}$$

(3ط)

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

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

$$V_2 = \frac{24.6 \times \frac{2}{3}}{1} = 16.4 \text{ L}$$

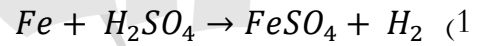
مسألة (7): نفس المسألة الأولى بالدرس

منطاد مليء بغاز الهيدروجين يستخدمه مستكشف ليصل به إلى القطب الشمالي وقد حصل على غاز الهيدروجين من تفاعل حمض الكبريت المدد مع برادة الحديد فإذا كان حجم المنطاد في الشطين النظاميين 600 m³ ونسبة غاز الهيدروجين المتسرب 40% :

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

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

الحل:



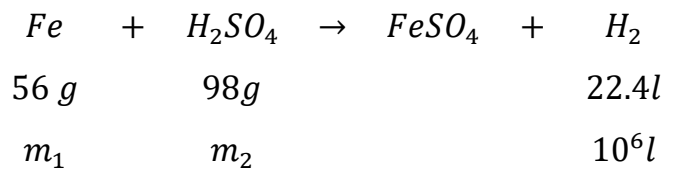
2) لا يهم النسبة المتسربة، بل نحتاج النسبة المستخدمة فقط لذلك:

الملي 60 m³ يجب ضخ 100 m³

الملي 600 m³ يجب ضخ V m³

$$V = \frac{600 \times 100}{60} = 1000 \text{ m}^3$$

$$V = 1000 \times 10^3 \text{ l} = 10^6 \text{ l}$$



$$m_1 = \frac{56 \times 10^6}{22.4} = 25 \times 10^5 \text{ g}$$

(3ط)

$$m_2 = \frac{98 \times 10^6}{22.4} = 4375000 \text{ g}$$

تدرب أكثر:

1- يزداد ضغط الغاز موجود في وعاء مغلق عندما:

زيادة حجم الوعاء	زيادة درجة الحرارة	تغير نوع الغاز
------------------	--------------------	----------------

2- يعبر عن العلاقة التي تربط حجم الغاز بدرجة حرارته وفق قانون:

بويل	شارل	غاي لوساك
------	------	-----------

3- غاز درجة حرارته ثابتة وضغطه $P_1 = 2atm$ وحجمه $V_1 = 10L$ فإذا أصبح حجمه $V_2 = 5L$ فإن ضغطه الكلي الجديد:

4atm	0.4 atm	20 atm
------	---------	--------

4- تتناسب كثافة غاز طرداً مع:

عدد المولات	الكتلة المولية	درجة الحرارة
-------------	----------------	--------------

5- القانون الذي يدرس سرعة انتشار الغاز بدلالة كتلته المولية هو:

قانون أفوغادرو	غراهام	دالتون
----------------	--------	--------

6- بالون مخصص للأطفال ضغط الغاز داخله $P_1 = 0.4atm$ وحجمهالغاز فيه $V_1 = 3L$ نضعه في التلاحة فترة زمنية معينة فيصبح حجمه:

0.4atm	0.2atm	0.8atm
--------	--------	--------

7- يشغل المول الواحد من أي غاز الحجم ذاته في الشروط المتماثلة من الضغط

والحرارة وندعوه بـ:

قانون أفوغادرو	الحجم المولي	الكسر المولي
----------------	--------------	--------------

ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية

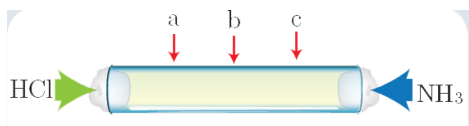
(a) احسب قيمة R لمول واحد من غاز في الشرطين النظاميين؟ (صفحة 32).

(b) عدد أربع من خواص النظرية الحركية للغازات؟ (صفحة 37).

(c) في الشكل المجاور أنبوب زجاجي طوله $1m$ نضخ غاز HCl من أحد طرفيه بينما

نضخ غاز النشادر من الطرف الآخر فينتفاعل الغازان ويتشكل ماح كلوريد

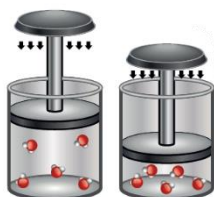
الأمونيوم الصلب ففي أي نقطة تتوقع حدوث التفاعل ولماذا؟



4- انظر للشكل المجاور ثم أجب عن كل مما يلي:

(a) عن أي قانون من قوانين الغازات يعبر الشكل المجاور.

(b) ارسم الخط البياني الذي يعبر عن تبيحتك التي توصلت إليها.



5- الغاز التالي هو غاز تتوافر فيه عدة شروط عدد ما لا يقل عن ثلاثة منها؟

(توبه الجواب في الصفحة 32)

مسألة (9): مشابهة للثالثة في الدرس

مزيج غازي حجمه $30l$ يحوي $2g$ من غاز الهيدروجين و $16g$ من غاز الأوكسجين وكمية من غاز مجهول فإذا علمت أن الضغط الكلي في الوعاء $4.23 atm$ عند درجة الحرارة $27^\circ C$ فالمطلوب:

1- احسب الضغط الجزئي لكل غاز.

2- احسب عدد مولات الغاز المجهول.

$$(O: 16 \quad H: 1)$$

ط (1) لحساب الضغط يلزمنا عدد المولات لذلك نكتب:

$$n_{(H_2)} = \frac{m}{M} = \frac{2}{2} = 1 \text{ mol}$$

$$n_{(O_2)} = \frac{m}{M} = \frac{16}{32} = 0.5 \text{ mol}$$

الغاز المجهول x لا نعلم كتلته المولية لذلك لا نستطيع حساب عدد مولاته.

$$P_{(H_2)} = n_{(H_2)} \frac{RT}{V} = 1 \times \frac{0.082 \times 300}{30} = 0.82atm$$

$$P_{(O_2)} = n_{(O_2)} \frac{RT}{V} = 0.5 \times \frac{0.082 \times 300}{30} = 0.41atm$$

الغاز المجهول نلجأ لقانون الضغط الكلي لحسابه:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_x \Rightarrow P_x = P_t - P_1 - P_2$$

$$P_x = 4.23 - 0.82 - 0.41 = 3 \text{ atm}$$

2) نستخدم قانون الضغط الجزئي الذي لم نستطع استخدامه بدايةً.

$$P_x = n_x \frac{RT}{V} \Rightarrow n_x = \frac{P_x V}{RT}$$

$$n_x = \frac{3 \times 30}{0.082 \times 300} = 3.6 \text{ mol}$$

مسألة (10): (لك أنت عزيزي الطالب)

خليط مكون من $0.06g$ هيدروجين و $1.4g$ من غاز النيتروجين و $0.34g$ من غاز النشادر تحت ضغط كلي $4atm$ ودرجة حرارة $(1000^\circ K)$ والمطلوب:

1- عدد مولات كل غاز.

2- الكسر المولي لكل غاز.

3- الضغط الجزئي لكل غاز.

4- الحجم الكلي للمزيج.

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

$$(N = 14, H: 1)$$

$$V_D = \frac{1}{2} \times 0.12 \times \frac{4}{1} = 0.24 \text{ mol. l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

♦ مسألة (2): ليكن الدينا التفاعل $A \rightarrow 2B$ وقد تم تعيين تغير

تركيز المادة B خلال الزمن وفق الجدول الآتي:

[B] mol. l ⁻¹	0	0.6	0.8	1.0
t(s)	0	10	20	30

1- اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A وعبارة السرعة

الوسطية لتشكيل المادة B .

2- اكتب عبارة السرعة الوسطية للتفاعل.

3- احسب قيمة السرعة الوسطية لتشكيل المادة B بين اللحظتين

$(0 \rightarrow 10s)$.

4- احسب قيمة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A بين اللحظتين

$(20 \rightarrow 30s)$.

الحل:

$$V_{(avg)B} = + \frac{\Delta[B]}{\Delta t} \quad \text{و} \quad V_{(avg)A} = - \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \quad (1)$$

$$V_{avg} = V_{avg(A)} = \frac{1}{2} V_{avg(B)} \quad (2)$$

أو تكتب بالشكل العام:

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

$$V_{avg(B)} = + \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = + \frac{(0.6-0)}{(10-0)} \quad (3)$$

$$= 0.06 \text{ mol. l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

4) الجدول المعطى للمادة B لذلك سنحسب السرعة الوسطية لها أولاً

بين اللحظتين $20s$ و $30s$ ثم سنربط بينها وبين المادة A

$$V_{(avg)B} = + \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = + \frac{(1 - 0.8)}{(30 - 20)}$$

$$= 0.02 \text{ mol. l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

الآن نربط السرعتين مع بعضهما:

$$V_{avg(A)} = \frac{1}{2} V_{avg(B)}$$

$$V_{avg(A)} = \frac{1}{2} \times 0.02 = 0.01 \text{ mol. l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

سرعة التفاعل الكيميائي

أولاً: تصنيف التفاعلات الكيميائية من حيث سرعتها:

a. تفاعلات سريعة جداً: كاحتراق غاز البوتان

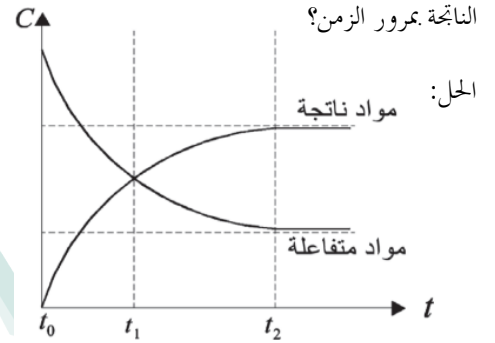
b. تفاعلات بطيئة: كتشكيل صدأ الحديد

c. تفاعلات بطيئة جداً: كتشكيل النفط والغاز.

ثانياً: سرعة التفاعلات الكيميائية

ارسم خطأً بيانياً توضح فيه تغيرات تراكيز كل من المواد المتفاعلة والمواد

الناجمة بمرور الزمن؟



الحل:

عند بداية التفاعل كانت تراكيز المواد المتفاعلة عظمى وتراكيز المواد الناتجة معدومة وبعد فترة زمنية معينة نلاحظ ثبات التراكيز على قيم معينة.

♦ مسألة (1): ليكن لدينا التفاعل الآتي:



1- اكتب عبارات السرعة الوسطية لاستهلاك كل مادة متفاعلة

والسرعة الوسطية لتكون كل مادة ناتجة.

2- ما العلاقة التي تربط بين السرعات السابقة؟

3- إذا كانت السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A 0.12 mol. l^{-1}

فاحسب السرعة الوسطية لتكون كل من المادة C والمادة D .

الحل:

$$v_B = - \frac{\Delta[B]}{\Delta t} \quad v_A = - \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \quad -1$$

$$v_D = + \frac{\Delta[D]}{\Delta t} \quad v_C = + \frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$

$$v_{avg} = - \frac{1}{2} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = - \frac{1}{3} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{1} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{4} \frac{\Delta[D]}{\Delta t} \quad -2$$

أي:

$$V_{avg} = \frac{1}{2} V_A = \frac{1}{3} V_B = V_C = \frac{1}{4} V_D$$

$$V_C = \frac{1}{2} V_A = \frac{1}{2} \times 0.12 = 0.06 \text{ mol. l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \quad -3$$

$$\frac{1}{4} V_D = \frac{1}{2} V_A$$

$$C' = \frac{C}{2}$$

اي أن كل مادة سينقص تركيزها الى النصف: (نعوض):

$$v_3 = K \left(\frac{[A]}{2} \right) \times \left(\frac{[B]}{2} \right)^2$$

$$v_3 = \frac{1}{8} \times K \times [A] \times [B]^2$$

$$v_3 = \frac{1}{8} v_0$$

(تنقص سرعة التفاعل إلى الثمن)

(4)

n (بعد الضغط) = n (قبل الضغط)

$$V \times C = V' \times C'$$

$$V \times C = \frac{V}{4} \times C'$$

$$C' = 4C$$

أي يزداد تركيز كل مادة أربع مرات (نعوض):

$$v_4 = K(4[A])(4[B])^2$$

$$v_4 = 64K[A][B]^2$$

$$v_4 = 64 v_0$$

ملاحظات:

chemistry is Life

مربعاً: قانون سرعة التفاعل اللحظية

ليكن لدينا المعادلة العامة الآتية: نواتج $mA(g) + nB(g) \rightarrow$

تعطى عبارة السرعة اللحظية لهذا التفاعل بالشكل الآتي:

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

● لا تدخل المواد الصلبة (s) والمواد السائلة (l) في عبارة السرعة

لأن: تراكيذها ثابتة مهما اختلفت كميتها.

● K الموجود في القانون هو ثابت السرعة ويتعلق بطبيعة المواد المتفاعلة

ودرجة الحرارة معاً وتتعلق واحده بالأمثال التفاعلية.

● ادرس الجدول صفحة 54 لزيادة تركيز الملاحظة الأولى.

● مسألة (3):

ليكن لدينا التفاعل الغازي الآتي: $A(g) + 2B(g) \rightarrow 2C(g)$

كيف تتغير سرعة هذا التفاعل في كل مما يلي

- 1- عند زيادة تركيز المادة A مرتين.
- 2- عند زيادة تركيز المادة B ثلاث مرات.
- 3- عند زيادة الحجم إلى الضعف.
- 4- عند زيادة الضغط أربع مرات.

الحل:

$$v_0 = K[A][B]^2 \quad \text{قبل التغير:}$$

(1) عند زيادة تركيز المادة A مرتين:

$$v_1 = K(2[A])[B]^2$$

$$v_1 = 2K[A][B]^2$$

$$v_1 = 2v_0$$

(تزداد سرعة التفاعل مرتين)

(2) عند زيادة تركيز المادة B ثلاث مرات:

$$v_2 = K[A]([3B])^2$$

$$v_2 = 9K[A][B]^2$$

$$v_2 = 9v_0$$

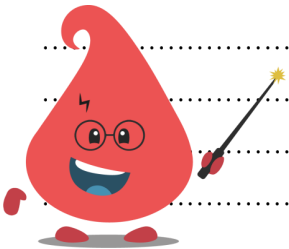
(تزداد سرعة التفاعل تسع مرات)

(3) عند زيادة الحجم إلى الضعف:

n (بعد زيادة الحجم) = n (قبل زيادة الحجم)

$$V \times C = V' \times C'$$

$$V \times C = 2V \times C'$$



$$\begin{aligned} [A] &= 0.4 - X & [B] &= 0.4 - 2X \\ &= 0.4 - 0.1 & &= 0.4 - 0.2 \\ &= 0.3 \text{ mol.l}^{-1} & &= 0.2 \text{ mol.l}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_1 &= K[A][B]^2 \\ v_1 &= 10^{-2}(0.3)(0.2)^2 \\ v_1 &= 12 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{S}^{-1} \end{aligned}$$

الطلب 3) يتوقف التفاعل عندما ينعدم مركز المادة A أو B أو كلاهما وعندها $V = 0$

$$\text{إما : } [A] = 0$$

$$\begin{aligned} 0.4 - X &= 0 \\ X &= 0.4 \text{ mol.l}^{-1} \\ [B] &= 0.4 - 2X \\ [B] &= 0.4 - 0.8 - 0.4 \text{ mol.l}^{-1} \end{aligned}$$

مرفوض لأن التراكيز موجبة دوماً

$$\text{أو } [B] = 0$$

$$\begin{aligned} 0.4 - 2X &= 0 \\ 2X &= 0.4X = 0.2 \text{ mol.l}^{-1} \\ [A] &= 0.4 - 0.2 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1} \\ [C] &= 2X = 0.4 \text{ mol.l}^{-1} \end{aligned}$$

(الطلب 4)

mol.l^{-1}	A	+ 2B	→ 2C
ت (بدء)	0.4	0.4	0
ت (بعد زمن)	0.2	0	0.4

(a) السرعة الوسطى لاستهلاك المادة B:

$$V_{avg}(B) = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{(0 - 0.4)}{10} = 0.04 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$$

(b) السرعة الوسطى للتفاعل بالاعتماد على المادة B:

$$\begin{aligned} V_{avg} &= \frac{1}{2} \times V_{avg}(B) = \frac{1}{2} \times 0.04 \\ &= 0.02 \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{S}^{-1} \end{aligned}$$

ملاحظات:

مسألة (4):

نمزج (200) ml من محلول مادة A تركيزه 1.2 mol.l^{-1} مع (400) ml من محلول مادة B تركيزه 0.6 mol.l^{-1} فيحدث التفاعل الأولي التالي عند درجة حرارة مناسبة:



1- احسب سرعة التفاعل الابتدائية علماً أن ثابت السرعة 10^{-2} .

2- احسب سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه [B] نصف ما كان عليه.

3- احسب تراكيز المواد الثلاث عندما يتوقف التفاعل.

4- بفرض أن التفاعل يتوقف بعد 10 ثانية من البدء المطلوب:

(a) احسب السرعة المتوسطة لاستهلاك المادة B.

(b) احسب السرعة الوسطى للتفاعل.

الحل:

نحسب التراكيز الجديدة لأننا في حالة مزج بين مادتين

$$n_{\text{المزج}} = n_{\text{قبل المزج}}$$

$$C \times V = C' \times V'$$

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

$$[A]_0 = \frac{200 \times 10^{-3} \times 1.2}{600 \times 10^{-3}} = \frac{1.2}{3} = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{400 \times 10^{-3} \times 0.6}{600 \times 10^{-3}} = \frac{2.4}{6} = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

mol.l^{-1}	A	+ 2B	→ 2C
ت (بدء)	0.4	0.4	0
ت (بعد زمن)	0.4 - x	0.4 - 2x	2x

$$v_0 = K[A]_0[B]_0^2 \quad (\text{الطلب 1})$$

$$v_0 = 10^{-2}(0.4)(0.4)^2$$

$$v_0 = 6.4 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$$

(الطلب 2)

$$[B] = \frac{1}{2} [B]_0$$

$$0.4 - 2X = \frac{1}{2} \times 0.4$$

$$0.4 - 2X = 0.2$$

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

فالتراكيز المتبقية هي:

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

$$V = 10^{-2} \times (0.2)^2 \times (0.2)$$

$$V = 8 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

(3) عدد المولات يبقى ثابتاً عند زيادة الحجم أي يمكن أن نكتب

(بعد زيادة الحجم) n = (قبل زيادة الحجم)

$$V \times C = V' \times C'$$

$$V \times C = 2V \times C'$$

$$C' = \frac{C}{2}$$

أي أن كل مادة سينقص تركيزها الى النصف: (نعوض):

$$V' = K \left[\frac{A}{2} \right]^2 \cdot \left[\frac{B}{2} \right]$$

$$V' = \frac{1}{8} V_0 = \frac{1}{8} \times 48 \times 10^{-5}$$

$$V' = 6 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

(4) نستخدم الطريقة العامة للحل:

كل 0.4 mol.l^{-1} من المادة A يتفاعل منها $2x$

كل 100 mol.l^{-1} يتفاعل منها 40%

$$\Rightarrow 2x = \frac{0.4 \times 40}{100} = 0.16$$

$$x = 0.08 \text{ mol.l}^{-1}$$

ومنه بالتعويض في المادة C نجد:

$$[C] = 2x = 0.16 \text{ mol.l}^{-1}$$

يمكنك مشاهدة الفيديو الآتي عن شرح مسائل السرعة



مسألة (5):

وضع 4 mol من الغاز A مع 3 mol من الغاز B في وعاء مغلق سعته 10 l

فيحدث التفاعل الآولي عند درجة حرارة معينة وفق المعادلة:



1- احسب سرعة التفاعل الابتدائية إذا كان $k = 10^{-2}$

2- احسب سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه $[A] = [B]$

3- بين بالحساب كيف تتغير سرعة هذا التفاعل الابتدائية إذا تضاعف

حجم الوعاء الذي يحدث فيه هذا التفاعل مع ثبات درجة الحرارة.

4- تركيز المادة C إذا تفاعل 40% من المادة A .

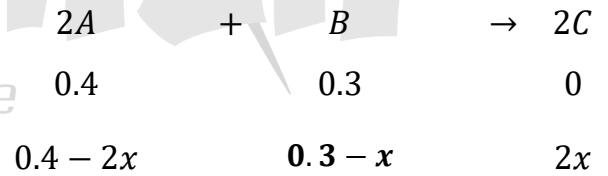
الحل:

نحسب التراكيز الابتدائية أولاً:

$$[A]_0 = \frac{n}{V} = \frac{4}{10} = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{n}{V} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$$

نعوض في المعادلة بالشكل:



$$v = K[A]_0^2 \cdot [B]_0 \quad (1)$$

$$V = 10^{-2} \times (0.4)^2 \times (0.3)$$

$$= 48 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

(2) من الفرض لدينا:

$$[A] = [B]$$

$$0.4 - 2x = 0.3 - x$$

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

نعوض في تراكيز المادتين بعد زمن:

$$[A] = 0.4 - 2x = 0.4 - 0.2 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

خامساً: مرتبة التفاعل

هي مجموع أسس تراكيز المواد المتفاعلة في عبارة سرعة التفاعل.

♦ مسألة (6): يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:



وكانت النتائج لقياس سرعة التفاعل الابتدائية في عدة تجارب بتراكيز مختلفة

رقم التجربة	$[B](mol.l^{-1})$	$[A](mol.l^{-1})$	$v(mol.l^{-1})$
1	0.1	0.1	21×10^{-4}
2	0.1	0.2	84×10^{-4}
3	0.2	0.2	84×10^{-4}

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية واستنتج رتبة التفاعل.

2- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل.

$$v = K[A]^x \cdot [B]^y$$

نعوض نتائج التجارب الثلاث:

$$21 \times 10^{-4} = K (0.1)^x (0.1)^y \dots (1)$$

$$84 \times 10^{-4} = K (0.2)^x (0.1)^y \dots (2)$$

$$84 \times 10^{-4} = K (0.2)^x (0.2)^y \dots (3)$$

نقسم المعادلة الأولى على الثانية (أو بإمكانك العكس) فنجد:

$$\frac{21 \times 10^{-4}}{84 \times 10^{-4}} = \frac{K (0.1)^x (0.1)^y}{K (0.2)^x (0.1)^y}$$

$$\frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^x \Rightarrow x = 2$$

نقسم الان المعادلة الثانية على المعادلة الثالثة (أو بالعكس):

$$\frac{84 \times 10^{-4}}{84 \times 10^{-4}} = \frac{K (0.2)^x (0.1)^y}{K (0.2)^x (0.2)^y}$$

$$\frac{1}{1} = \left(\frac{1}{2}\right)^y \Rightarrow y = 0$$

وبالتالي تكون عبارة سرعة التفاعل اللحظية بعد تعويض x و y فيها:

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

ط2) من التجربة الأولى:

$$21 \times 10^{-4} = K (0.1)^x (0.1)^y$$

$$21 \times 10^{-4} = K (0.1)^2 \Rightarrow K = 21 \times 10^{-2}$$

✪ عزيزي الطالب توجد مسائل عديدة في كتابك المدرسي تدرّب على مسألة

إضافية عن هذا النمط من المسائل لتركيز المعلومة والفكرة.

✪ لا تنسى أن طريقة حل المسائل مشروحة على اليوتيوب إن واجهتك أي صعوبة.

سادساً: مراحل حدوث التفاعل الكيميائي

✪ نظرية التصادمات:

سؤال (1): تقوم نظرية التصادمات على فرضيتين ما هما؟

- حدوث تفاعل كيميائي يجب أن تصادم دقائق المواد المتفاعلة مع بعضها.
- التصادم شرط لازم لكنه غير كافٍ لحدوث التفاعل.

سؤال (2): علل التصادم شرط لازم لكنه غير كافٍ لحدوث التفاعل؟

لوجود تصادمات فعالة واخرى غير فعالة.

سؤال (3): حتى يكون التصادم فعالاً لأبداً من توافر شرطين ما هما؟

- أن تأخذ دقائق المواد وضعاً فراغياً مناسباً.
- أن تمتلك دقائق المواد المتفاعلة الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل (طاقة التنشيط).

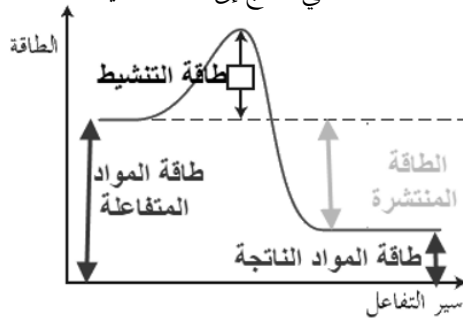
سؤال (4): عرف طاقة التنشيط وبماذا تتعلق؟

هي الحد الأدنى من الطاقة الواجب توافرها لوصول طاقة المواد المتفاعلة إلى الحالة الانتقالية.

وتتعلق بطبيعة المواد المتفاعلة. (يمكن أن يأتي اختر إجابة).

سؤال (5): ارسم المخطط الطاقى لتفاعل ناشر للحرارة ثم عدد المراحل التي

تمر من خلالها التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة التنشيط.



المرحلة الأولى: إضعاف روابط جزيئات المواد المتفاعلة.

المرحلة الثانية: تشكل الحالة الانتقالية أو ما يسمى المقعد النشط.

المرحلة الثالثة: تفكك المقعد النشط وتشكل النواتج.

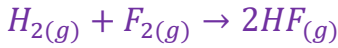
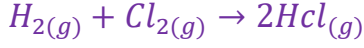
جميع الدروس مشروحة على قناة اليوتيوب (سامح الغلاب كيمياء)

أولاً: طبيعة المواد المتفاعلة:

سؤال (11): ليكن لدينا المركبين الآتيين C_2H_6 و C_5H_{12} أي منهما سرعة احتراقه أكبر ولماذا؟

سرعة احتراق C_2H_6 أكبر لأن عدد الروابط $C-H$ و $C-C$ فيه أقل بالتالي يحتاج طاقة تنشيط أقل فيكون أسرع.

سؤال (12): ليكن لدينا التفاعلين الآتيين:



فإذا علمت أن: $\Delta H_b = (F - F) = 156.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\Delta H_b = (H - H) = 435 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_b = (Cl - Cl) = 243 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

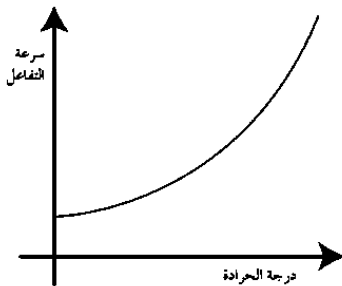
أي التفاعلين أسرع؟ علل ذلك

الحل: بما أن طاقة الرابطة في جزيء الفلور أقل من طاقة الرابطة في جزيء الكلور فعندها يكون تفاعل الفلور مع الهيدروجين أسرع من تفاعل الكلور معه.

ثانياً: درجة الحرارة

سؤال (13): علل تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بازدياد درجة الحرارة؟ وارسم خطاً بيانياً توضح ذلك

لأن زيادة درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة حركية أكبر أو تساوي طاقة التنشيط، فيزداد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل.



ثالثاً: تأثير الوسيط

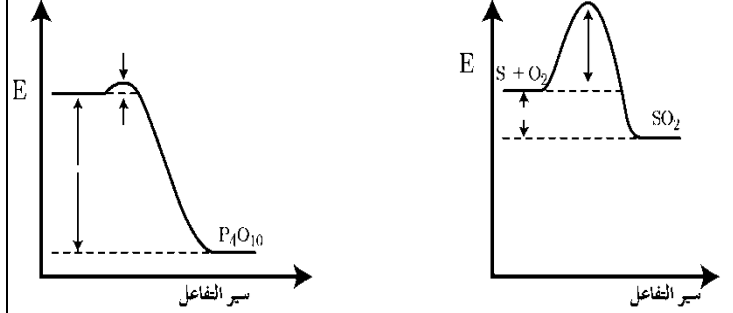
سؤال (14): عرف الوسيط واذكر نوعاه وبين عملهما في التفاعلات الكيميائية؟

سؤال (6): عرف المقعد النشط وحدد موقعه في المخطط السابق؟

هو مركب مرحلي غير ثابت يتشكل آنياً ولا يمكن فصله من المزيج التفاعلي.

(أعلى نقطة في المنحني عند طاقة التنشيط هي المقعد النشط).

سؤال (7): ليكن لدينا المخططين البيانيين الآتيين:



أي التفاعلين يحتاج طاقة تنشيط أكبر؟ وأي التفاعلين أسرع؟ فسر؟

يحتاج التفاعل الأول (على اليمين) إلى طاقة تنشيط أكبر فيكون بطيء ومنه التفاعل الثاني طاقة تنشيطه أقل فيكون أسرع.

سؤال (8): التفاعلات التي تحتاج طاقة تنشيط كبيرة تميل إلى أن تكون بطيئة علل ذلك؟

لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون صغيراً.

سؤال (9): التفاعلات التي تحتاج طاقة تنشيط صغيرة تميل إلى أن تكون سريعة علل ذلك؟ لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون كبيراً.

سؤال (10): علل المواد الصلبة والسائلة تراكيزها ثابتة مهما اختلفت كميتها؟

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

عدد العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي

1- طبيعة المواد المتفاعلة.

2- درجة الحرارة.

3- الوسيط.

4- التركيز.



تعاليل متنوعة

- 1- احتراق مسحوق الفحم أسرع من احتراق قطعة فحم مائلة له بالكتلة. لأن مساحة سطح التماس في مسحوق الفحم أكبر من مساحة سطح التماس لقطعة الفحم المائلة بالكتلة.
- 2- تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة تراكيز المواد المتفاعلة. بسبب زيادة عدد التصادمات الفعالة.
- 3- التحريك يزيد من سرعة التفاعل؟ لأنه يجعل المواد المتفاعلة على تماس مع بعضها أكثر
- 4- تحفظ الأطعمة في الثلاجة فترة طويلة دون أن تفسد. لأن درجة الحرارة المنخفضة تبطئ من سرعة تحللها.

التفاعلات الغير أولية:

تم على عدة مراحل ولا تتوافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلة التفاعل وتعطى عبارة السرعة للمرحلة الأبطأ.

مثال: (هامر)

يحدث التفاعل الغازي الآتي في الغلاف الجوي:



على مرحلتين:



اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية له ثم فسر إجابتك؟



لأنه تفاعل غير أولي تم على عدة مراحل.. فتكون عبارة السرعة له هي عبارة السرعة للمرحلة الأبطأ.

ملاحظات:

.....
.....

الوسيط: مادة تغير من سرعة التفاعل الكيميائي القابل للحدوث دون أن يتغير تركيبه الكيميائي في نهاية التفاعل ويقسم إلى مسرع للتفاعل (حفاز) ومبطئ للتفاعل (مثبط).

سؤال (15): علل الحفز يسرع التفاعل الكيميائي؟

لأنه يعمل على تخفيض طاقة التنشيط.

سؤال (16): علل المثبط يببطئ من سرعة التفاعل الكيميائي؟

لأنه يعمل على رفع طاقة التنشيط

رابعاً: تأثير تغير التركيز

سؤال (17): ما الفرق بين التفاعلات المتجانسة والتفاعلات غير المتجانسة؟

التفاعلات المتجانسة تكون فيها جميع المواد المتفاعلة والناجحة من طور واحد.

التفاعلات غير المتجانسة مختلفة في أطوار موادها.

سؤال (18): ليكن لدينا التفاعل الآتي:



- 1- هل التفاعل متجانس أم لا ولماذا؟
- 2- اقترح طريقتين لزيادة سرعة هذا التفاعل

الحل:

ط1) التفاعل متجانس لأن جميع المواد من طور واحد (غازات)

ط2) الطريقة الأولى: زيادة تركيز الهيدروجين.

الطريقة الثانية: زيادة تركيز الأوكسجين.

سؤال (19): ليكن لدينا التفاعل الآتي:



- a. هل التفاعل متجانس أم لا ولماذا؟
- b. اقترح طريقتين لزيادة سرعة هذا التفاعل.

الحل:

a. التفاعل غير متجانس لأن المواد المتفاعلة والناجحة من أطوار مختلفة.

b. الطريقة الأولى: زيادة تركيز حمض الكبريت

الطريقة الثانية: تحويل قطعة الزنك إلى برادة لزيادة مساحة سطح التماس.

التوازن الكيميائي

أولاً المفهوم الحركي

- ❖ يسمى التوازن في التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معدومة.
- ❖ لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في تفاعل متوازن لأن المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة في نفس الشروط.

سؤال (1):

ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:



والمطلوب:

- 1- بين كيف تتغير تراكيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة بمرور الزمن.
- 2- ما الذي يحصل عند الوصول لحالة التوازن الكيميائي في التفاعل.
- 3- ارسم مخططاً بيانياً يوضح تغير سرعتي التفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزمن.
- 4- ارسم مخططاً بيانياً يوضح تغير تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة بمرور الزمن.

الحل:

(1ط) في بداية التفاعل: تكون تراكيز المواد المتفاعلة عظمى أي أن سرعة التفاعل المباشر أعظمية، في حين تكون تراكيز المواد الناتجة معدومة أي أن سرعة التفاعل العكسي معدومة.

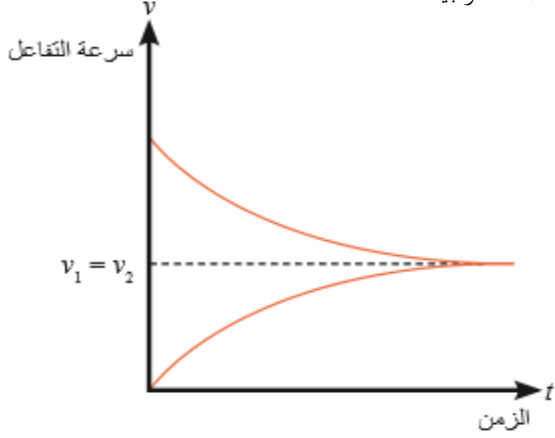
وبمرور الزمن: تنقص تراكيز المواد المتفاعلة لأنها تستهلك فتتقص سرعة التفاعل المباشر وتزداد سرعة التفاعل العكسي لزيادة تراكيز المواد الناتجة حتى نصل لمرحلة تتساوى فيها السرعتان فنصل لحالة التوازن الكيميائي الذي ندعوه التوازن الحركي.

(2ط) عند الوصول لحالة التوازن يتحقق ما يلي:

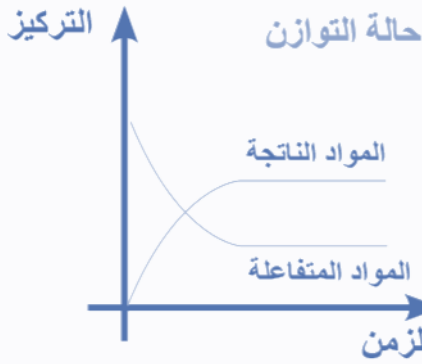
- تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي.
- تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة.

ط(3) الخط الذي يبدأ من الصفر هو المنحني المميز لسرعة التفاعل العكسي v_2 التي تبدأ بالزيادة تدريجياً.

الخط الثاني يمثل المنحني المميز لسرعة التفاعل المباشر v_1 التي تبدأ بالنقصان تدريجياً.



ط(4)



سؤال (2): انطلاقاً من التفاعل المتوازن الآتي:



- 1- استنتج عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز له.
- 2- كيف نعبر عن هذا الثابت بدلالة الضغوط الجزئية.

(1ط)

$$v_1 = K_1[A]^a \times [B]^b \quad \text{❖ سرعة التفاعل المباشر (1)}$$

$$v_2 = K_2[C]^c \times [D]^d \quad \text{❖ سرعة التفاعل العكسي (2)}$$

$$v_1 = v_2$$

$$K_1[A]^a \times [B]^b = K_2[C]^c \times [D]^d$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$$

تُسمى النسبة $K_C = \frac{K_1}{K_2}$ ثابت التوازن:

$$K_p = \frac{P_{H_2S}}{P_{H_2}} \quad \text{و} \quad K_c = \frac{[H_2S]}{[H_2]} \quad (1\text{ط})$$

(2ط)

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

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

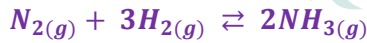
$$K_p = K_c(RT)^0$$

$$K_p = K_c$$

لاحظ أن المادة الصلبة لم ندخلها بحساب عدد المولات بين الطرفين ولا حتى في قانون K_p و K_c في الطلب الأول.

.....

مثال (2): ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:



1- اكتب عبارة ثابت التوازن K_c .

2- اكتب العلاقة التي تربط بين K_p و K_c له.

(1ط)

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3 \cdot [N_2]}$$

(2ط)

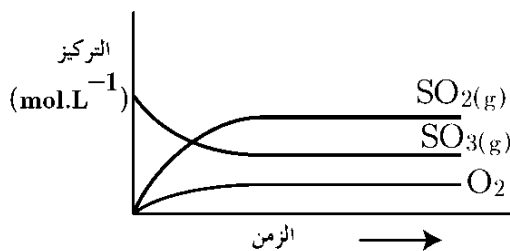
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 2 - 4 = -2$$

$$K_p = K_c(RT)^{-2}$$

$$K_p = \frac{K_c}{(RT)^2}$$

سؤال (3): لدينا الشكل المحاور والذي يمثل تفاعلاً متوازناً



1- اكتب معادلة التفاعل المعبرة عنه.

2- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز.



$$K_c = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$$

(2ط)

وبما أن التفاعل غازي يمكن التعبير عن تراكيز الغازات بدلالة الضغوط الجزئية مقدرةً بـ atm فنكتب:

$$K_p = \frac{P_{(C)}^c \times P_{(D)}^d}{P_{(A)}^a \times P_{(B)}^b}$$

.....

ملاحظات:

1- إن K_p و K_c مقداران ثابتان ليس لهما وحدة.

2- لا تظهر المواد الصلبة والسائلة كمذبيات في عبارة ثابت التوازن لأن تراكيزها ثابتة مهما اختلفت كميتها.

3- لا يؤثر تغير التركيز أو تغير الضغط على قيمة K_p و K_c .

لكن درجة الحرارة تؤثر عليه فتغير من قيمته.

4- يمكن الربط بين الثابتين بالعلاقة العامة:

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

نميز بالعلاقة السابقة ما يلي:

• Δn : هي تغير عدد المولات بين الطرفين وإذا انعدمت وعوضنا بها في

القانون السابق نجد: $\Delta n = 0$

$$K_c = K_p$$

• T : درجة الحرارة المطلقة دوماً بالكلفن:

$$T_K = t_c + 273$$

• R : هو ثابت الغازات العام وقيمته هنا ثابتة

$$0.082 \text{ atm.l.mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

.....

مثال: ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:



1- اكتب عبارة ثابت التوازن K_p و K_c لهذا التفاعل.

2- اكتب العلاقة التي تربط بينهما.

الحل:

ثالثاً: حاصل التفاعل

تمثل عبارة حاصل التفاعل Q عبارة ثابت التوازن K_c تماماً لكننا يمكن أن نأخذ التراكيز في لحظة ما دون شرط الوصول لحالة التوازن. ونميز ثلاث حالات:

في الحالة الأولى: $Q < K_c$ يرجح التفاعل المباشر على العكسي في هذه الحالة. في الحالة الثانية: $Q = K_c$ التفاعل في حالة توازن. في الحالة الثالثة: $Q > K_c$ يرجح التفاعل العكسي على التفاعل المباشر.

مثال: ليكن لدينا التفاعل الآتي:



فإذا علمت أن التراكيز في لحظة ما كانت

$$[B] = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1} \text{ و } [A] = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

وكانت المادة $[C] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ والمطلوب:

1- احسب حاصل التفاعل.

2- أحدد التفاعل الراجح مع التعليل.

الحل:

ط1

$$Q = \frac{[C]^2}{[A].[B]} = \frac{(2 \times 10^{-2})^2}{(5 \times 10^{-3}).(10^{-2})}$$

$$Q = 8$$

ط2

التفاعل لم يصل لحالة التوازن لأن $Q \neq K_c$

والتفاعل الراجح هو التفاعل العكسي لأن: $Q > K_c$

مربعاً: حساب ثابت التوازن من خلال المعادلات.

❖ إذا ضربت معادلة تفاعل بمعامل ما (رقم ما) فإن ثابت التوازن الجديد يُرفع إلى أس يساوي ذلك المعامل.

❖ أما إذا عكس التفاعل فإن قيمة ثابت التوازن الجديد يساوي مقلوب قيمة ثابت التوازن الأول.

(هام ك) اختر إجابة صحيحة لهذه السنة

$$K_c = \frac{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}{[SO_3]^2}$$

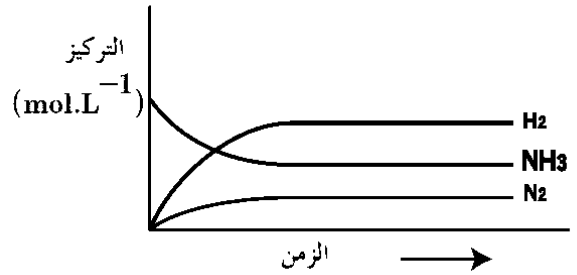
سؤال (4): هام

ليكن لدينا التفاعل الغازي الآتي:



1- ارسم خطأ بيانياً توضح فيه تغير تراكيز كل مادة من مواد التفاعل.

2- اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز له.



ملاحظة: المادة التي لها عدد مولات أكبر يكون خطها هو الأعلى في الرسم.

لذلك رسمنا الهيدروجين في القمة ثم النشادر فالنيتروجين.

$$K_c = \frac{[H_2]^3 \cdot [N_2]}{[NH_3]^2}$$

ثانياً: أهمية ثابت التوازن

قيمة ثابت التوازن لها حالتان:

الحالة الأولى: $1 \ll K_c$ أي أن المقام أكبر من البسط.

بالتالي كمية المواد المتفاعلة أكبر بكثير من كمية المواد الناتجة وبالتالي التفاعل يحدث لمدى كبير في الاتجاه العكسي.

الحالة الثانية: $1 \gg K_c$ أي أن البسط أكبر من المقام.

بالتالي كمية المواد الناتجة أكبر بكثير من المواد المتفاعلة وبالتالي التفاعل يحدث لمدى كبير في الاتجاه المباشر.

مثال عن ذلك:

قارن بين كمية المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل الآتي معللاً إجابتك



بما أن $1 \ll K_c$ فكمية المواد المتفاعلة أكبر من كمية المواد الناتجة.

التفاعل يحدث لمدى كبير في الاتجاه العكسي.

العوامل المؤثرة بمجاللة التوازن الكيميائي: وفق مبدأ لوشاتوليه

1- التراكيز:

إضافة: ينزاح بالاتجاه المعاكس لجهة المادة المضافة.

سحب: ينزاح باتجاه المادة المضافة.

2- الضغط:

عند زيادة الضغط ينزاح التوازن في الاتجاه الذي تنقص فيه عدد المولات.

عند إنقاص الضغط ينزاح التوازن في الاتجاه الذي تزيد فيه عدد المولات.

3- درجة الحرارة:

عند رفع درجة الحرارة ينزاح التوازن في الاتجاه الماص للحرارة.

عند خفض درجة الحرارة ينزاح التوازن في الاتجاه الناشئ للحرارة.

ويجب فهم ما يلي:

إذا كانت $\Delta H > 0$ فمنه: \rightleftharpoons ماص
ناشرإذا كانت $\Delta H < 0$ فمنه: \rightleftharpoons ناشر
ماص

4- الوسيط: لا يؤثر على جهة انزياح التوازن وإنما يسرع الوصول إلى حالة التوازن.

(ملاحظة: تدرس من الكتاب المدرسي)

ملاحظات المسائل:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

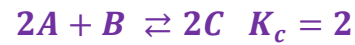
.....

.....

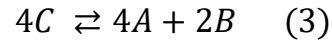
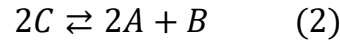
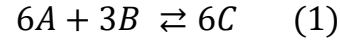
.....

.....

مثال: ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:



احسب ثابت التوازن لكل من المعادلات الثلاث الآتية:



الحل:

في المعادلة الأولى لاحظ أنها مماثلة للمعادلة الأصلية وناتجة عن ضربها بـ (3) فيكون:

$$K'_c = (K_c)^3 = (2)^3 = 8$$

أما المعادلة الثانية فهي تماثل الأصلية لكنها مقلوبة لذلك سنقلب ثابت التوازن فيكون:

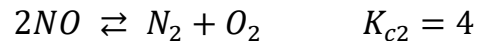
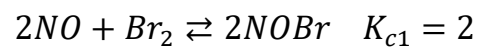
$$K'_c = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{2}$$

في المعادلة الثالثة نجد أنها مقلوبة أولاً وناتجة عن ضرب الأصلية بـ (2) فيجب تطبيق الحالتين (نقلب ثابت التوازن ونرفعه لأس 2)

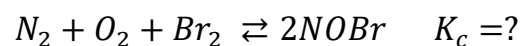
$$K'_c = \frac{1}{(K_c)^2} = \frac{1}{(2)^2} = \frac{1}{4} = 0.25$$

تدرب على مثال (اختر الإجابة الصحيحة مرقم (6) في الصفحة 81)

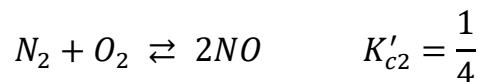
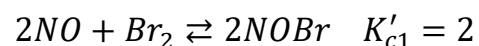
مثال (2): ليكن لدينا المعادلات التي تمثل التفاعلات المتوازنة الآتية:



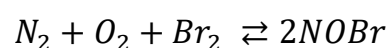
1- احسب قيمة ثابت التوازن بدلالة التراكيز للتفاعل الممثل بالمعادلة



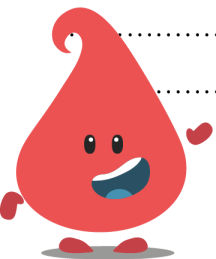
الحل: نبقى المعادلة الأولى على حالها ونقلب المعادلة الثانية فيكون:



بجمع المعادلتين نحصل على المعادلة المطلوبة:



$$K_c = K'_{c1} \times K'_{c2} = 2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$



مسألة (1):

مُزجَ 6 mol من المادة A مع 6 mol من المادة B في وعاء مغلق حجمه (2l) ثم سُخِّن المزيج إلى درجة حرارة 500k فحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية:



1- احسب تراكيز المواد الأربعة عند التوازن علماً أن: $K_c = 16$.

2- احسب ثابت التوازن K_p .

الحل:

بما أن عدد المولات نفسه للمادتين فالتركيز سيكون نفسه:

$$[A]_0 = [B]_0 = \frac{n}{V} = \frac{6}{2} = 3 \text{ mol.l}^{-1}$$

	A	+ B	\rightleftharpoons	C + D
بدء	3	3		0 0
توازن	3 - x	3 - x		x x

المطلوب التراكيز التوازنية (سطر ثاني) لذلك سنستعمل ثابت التوازن

$$K_c = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]}$$

$$16 = \frac{x^2}{(3-x)^2}$$

بجذر طرفي المعادلة نجد:

$$4 = \frac{x}{(3-x)}$$

$$x = 12 - 4x$$

$$5x = 12 \Rightarrow x = 2.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

ومنه:

$$[C] = [D] = 2.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[A] = [B] = 3 - 2.4 = 0.6 \text{ mol.l}^{-1}$$

(ط2)

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

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

$$K_p = K_c(RT)^0$$

$$K_p = K_c = 16$$

مسألة (2):

تتفكك المادة C وفق التفاعل المتوازن الآتي:



فإذا علمت أن التركيز الابتدائي $[C]_0 = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$ وأن النسبة

المتفككة من C حتى بلوغ حالة التوازن تساوي 25% والمطلوب:

1- احسب ثابت التوازن K_c لهذا التفاعل.

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

سرعة التفاعل العكسي.

3- ما أثر زيادة تركيز المادة A على حالة التوازن وثابت التوازن وكمية

المواد الناتجة وكمية المواد المتفاعلة.

الحل:

	2C	\rightleftharpoons	A(g) + B(g)
بدء	0.4		0 0
توازن	0.4 - 2x		x x

ط1) المطلوب هو ثابت التوازن لذلك سنحتاج أرقام السطر الثاني

فنستخدم النسبة المئوية المعطاة لإيجاد قيمة x

(لا يوجد طريقة أخرى)

كل 100 mol.l^{-1} من المادة C يتفكك منها 25 mol.l^{-1}

كل 0.4 mol.l^{-1} من المادة C يتفكك منها $2x$

$$2x = \frac{0.4 \times 25}{100}$$

$$2x = 0.1 \Rightarrow x = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

نعوض:

$$[A] = [B] = 5 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[C] = 0.4 - 2x = 0.4 - 0.1 = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$$

نحسب ثابت التوازن:

$$K_c = \frac{[A] \cdot [B]}{[C]^2} = \frac{(5 \times 10^{-2}) \cdot (5 \times 10^{-2})}{(0.3)^2}$$

$$K_c = \frac{25 \times 10^{-4}}{9 \times 10^{-2}} = \frac{25 \times 10^{-2}}{9} = \frac{25}{900} = \frac{1}{36}$$

$$2X = 4 \dots \dots \dots (1)$$

$$C_2 - 3X = 9 \dots \dots (2)$$

$$C_1 - x = 3 \dots \dots \dots (3)$$

$$2x = 4 \quad \text{من (1) نجد:}$$

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

نعوض في (2) و (3) فنجد:

$$C_2 - 3x = 9$$

$$C_2 = 3x + 9$$

$$= 6 + 9$$

$$[H_2]_0 = 15 \quad \text{mol.l}^{-1}$$

$$C_1 - x = 3$$

$$C_1 = x + 3$$

$$= 2 + 3$$

$$[N_2]_0 = 5 \quad \text{mol.l}^{-1}$$

(3)

1. زيادة تركيز N_2 -1 زيادة الضغط

2. زيادة تركيز H_2 -2 بالتبريد

3. سحب غاز

النشادر NH_3

● مسألة (4): تدميرية لك أنت عزيزي الطالب

عند بلوغ التوازن في التفاعل الآتي:



كانت التراكيز: $[D] = 6 \text{ mol.l}^{-1}$, $[C] = 12 \text{ mol.l}^{-1}$ ،

$[B] = 3 \text{ mol.l}^{-1}$ والمطلوب:

1- احسب التركيز الابتدائي للمادة B .

2- احسب ثابت التوازن بدلالة التراكيز لهذا التفاعل.

3- احسب النسبة المئوية المتفككة من المادة B للوصول لحالة التوازن.

4- ارسم خطأً بيانياً يوضح تغير تركيز المادة B بدلالة الزمن.

5- ما أثر إنقاص الضغط على حالة التوازن وكمية كل من المواد المتفاعلة

وثابت التوازن.

(2ط)

$$K_c = \frac{K_1}{K_2} \Rightarrow K_2 = \frac{K_1}{K_c}$$

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

(3ط)

حالة التوازن	ثابت التوازن	كمية المواد المتفاعلة	كمية المواد الناتجة
ينزاح في الاتجاه العكسي	لا يتأثر	ترداد	تنقص

● مسألة (3):

عند بلوغ التوازن في التفاعل التالي:



كانت التراكيز $[N_2]_{eq} = 3 \text{ mol.l}^{-1}$

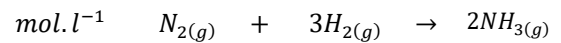
$$[NH_3]_{eq} = 4 \text{ mol.l}^{-1} , [H_2]_{eq} = 9 \text{ mol.l}^{-1}$$

1) احسب قيمة ثابت التوازن لهذا التفاعل بدلالة التركيز K_c .

2) احسب التراكيز الابتدائية لكل من الهيدروجين والنيتروجين

3) اقترح خمس طرق تؤدي إلى زيادة كمية النشادر الناتجة.

الحل:



$$\begin{array}{cccc} \text{ت (بدء)} & C_1 & C_2 & 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{cccc} \text{ت (توازنية)} & C_1 - x & C_2 - 3x & +2x \end{array}$$

$$\begin{array}{cccc} \text{عملاً} & 3 & 9 & 4 \end{array}$$

1) عند التوازن نستخدم السطر الثاني ونعوض في ثابت التوازن:

$$K_c = \frac{[NH_3]_{eq}^2}{[N_2]_{eq} \cdot [H_2]_{eq}^3}$$

$$K_c = \frac{(4)^2}{(3) \cdot (9)^3}$$

$$K_c = \frac{16}{(3) \cdot (729)}$$

$$K_c = \frac{16}{2187}$$

2) لحساب التراكيز الابتدائية نطلق من السطر الثاني فنجد:

$$K_c = \frac{(0.03) \times (0.03)}{(0.02)} = \frac{9 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-2}}$$

$$k_c = \frac{9 \times 10^{-2}}{2} = 4.5 \times 10^{-2}$$

(ط2)

كل 100 mol.l^{-1} من المادة C يتفكك منها $y \text{ mol.l}^{-1}$

كل 0.05 mol.l^{-1} من المادة C يتفكك منها $x = 0.03$

$$Y = \frac{0.03 \times 100}{0.05} = \frac{300}{5} = 60\%$$

(ط3)

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

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

$$K_p = K_c(RT)^1$$

$$K_p = K_c(0.082 \times 500)$$

$$K_p = 45 \times 10^{-3} \times 41 = 1845 \times 10^{-3}$$

(ط4)

ينزاح التوازن في الاتجاه الذي عدد مولاته أقل أي الاتجاه العكسي

أما ثابت التوازن لا يتأثر بتغير الضغط.

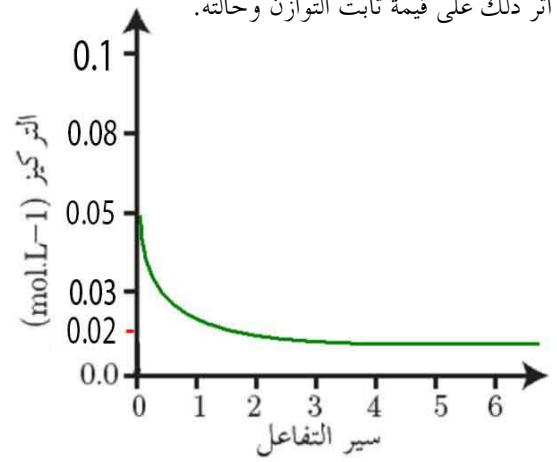
chemistry is Life

مسألة (5):

يبين الخط المجاور تغير تركيز أحد مواد التفاعل الآتي بدلالة الزمن:



- 1- احسب ثابت التوازن K_c لهذا التفاعل.
- 2- احسب النسبة المئوية المتفككة من PCl_5 حتى بلوغ التوازن.
- 3- احسب ثابت التوازن K_p إذا علمت أن درجة الحرارة 227° وأن $R = 0.082 \text{ atm.l.mol}^{-1}.K^{-1}$.
- 4- إذا زدنا الضغط إلى مثلي ما كان عليه مع بقاء درجة الحرارة ثابتة، ما أثر ذلك على قيمة ثابت التوازن وحالته.



(ط1) الشكل السابق يمثل تغير تركيز مادة متفاعلة لأنه بدأ من قيمة عظيمة

(لاحظ تركيز البداية وتركيز النهاية على الخط البياني)



ت بدء	0.05	0	0
ت توازن	$0.05 - x$	x	x
من الخط	0.02		

$$[PCl_5] = 0.05 - x = 0.02$$

$$x = 0.03 \text{ mol.l}^{-1}$$

نعوض لنوجد التراكيز عند التوازن:

$$[PCl_5] = 0.02 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[Cl_2] = [PCl_3] = x = 0.03 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$K_c = \frac{[PCl_3] \cdot [Cl_2]}{[PCl_5]}$$

الجلسات الامتحانية

معهد الرؤية الجديدة (ساحة الميسات)

معهد القمة (حرنة الشرقية)

معهد بوابة المستقبل (جديدة عرطون)

المادة: كيمياء	نموذج امتحاني لبحثي سرعة التفاعل	المدة: ساعة وربع
المدرس: سامح الغلاب	والتوازن الكيميائي	الصف الثالث الثانوي العلمي

أولاً: أجب عن الأسئلة الآتية

1- نمزج حجمين متساويين من غازي الهيدروجين H_2 وبخار اليود I_2 ذي اللون البنفسجي في شروط مناسبة فنلاحظ تضاؤل اللون البنفسجي ثم ثباته والمطلوب:

(a) اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل الحاصل.

(b) فسر بقاء اللون البنفسجي.

(c) اكتب عبارة كل من ثابت التوازن بدلالة التراكيز ثم عبارة ثابت التوازن بدلالة الضغوط الجزئية.

2- يحدث التفاعل الآتي: $H_2O_2(g) \rightarrow H_2O(l) + \frac{1}{2}O_2(g)$ في شروط مناسبة وقد قيست سرعة التفاعل الابتدائية عند تراكيز مختلفة فحصلنا على ما يلي:

$v_0 (mol.l^{-1})$	$[H_2O_2] mol.l^{-1}$	التجربة
0.02	0.1	1
0.04	0.2	2

(a) حدد رتبة هذا التفاعل ثم احسب قيمة ثابت السرعة له.

3- أعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي:

(a) سرعة تفاعل حمض كلور الماء مع مسحوق كربونات الكالسيوم أكبر من سرعة تفاعله مع قطعة كربونات الكالسيوم المماثلة له بالكتلة.

(b) في التفاعلات المتوازنة الماصة للحرارة تنقص كمية ثابت التوازن عند انخفاض درجة الحرارة.

(c) يسمى التوازن في التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحراري.

(d) يعمل المثبط على إبطاء سرعة التفاعل الكيميائي.

4- ما هي المرحل التي تمر بها التفاعلات الكيميائية التي تحتاج إلى طاقة تنشيط موضحاً كل مرحلة بالرسم البياني.

ثانياً: حل المسائل الآتية

المسألة الأولى: يحدث التفاعل الأولي الآتي وفق المعادلة الآتية: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$

فإذا كانت التراكيز الابتدائية: $[O_2]_0 = 0.3 mol.l^{-1}$, $[SO_2]_0 = 0.5 mol.l^{-1}$ وأن ثابت سرعة هذا التفاعل يساوي 0.4

1- احسب قيمة السرعة الابتدائية لهذا التفاعل v_0 .

2- احسب سرعة التفاعل v بعد زمن يصبح فيه $[SO_3] = 0.2 mol.l^{-1}$.

3- بين بالحساب كيف تتغير السرعة الابتدائية لهذا التفاعل إذا أصبح حجم الوعاء ثلث ما كان عليه مع بقاء درجة الحرارة نفسها.

المسألة الثانية: ليكن لدينا التفاعل العكوس الآتي: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ $\Delta H^\circ < 0$

فإذا علمت أنه عند بلوغ التوازن يكون عدد المولات: لليود $8 mol$ وللهيدروجين $8 mol$ ولغاز يود الهيدروجين $16 mol$ وأن حجم الوعاء الذي يحدث فيه التفاعل يساوي $4 l$ فالمطلوب:

1- احسب قيمة K_c ثم استنتج قيمة K_p لهذا التفاعل.

2- اقترح أربع طرق تؤدي إلى زيادة كمية يود الهيدروجين الناتج.

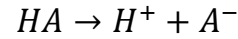
3- ارسم خطأً بيانياً توضح فيه تغير تركيز يود الهيدروجين حتى وصوله لحالة التوازن.

الحموض والأسس

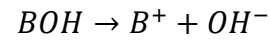
نظريات الحموض والأسس

أولاً: نظرية آرينوس: اعتمد في تعريفه على الانحلال في الماء.

الحمض: كل مادة تحرر أيون الهيدروجين عند انحلالها في الماء.



الاساس: كل مادة تحرر أيون الهيدروكسيد عند انحلالها في الماء.



ثانياً: نظرية لويس: اعتمد في تعريفه على المفهوم الإلكتروني.

الحمض: كل مادة تكتسب زوج الكتروني (أو أكثر) من مادة أخرى تتفاعل معها.

الأساس: كل مادة تمنح زوج الكتروني (أو أكثر) إلى مادة أخرى تتفاعل معها.

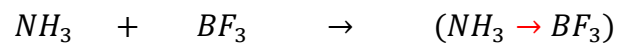
طريقة العمل:

المادة المانحة للزوج الإلكتروني يخرج منها سهم (رابطة تساندية) للذرة المستقبلية كما سيمرر في المعادلة الأولى في الأمثلة.

كل أيون موجب (+2) قد يكون حمض لويس لأن له القدرة على تقبل زوج الكتروني كما في المثال الثاني.

مثال (1): (هام)

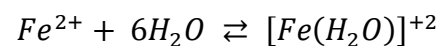
حدد كلاً من الحمض والأساس في المعادلة الآتية تبعاً لنظرية لويس:



NH_3 : أساس لويس لأنه يقدم زوج إلكتروني.

BF_3 : حمض لويس لأنه يستقبل الزوج الإلكتروني.

مثال (2): (هام)



أساس لويس حمض لويس

مثال (3):

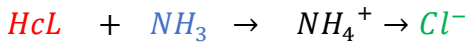
اقرأ تطبيق (2) في صفحة 85 ولاحظ اختلاف صياغة السؤال فقط.

ثالثاً: نظرية برونشتد ولوري: اعتمدت على مفهوم بروتوني.

الحمض: كل مادة كيميائية قادرة على منح بروتون (أو أكثر) إلى مادة أخرى تتفاعل معها.

الأساس: كل مادة كيميائية قادرة على استقبال بروتون (أو أكثر) من مادة أخرى تتفاعل معها.

مثال:



عندما يفقد الحمض بروتونه يتحول إلى اساس مرافق له والعكس صحيح.

مثلاً في مثالنا السابق يتحول حمض كلور الماء HCl إلى أيون الكلور Cl^- الذي نعتبره اساس مرافق له .

ويتحول الاساس NH_3 إلى أيون الأمونيوم NH_4^+ الذي يكون حمض مرافق له.

المركبات المذبذبة: وهي المركبات التي تسلك سلوك الحمض او

الأساس حسب المادة التي تتفاعل معها. ومثالها العام هو الماء (H_2O) عنصر مذبذب.

سؤال هام:

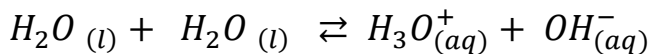
يُعد الماء ناقلاً رديفاً للتيار الكهربائي لاحتوائه على أيونات قليلة والمطلوب:

1- اكتب معادلة التأيين الذاتي للماء وحدد عليها الأزواج المترافقة

(حمض - أساس) وفق نظرية برونشتد ولوري.

2- اكتب عبارة ثابت تأين الماء وفي أي درجة حرارة يؤخذ.

الحل:



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

ويعطى ثابت تأين الماء بالعلاقة:

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

ويؤخذ في الدرجة $25^\circ C$.

لدينا في المخطط ثلاث احتمالات للمحاليل:

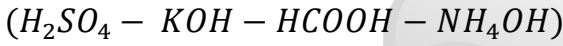
الحالة الأولى: $PH = 7$ محلول معتدل كما الماء

الحالة الثانية: $PH < 7$ محلول حمضي وكلما ابتعدنا باتجاه الصفر زادت الحموضة وكان الحمض أقوى.

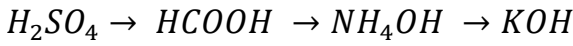
الحالة الثالثة: $PH > 7$ محلول أساسي وكلما ابتعدنا باتجاه ال (14) زادت الصفة الأساسية (القلوية) وكان الأساس أقوى.

مثال: (هام)

مرتب المحاليل الآتية حسب تزايد قيم ال PH لها: (انظر للمخطط السابق)



الحل:



كيف نحسب ال PH و POH للمحاليل:

اعتماداً على تركيز الهيدرونيوم H_3O^+ وفق القانون:

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

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

وقوانين العكس:

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

$$[OH^-] = 10^{-PoH}$$

وجد أنه في درجة حرارة $25^\circ C$ يتحقق مايلي:

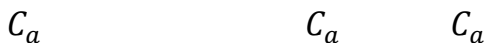
$$K_w = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$$

$$PH + POH = 14$$

العمل بالحموض:

نكتب المعادلة ونضع تحتها سطرها أولاً وننتبه للحالتين

أولاً: الحمض القوي يسهم وحيد



نلاحظ من المعادلة السابقة أن تركيز الحمض القوي يساوي تركيز أيونات الهيدرونيوم في المحلول. أي يمكن أن نكتب:

ماهي الحموض والأسس المطلوب حفظها في الكتاب؟

الأسس الضعيفة	الأسس القوية	الحموض الضعيفة	الحموض القوية
NH_4OH	KOH	CH_3COOH	H_2SO_4
NH_3	$NaOH$	$HCOOH$	HNO_3
		HCN	HCl

كل الحموض السابقة أحادية الوظيفة ماعدا حمض الكبريت ثنائي.

كل الأسس أحادية الوظيفة في الكتاب.

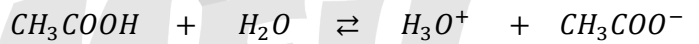
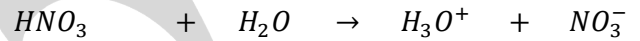
الحموض والأسس القوية تتأين كلياً (معادلاتها بسهم وحيد).

الحموض والأسس الضعيفة تتأين جزئياً (معادلاتها بسهمين).

كيف نكتب معادلات تأين الحموض؟

الجواب: نضيف لها الماء حتى ينتج الهيدرونيوم H_3O^+ فهو دليل الحمض الملازم له.

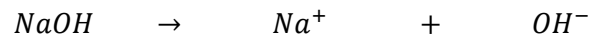
أمثلة:



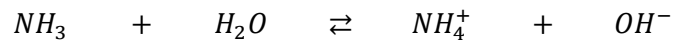
كيف نكتب معادلة تأين الأسس؟

الجواب: نفككها فقط حتى ينتج الهيدروكسيد ماعدا النشادر يجب حله بالماء.

أمثلة:

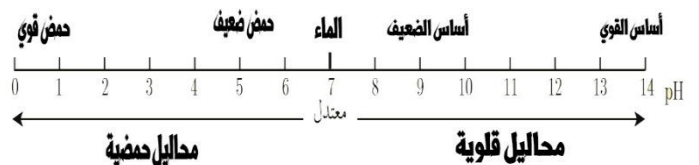


أما النشادر لاحظ إضافة الماء له مع أنه أساس:



الأس الهيدروجيني PH : مقياس للحموضة

يأخذ قيمةً عديدةً بين (0 → 14) تبعاً للمخطط الآتي:



$$K_b = \frac{\text{تراكيز المواد الناتجة}}{\text{تراكيز المواد المتفاعلة}} = \frac{x^2}{C_b - x}$$

ونحمل قيمة x في المقام ونعوض.

قوة الحمض وقوة الأساس:

أولاً: تُقاس قوة الحمض بسهولة منحه لبروتون أو أكثر ونعبر عنه بدرجة تأينه التي تُكتب:

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

وبما أن $[H_3O^+] = C_a$ للحمض القوي فعند التعويض بالقانون سنجد أن درجة التأين للحمض القوي دوماً 100% للحمض القوي فقط.

ثانياً: تُقاس قوة الأساس بسهولة استقباله لبروتون أو أكثر ونعبر عنه بدرجة تأينه:

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

وبما أن $[OH^-] = C_b$ للأساس القوي فعند التعويض بالقانون سنجد أن درجة التأين دوماً 100% للأساس القوي فقط.

قوانين المسائل:

🔴 في المسائل نحتاج فقط للتركيز المولي $C_{mol.l^{-1}} = \frac{n}{V}$.

🔴 والتركيز الغرامي يمكن حسابه من: $C_{g.l^{-1}} = \frac{m}{V}$.

🔴 نربط التركيزين بالقانون: $C_{g.l^{-1}} = C_{mol.l^{-1}} \cdot M$.

🔴 إذا مدد المحلول بالماء أو مزج مادتين نستخدم القانون:

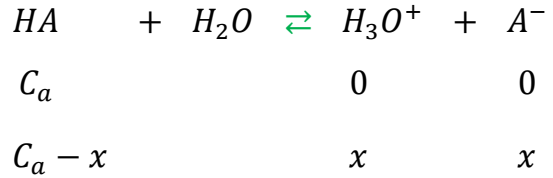
بعد التمديد $n = n$ قبل التمديد

$$C \times V = C' \times V'$$



الحموض القوية	الهيدرونيوم للحمض القوي
HCL	$[H_3O^+] = C_a$
HNO ₃	$[H_3O^+] = C_a$
H ₂ SO ₄	$[H_3O^+] = 2C_a$

ثانياً: الحموض الضعيفة (بسهمين) معادلاتها بالشكل:



نلاحظ من المعادلة السابقة أن تركيز الحمض لا يساوي تركيز أيونات الهيدرونيوم لذلك سنستعمل القانون الآتي لحساب الهيدرونيوم:

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

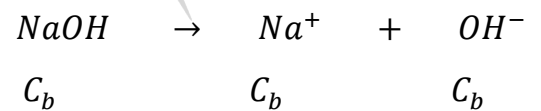
أو من قانون ثابت تأين الحمض الضعيف مباشرةً:

$$K_a = \frac{\text{تراكيز المواد الناتجة}}{\text{تراكيز المواد المتفاعلة}} = \frac{x^2}{C_a - x}$$

ونحمل قيمة x في المقام ونعوض.

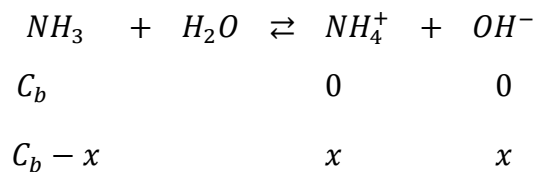
العمل بالأسس:

أولاً: الأساس القوي بسهم وحيد ونكتب معادلته بالشكل:



الأساس القوي	الهيدروكسيد للأساس القوي
KOH	$[OH^-] = C_b$
NaOH	$[OH^-] = C_b$

ثانياً: الأساس الضعيف بسهمين: (لدينا في الكتاب النشادر فقط)



نلاحظ من المعادلة أن تركيز الأساس الضعيف (النشادر) لا يساوي تركيز أيونات الهيدروكسيد لذلك نتبع أحد الطريقتين لحسابه:

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

أو من قانون ثابت تأين الأساس الضعيف مباشرةً:

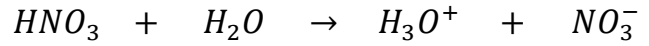
مسألة (1):

محلول لحمض الأزوت تركيزه المولي 0.1 mol.l^{-1} والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة تأين ذلك الحمض وحدد الأزواج المترافقة.
- 2- احسب تركيز الهيدرونيوم والهيدروكسيد في المحلول.
- 3- احسب PH هذا المحلول ثم احسب POH له.
- 4- نمدد الحمض السابق بالماء المقطر 10 أمثال ما كان عليه، احسب تركيزه الجديد ثم احسب قيمة PH الجديد له.

الحل:

ط1



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

ط2) الحمض قوي وآحادي الوظيفة الحمضية فيكون:

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

ومن ثابت تأين الماء:

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

بالتعويض:

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

ط3

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

$$POH = -\log[OH^-] = -\log(10^{-13}) = 13$$

ط4

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

$$C \times V = C' \times V'$$

$$10^{-1} \cdot V = C' \cdot 10V$$

$$10^{-1} = C' \cdot 10$$

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

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

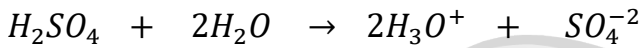
$$PH' = -\log[H_3O^+]' = -\log(10^{-2}) = 2$$

مسألة (2):

محلول لحمض الكبريت القوي ثنائي الوظيفة الحمضية تركيزه المولي 0.05 mol.l^{-1} والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة تأين ذلك الحمض وحدد عليها الأزواج المترافقة (حمض-أساس) حسب مبدأ برونشستد ولوري.
- 2- احسب PH و POH المحلول.
- 3- ما التغير الذي يجب أن يطرأ على قيمة تركيز أيونات الهيدرونيوم حتى يزداد الـ PH بمقدار (1).

الحل:



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

ط2) بما أن الحمض قوي وثنائي الوظيفة الحمضية نكتب:

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

ومنه:

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

ولدينا:

$$PH + POH = 14$$

$$POH = 14 - PH = 14 - 1 = 13$$

ط3) chemistry is Life

في الطلب الثاني: $PH = 1$

المطلوب: $PH' = 2$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-1}$$

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

بتقسيم العلاقتين:

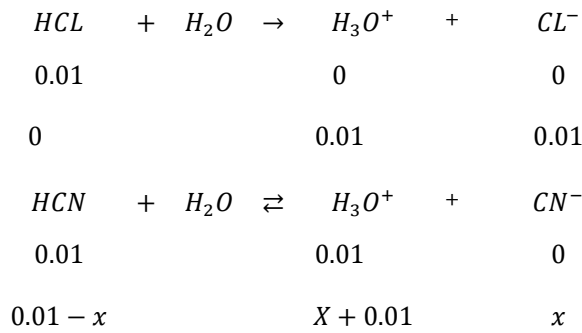
$$\frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]' } = \frac{10^{-1}}{10^{-2}} = \frac{1}{10^{-1}}$$

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

أي يجب أن ينقص تركيز الهيدرونيوم عشر مرات حتى يزداد الـ PH بمقدار واحد.

ط4) نكتب معادلة الحمض المضاف ثم معادلة الحمض القديم ونعوض

القيم الجديدة



نعوض في ثابت التأيين بالمعطيات الجديدة فنجد:

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

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

تمثل x في السبط والمقام لصغرهما ونعوض:

$$10^{-10} = \frac{0.01 x}{0.01} \Rightarrow x = 10^{-10} \text{ mol. l}^{-1}$$

بالمقارنة مع المعادلة: $[CN^-] = x = 10^{-10} \text{ mol. l}^{-1}$

ولحساب ال PH' الجديد:

$$[H_3O^+] = x + 0.01 = 10^{-10} + 0.01 \approx 0.01 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$\Rightarrow PH' = -\log[H_3O^+] = 2$$

مسألة (4):

محلول غاز النشادر بالماء تركيزه المولي 0.05 mol. l^{-1} وثابت تأينه

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

1- اكتب معادلة تأين غاز النشادر بالماء.

2- احسب التراكيز المولية لكل $[NH_4^+]$, $[H_3O^+]$, $[OH^-]$ ثم

احسب POH المحلول والـ PH له.

3- احسب درجة التأيين α .

4- نأخذ من محلول الحمض السابق حجماً V ونضيف إليه (50 ml) ماء

مقطر فيصبح تركيز المحلول الناتج $(0.01 \text{ mol. l}^{-1})$ احسب

الحجم V .

مسألة (3):

محلول لحمض سيانيد الهيدروجين قيمة الـ $(PH=6)$ ودرجة تأينه $(\alpha = 10^{-2}\%)$ والمطلوب:

1) اكتب معادلة تأين هذا الحمض وحدد عليها الأزواج المترافقة.

2) احسب التركيز الابتدائي لحمض سيانيد الهيدروجين C_a .

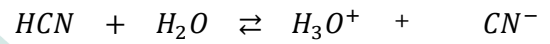
3) احسب قيمة ثابت التأيين له K_a .

4) نضيف إلى ذلك المحلول دون تغيير بالحجم حمض كلور الماء ليصبح تركيزه

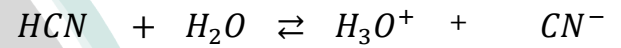
في المحلول 0.01 mol^{-1} احسب التركيز الجديد لأيون السيانيد ثم احسب

الـ PH بعد تلك الإضافة.

الحل:



ط2)



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

$$\alpha = 10^{-4}$$

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{X}{C_a}$$

$$C_a = \frac{X}{\alpha}$$

$$C_a = \frac{10^{-6}}{10^{-4}} = 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

ط3)

$$K_a = \frac{[CN^-] \times [H_3O^+]}{[H - CN]}$$

$$K_a = \frac{X^2}{C_a - X}$$

$$K_a = \frac{(10^{-6})^2}{10^{-2} - X}$$

$$K_a = \frac{10^{-12}}{10^{-2}} \Rightarrow K_a = 10^{-10}$$

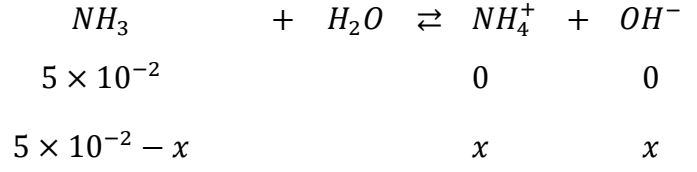
مسألة (5): تدريب لك عزيزي الطالب.

محلول مائي لحمض النمل له قيمة $PH = 4$ وثابت تأينه

$$K_a = 2 \times 10^{-6} \text{ والمطلوب:}$$

- 1- اكتب معادلة تأين هذا الحمض وحدد الأزواج المترافقة.
- 2- احسب التركيز الابتدائي له.
- 3- احسب النسبة المئوية المتأينة.
- 4- احسب POH .
- 5- ما التغير الذي يجب أن يطرأ على تركيز أيونات الهيدرونيوم حتى يزداد الـ PH بمقدار (2).

الحل:



(2ط)

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

$$\Rightarrow [OH^-] = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

ومنه حسب المعادلة:

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

وحسب ثابت تأين الماء نجد:

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

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ mol.l}^{-1}$$

حساب PH و POH :

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

$$POH = -\log[OH^-] = -\log(10^{-3}) = 3$$

(3ط)

حساب درجة التأين للأساس الضعيف:

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} = \frac{10^{-3}}{5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-2}$$

$$\alpha = 2\%$$

(4ط)

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

$$C \times V = C' \times V'$$

$$5 \times 10^{-2} \cdot V = 10^{-2} \cdot (V + 50)$$

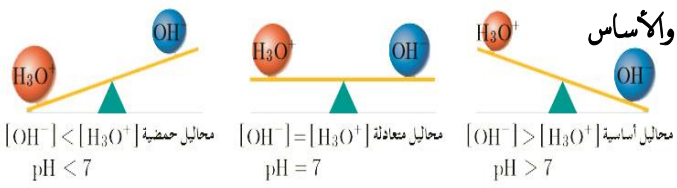
$$5V = (V + 50)$$

$$4V = 50$$

$$V = 12.5 \text{ ml}$$



ثانياً: لاحظ المخطط الآتي: ثم أكمل ما بدأناه مميّزاً الفرق بين الحمض



كلما كانت قيمة ال PH أكبر نلاحظ أن $[H_3O^+]$ أصغر من $[OH^-]$.

كلما كانت قيمة ال PH أصغر نلاحظ أن $[H_3O^+]$ أكبر من $[OH^-]$.

إذا كان المحلول معتدل يعني أن:

$$OH^- = H_3O^+ = 10^{-7} mol. l^{-1}$$

مثالاً:

اختر الإجابة الصحيحة لما يأتي: تنويه (افرض قيمة لل PH ثم قارن النتائج)

1- كل ما يأتي ينطبق على المحلول الحمضي ما عدا:

$10^{-7} < [OH^-]$	$[H_3O^+] > [OH^-]$
$PH < 7$	$[H_3O^+] > 10^{-7}$

2- كل ما يأتي ينطبق على المحلول القلوي ما عدا:

$PH > 7$	$[H_3O^+] > [OH^-]$
$[H_3O^+] < 10^{-7}$	$10^{-7} < [OH^-]$

انتبه جيداً إن طلب حجم الماء المضاف بدلاً من حجم المادة
مثال:

اختر الإجابة الصحيحة لما يأتي:

دورة (2018) الأولى:

محلول حمض الآزوت حجمه $50 ml$ وتركيزه $0.2 mol. l^{-1}$ يمدد بالماء

المقطر ليصبح تركيزه $0.04 mol. l^{-1}$ فيكون حجم الماء المقطر

المضاف:

100ml	250ml	300ml	200ml
-------	-------	-------	-------

الحل:

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

$$C \times V = C' \times V'$$

$$0.2 \times 50 = 0.04 \times V'$$

$$V' = 250ml$$

فيكون حجم الماء المضاف:

$$V'' = 250 - 50 = 200 ml$$

بعض أفكار النظري العالقة:

1- كلما كان الحمض أقوى كان أساسه المرافق أضعف.

2- كلما كان الأساس أقوى كان حمضه المرافق أضعف.

مثال (1):

إذا كان Cl^- أضعف من CN^- كأساس، اكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما وبين أي من الحمضين أقوى.

الحل:

HCl هو الحمض المرافق للأساس Cl^- .

HCN هو الحمض المرافق للأساس CN^- .

و HCl أقوى من HCN كحمض لأن Cl^- أضعف من CN^- .

مثال (2):

إذا كان NO_2^- أقوى كأساس من NO_3^- فاكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما ثم بين أي من الحمضين أقوى.

الحل:

.....
.....
.....

3- كلما كانت قيمة K_a أكبر كان الحمض أقوى.

4- وكلما كانت قيمة K_b أكبر كان الأساس أقوى.

مثال:

الحمض	CH_3COOH	HCN
ثابته	2×10^{-4}	5×10^{-10}

1- حدد الحمض الأقوى والحمض الأضعف.

2- حدد الأساس المرافق الأقوى والأساس المرافق الأضعف.

3- حدد من الحمض الذي له أكبر قيمة PH .

الحل:

(1) الحمض الأقوى هو CH_3COOH لأن له أكبر قيمة للثابت،

بالتالي الأضعف هو HCN .

(2) CN^- هو الأساس المرافق الأقوى لأن حمضه أضعف،

بالتالي CH_3COO^- هو الأساس المرافق الأضعف.

(3) حمض HCN له قيمة PH أعلى لأنه هو الأضعف.

تدرب أكثر:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1- محلول مائي لحول $CaCl_2$ له $PH = 7$ غدده بالماء المقطر 100 مرة

فتصبح قيمة الـ PH' :

5	7	9
---	---	---

2- محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0.01 mol. l^{-1} فإن

قيمة الـ PH له:

12	14	2
----	----	---

3- المحلول المائي الذي يمتلك أقوى أساس مرافق هو:

HNO_3	$HCOOH$	HCl
---------	---------	-------

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يلي

- 1- يعتبر الماء مركباً مذنبذباً.
- 2- يعتبر حمض الكبريت حمضاً قوياً.
- 3- يعتبر النشادر أساس حسب نظرية لويوس.
- 4- الحمض القوي درجة تأينه 100%.

ثالثاً: حل المسائل الآتية

المسألة الأولى:

محلول مائي لحمض كلور الماء تركيزه الغرامي 3.65 g. l^{-1} والمطلوب:

- 1- احسب تركيز هذا المحلول مقدراً بـ mol. l^{-1} .
- 2- احسب قيمة PH هذا المحلول.
- 3- نضيف 180 ml من الماء المقطر إلى حجم V من المحلول السابق فيصبح تركيز المحلول 0.01 mol. l^{-1} ، احسب الحجم V .
($H: 1 \text{ cl}: 35.5$)

المسألة الثانية:

نسقط بضع حبات من هيدروكسيد الصوديوم في الماء المقطر كتلتها 4 g ثم أكمل حجم المحلول إلى 100 ml والمطلوب:

- 1- احسب تركيز المحلول مقدراً بـ mol. l^{-1} .
- 2- اكتب معادلة تأين هيدروكسيد الصوديوم.
- 3- احسب PH و POH المحلول.
- 4- احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 50 ml من المحلول السابق لتصبح قيمة $PH' = 13$.
($Na: 23 \text{ H}: 1 \text{ O}: 16$)

الملاحظة الأخيرة للدرس:

❖ عند تمديد الحموض القوية (حصراً) والأسس القوية (حصراً) نميز ما يلي:

الحمض القوي	الأساس القوي	الـ PH	الـ PH
$V' = 10V$	يزداد (1)	$V' = 10V$	ينقص (1)
$V' = 100V$	يزداد (2)	$V' = 100V$	ينقص (2)

مثال:

1- حمض الكبريت المدد قيمة الـ PH له (1) غدده بالماء المقطر 100 أمثال حجمه فكم تصبح قيمة الـ PH :

1	2	3	12
---	---	---	----

2- محلول هيدروكسيد الصوديوم تبلغ قيمة $POH = 2$ غدد هذا المحلول بالماء المقطر 10 أمثال حجمه فكم تصبح قيمة الـ PH له:

4	0	13	11
---	---	----	----

❖ عند تمديد الحموض الضعيفة (حصراً) والأسس الضعيفة (حصراً) نميز ما يلي

الحمض الضعيف	الأساس الضعيف	الـ PH	الـ PH
$V' = 10V$	يزداد (0.5)	$V' = 10V$	ينقص (0.5)
$V' = 100V$	يزداد (1)	$V' = 100V$	ينقص (1)

مثال:

3- محلول حمض الخل تبلغ قيمة الـ PH له 5، غدده 10 أمثال حجمه بالماء المقطر فتصبح قيمة الـ PH له مساوية:

6	4	4.5	5.5
---	---	-----	-----

(ما العيب في أن تسأل عما لا تعرفه، بل العيب في ألا تسأل)



نستنتج:

- كل ملح يحدث له مرحلتان الأولى هي الإماهة ثم الثانية تدعى الحلمية.
- الشق القوي للملح لا يتفاعل مع الماء (لا يتحلله).
- الشق الضعيف يتفاعل مع الماء وينتج حمض أو أساس ضعيف.
- إذا كان الشقان قويان أي لا توجد شقوق ضعيفة فلا تحدث عملية الحلمية.

بعض الاختيارات الممكنة:

1- أحد هذه المحاليل الملحية وسطها قلوي التأثير:

$HCOOK$	Na_2SO_4	$NaNO_3$	NH_4Cl
---------	------------	----------	----------

2- أحد هذه الأملاح تحدث له عملية حلمية:

$NaCl$	K_2SO_4	NH_4NO_3	KNO_3
--------	-----------	------------	---------

3- أحد هذه الأملاح تكون قيمة الـ $PH < 7$:

$(NH_4)_2SO_4$	$NaCN$	CH_3COONa	KCl
----------------	--------	-------------	-------

قوانين العمل في مسائل الحلمية:

أولاً: (ميه الملح - حلمه الملح).

ثانياً: نكتب قانون ثابت الملح:

$$K_h = \frac{\text{تراكيز المواد الناتجة}}{\text{تراكيز المواد المتفاعلة}}$$

ثالثاً: نطبق أحد قوانين الربط بين ثابت الحلمية وثابت تأين الأساس او الحمض الضعيف:

$$k_h \cdot k_a = k_w = 10^{-14}$$

$$k_h \cdot k_b = k_w = 10^{-14}$$

$$k_h \cdot k_a \cdot K_b = k_w = 10^{-14}$$

تنويه: تقبل هذه القوانين مباشرة دون استنتاج في المسائل

لكن يجب دراسة الاستنتاجات لها من كتابك المدرسي

❖ مثال: محلول ملح سيانيد الصوديوم والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة إماهة هذا الملح ثم معادلة حلمته.
- 2- استنتج طبيعة المحلول الناتج.
- 3- استنتج العلاقة التي تربط بين ثابت الحلمية K_h وثابت تأين حمض سيان K_a .

(الحل مرفق في نهاية المكثفة)

المحاليل المائية للأملاح

ما هو الملح؟ مم يتألف؟ علل خاصيته القطبية؟
هو مركب أيوني يتألف من جزأين:

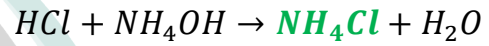
- جزء أساسي موجب، أيون معدني، أو أكثر، أو جذر أمونيوم، أو أكثر.
- جزء حمضي سالب، أيون لا معدني، أو أكثر، أو جذر حمضي، أو أكثر.

شرح ما سبق:

لنأخذ حمضاً معيناً (قوي أو ضعيف) وليكن مثلاً حمض كلور الماء القوي HCl .

ولنأخذ أساساً معيناً (قوي أو ضعيف) وليكن مثلاً هيدروكسيد الأمونيوم الضعيف NH_4OH .

ما هو المركب الناتج من تفاعل هذا الحمض والأساس؟



كلوريد الأمونيوم هو الملح الذي نتج له شقان أحدهما قوي Cl^- لأنه أتى من حمض قوي، وشق ضعيف NH_4^+ لأنه أتى من أساس ضعيف.

نستنتج:

- ينتج الملح من تفاعل حمض مع أساس أحدهما قوي أو كلاهما أقيواء أو كلاهما ضعيفان.
- الملح الناتج يكون تأثيره حمضياً أو قلوياً تبعاً للشق القوي الذي جاء منه، فمثلاً في المثال السابق: الشق القوي هو Cl^- وهو شق حمضي إذا فالملح ككل NH_4Cl سيكون حمضياً $PH < 7$.
- إذا كان الشقان قويان فقيمة الـ $PH = 7$.
- إذا كان الشقان ضعيفان نقارن بين K_a و K_b لنحدد طبيعة الوسط:
 - $K_a < K_b$ الوسط قلوي وال PH أكبر من 7 بقليل.
 - $K_a > K_b$ الوسط حمضي وال PH أصغر من 7 بقليل.
 - $K_a = K_b$ الوسط معتدل وال PH مساوٍ 7.

آلية التعامل مع الملح بعد وضعه (حله) في الماء.

وهي تفاعل الشق الضعيف للملح مع الماء وهي تفاعل عكوس دوماً.

أولاً: بعد وضع الملح في الماء يفترق شقاه عن بعضهما وتسمى هذه العملية بالإماهة. (→)

ثانياً: يتفاعل الشق الضعيف المتأين مع الماء وينتج حمض ضعيف أو أساس ضعيف وتدعى هذه العملية بالحلمية. (↔)

$$PH = -\log(10^{-5}) \Rightarrow PH = 5 < 7$$

ناتج الحمضية حمضي.

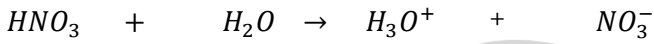
(5ط)

$$X = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \text{ كل يتحلله منه } 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$Z \text{ mol.l}^{-1} \text{ كل يتحلله منه } 100 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$Z = \frac{10^{-5}}{0.2} \times 100 = 5 \times 10^{-3} \%$$

(6ط) نكتب معادلة المادة المضافة ثم المعادلة القديمة وندمج المشترك:



$$0.1 \quad \quad \quad 0 \quad \quad \quad 0$$

$$0 \quad \quad \quad 0.1 \quad \quad \quad 0.1$$



$$0.2 \quad \quad \quad 0 \quad \quad \quad 0.1$$

$$0.2 - x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x + 0.1$$

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

$$5 \times 10^{-10} = \frac{X(0.1 + X)}{(0.2 - X)}$$

تعمل قيمة X في البسط والمقام لصغرهما:

$$X = 5 \times 2 \times 10^{-10} \Rightarrow X = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$X = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1} \text{ كل يتحلله منه } 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$y \text{ mol.l}^{-1} \text{ كل يتحلله منه } 100 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$y = \frac{100 \times 10^{-9}}{0.2} = 5 \times 10^{-7} \%$$

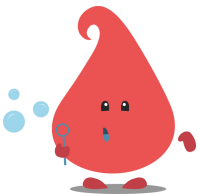
وقيمة pH المحلول بعد الإضافة:

$$[H_3O^+] = 10^{-9} + 10^{-1} \Rightarrow [H_3O^+] \approx 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$PH = 1$$

(توجد مسائل إضافية في نهاية هذا الدرس للتدريب عليها أكثر)



مسألة (1):

محلول لترات الأمونيوم تركيزه المولي 0.2 mol.l^{-1} فإذا علمت بأن قيمة ثابت

$$K_b = 2 \times 10^{-5} \text{ تأين غاز النشادر}$$

1- احسب قيمة ثابت الحمضية K_h .

2- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

3- احسب تركيز أيونات الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ ثم تركيز أيونات الهيدروكسيد

$$[OH^-]$$

4- احسب PH المحلول وما طبيعة المحلول الناتج عن الحمضية.

5- احسب النسبة المئوية للحمضية.

6- نضيف إلى ذلك المحلول بضع قطرات من حمض الآزوت ليصبح تركيزه في المحلول

0.1 mol.l^{-1} احسب النسبة المئوية المتحللة بعد تلك الإضافة ثم احسب

PH المحلول بعد تلك الإضافة.

الحل:

(1ط)

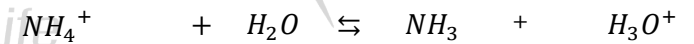
$$k_h \cdot k_b = 10^{-14} \Rightarrow K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10}$$

(2ط) نكتب معادلة الإمهاء أولاً لنحدد الشق الضعيف الذي سنعامله مع الماء.



$$0.2 \quad \quad \quad 0 \quad \quad \quad 0$$

$$0 \quad \quad \quad 0.2 \quad \quad \quad 0.2$$



$$0.2 \quad \quad \quad 0 \quad \quad \quad 0$$

$$0.2 - x \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x$$

(3ط)

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

$$5 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.2 - X}$$

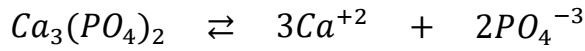
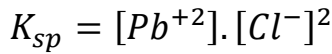
$$X^2 = 5 \times 0.2 \times 10^{-10} \Rightarrow X^2 = 10^{-10}$$

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

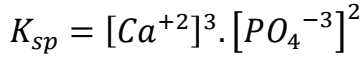
$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$$

(4ط)

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



بدء	s	0	0
إشباع	0	3s	2s



نتائج:

- 1- لاحظ عند كتابة قانون ثابت جداء الذوبان أننا لا نضع الملح الأصلي لأنه مادة صلبة لا تدخل في عبارة K_{sp} .
- 2- تدل قيمة K_{sp} على قابلية ذوبان الملح في الماء وكلما كانت قيمته أكبر كان الملح ذوباً أكثر وكلما نقصت قيمته أكثر كان الملح قابل للترسب أكثر.

السؤال (2):

أعط تفسيراً علمياً: لا تدخل المواد الصلبة في عبارة ثابت جداء الذوبان؟
لأن تراكيز المواد الصلبة يبقى ثابتاً مهما اختلفت كميتها.

السؤال (3):

علل بعض الأملاح قليلة الذوبان في الماء؟
لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراتها أكبر من قوى التجاذب التي تنشأ بين هذه الأيونات وجزيئات الماء أثناء الذوبان.
تنويه لو كان السؤال علل بعض الأملاح جيدة الذوبان بالماء يكفي أن تستبدل كلمة (أكثر) بكلمة (أقل).

أنواع المحاليل:

محلول مشبع: يحوي أكبر كمية ممكنة من أيونات الملح (لا يحوي راسب).

محلول فوق مشبع: يحوي كمية زائدة من أيونات الملح (يحوي راسب).

محلول تحت مشبع: هو محلول لم يصل لحالة الإشباع بعد.

المجداء الأيوني Q:

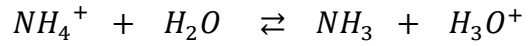
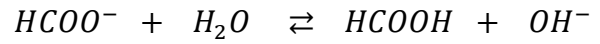
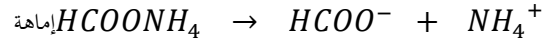
قانون هذا الثابت تماماً كقانون K_{sp} لكن:

K_{sp} : يستخدم في حالة الإشباع (محلول مشبع).

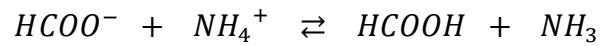
Q : يستخدم للمقارنة مع K_{sp} لتحديد طبيعة المحلول الملحي.

سؤال (هام):

اكتب معادلة حلمهة ملح غلات الأمونيوم ثم اكتب عبارة ثابت حلمهته بدلالة ثابت تأين الماء وكيف نحدد طبيعة الوسط؟



جمع معادلي الحلمهة:



$$K_h = \frac{[CH_3COOH][NH_3]}{[CH_3COO^{-}][NH_4^{+}]}$$

$$K_h \cdot K_b \cdot K_a = K_w = 10^{-14}$$

- إذا كان الشقان ضعيفان نقارن بين K_a و K_b لنحدد طبيعة الوسط:
 $K_a < K_b$ الوسط قلوي وال PH أكبر من 7 بقليل.
 $K_a > K_b$ الوسط حمضي وال PH أصغر من 7 بقليل.
 $K_a = K_b$ الوسط معتدل وال PH مساو 7.

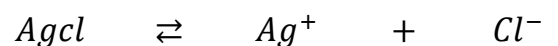
ثانياً: ثابت جداء الذوبان K_{sp} : يدرس هذا الثابت الأملاح قليلة الذوبان في الماء.
(الأملاح التي تأينها جزئي \rightleftharpoons).

في البداية عليك التمييز بين الملح الذوبان الذي يتأين كلياً \rightarrow والملح قليل الذوبان الذي يتأين جزئياً \rightleftharpoons والموضوع صعب بالشرح النظري لذلك أرجو مشاهدة الدقائق الـ (5) الأخيرة من الفيديو الأول للأملاح على قناة اليوتيوب.

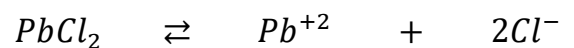
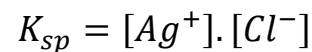
السؤال (1): (هام)

اكتب عبارة التوازن غير المتجانس لكل من المحاليل الآتية:

$AgCl - PbCl_2 - Ca_3(PO_4)_2$ ثم اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان لكل منها بدلالة التراكيز.



بدء	s	0	0
إشباع	0	s	s

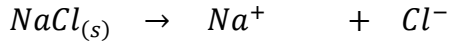


بدء	s	0	0
إشباع	0	s	2s

جميع الدروس مشروحة على قناة اليوتيوب (سامح الغلاب كيمياء)

$$m = 278 \times 10^{-3} \text{ g}$$

(ط4)



ت(بدء)	2×10^{-2}	0	0
ت(إشباع)	0	2×10^{-2}	2×10^{-2}

نحسب تركيز المادة المشتركة بين الملحيتين:

$$[Cl^{-}]' = 2 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$Q = [pb^{2+}] \times [Cl^{-}]'^2$$

$$Q = 1 \times 10^{-2} \times (4 \times 10^{-2})^2$$

$$Q = 16 \times 10^{-6}$$

$$Q > K_{SP}$$

عند إضافة كلوريد الصوديوم التام التأين يزداد تركيز أيونات الكلور فيختل التوازن ويصبح $Q > K_{SP}$ ويصبح المحلول فوق مشبع ويتشكل راسب من $PbCl_2$ ليعود إلى حالة الإشباع وهذا يتفق مع قاعد لوشاتوليه حيث إن إضافة ملح $NaCl$ يؤدي إلى زيادة تركيز أيونات الكلوريد Cl^{-} في المحلول فينزاح التوازن بالاتجاه العكسي لينقص الزيادة فيؤدي إلى ترسيب ملح $PbCl_2$.

مسألة (3):

نضيف 100 ml من محلول نترات الرصاص ذي التركيز 0.05 mol.l^{-1}

إلى 400 ml من محلول كلوريد الصوديوم ذي التركيز 0.1 mol.l^{-1}

فإذا كان ثابت جداء الذوبان للمحلول كلوريد الرصاص

$$K_{SP}(PbCl_2) = 1.6 \times 10^{-5} \text{ في شروط التجربة فالمطلوب:}$$

1- بين حسابياً إن كان جزء من ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا؟

الحل:

أولاً: نقوم بعملية مزج الملحيتين ونحسب التراكيز بعد المزج:

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

$$C \times V = C' \times V' \Rightarrow C' = \frac{C \times V}{V'}$$

$$[Pb(NO_3)_2] = \frac{0.05 \times 100}{500} = 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[NaCl] = \frac{0.1 \times 400}{500} = 0.08 \text{ mol.l}^{-1}$$

ولدينا ثلاث حالات:

$$K_{SP} > Q \text{ ينحل الملح والمحلول غير مشبع (لا يوجد راسب)}$$

$$K_{SP} < Q \text{ يترسب الملح والمحلول فوق المشبع (يوجد راسب)}$$

$$K_{SP} = Q \text{ محلول مشبع ولا يوجد راسب.}$$

مسألة (2):

إذا علمت بأن قيمة ثابت جداء الذوبان للمحلول كلوريد الرصاص هو

$$K_{SP} = 0.4 \times 10^{-5} \text{ المطلوب:}$$

1- احسب الذوبانية المولية $C_{mol.l}^{-1}$ لأيونات هذا الملح في محلول المشبع.

2- احسب الذوبانية الكتلية $C_{g.l}^{-1}$ لكلوريد الرصاص في ذلك المحلول المشبع.

3- احسب كتلة كلوريد الرصاص المنحلة 100 ml من ذلك المحلول.

4- نضيف إلى ذلك المحلول دون تغيير في الحجم كلوريد الصوديوم ليصبح

تركيزه في المحلول $2 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ هل يترسب ملح كلوريد

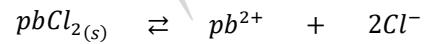
الرصاص في المحلول أم لا؟ وضّح ذلك حسابياً وهل يتفق مع قاعدة

لوشاتوليه؟ علل ذلك.

$$(Cl: 35.5 - Pb: 207)$$

الحل:

(ط1)



$$\text{ت(بدء)} \quad X \quad 0 \quad 0$$

$$\text{ت(إشباع)} \quad 0 \quad X \quad 2X$$

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

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

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

$$X = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[Pb^{2+}] = X = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

(ط2)

$$C_{g.l-1} = C_{mol.l-1} \times M_{(PbCl_2)}$$

$$C_{g.l-1} = 10^{-2} \times 278$$

$$C_{g.l-1} = 278 \times 10^{-2} \text{ g.l}^{-1}$$

(ط3)

$$m = C_{g.l-1} \times V$$

$$m = 278 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-3}$$

عند إضافة كمية من حمض الكبريت القوي والتام التأين يزداد تركيز أيونات الكبريتات فيختل التوازن ويصبح $Q > K_{SP}$ ويصبح المحلول فوق مشبع ويتشكل راسب من الملح الضعيف $BaSO_4$.

تدرب أكثر

مسألة (5):

أضيف حجم معين من محلول نترات الرصاص تركيزه المولي

$2 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ إلى حجم مماثل من حمض كلور الماء تركيزه المولي $6 \times 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ المطلوب:

1) هل يتشكل راسب من مركب كلوريد الرصاص بعد المزج أم لا علماً بأن

ثابت جداء ذوبان كلور الرصاص $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-5}$ وضح ذلك حسابياً.

مسألة (6):

محلول سيانيد البوتاسيوم KCN تركيزه $5 \times 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$ فإذا علمت أن ثابت حمض سيان الهيدروجين 5×10^{-10} والمطلوب:

1- كتابة معادلة حلمهة هذا الملح.

2- حساب قيمة ثابت الحلمهة.

3- حساب تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحلول ثم احسب قيمة PH و POH وما طبيعة المحلول الناتج عن الحلمهة.

4- حساب النسبة المئوية المتحللمهة.

5- نضيف إلى ذلك المحلول بضع قطرات من هيدروكسيد الصوديوم ليصبح

تركيزه في المحلول 0.1 mol.l^{-1} احسب النسبة المئوية المتحللمهة

بعد تلك الإضافة ثم احسب PH المحلول بعد تلك الإضافة.

مسألة (7):

محلول مائي مشبع لكبريتات الكالسيوم الذوبانية المولية له

$3 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ والمطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح في محلوله المشبع.

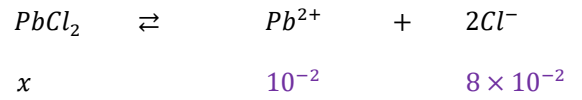
2- احسب قيمة ثابت جداء الذوبان له.

3- نضيف حجم معين من محلول كلوريد الكالسيوم تركيزه

0.02 mol.l^{-1} إلى حجم مساو له من المحلول السابق بين

حسابياً سبب ترسب قسم من ملح كبريتات الكالسيوم.

الخطوة الثانية: نكتب معادلة الملح المطلوب منا دراسته وننقل المعطيات من المعادلات السابقة دون التغيير عليها ولو برقم واحد:



الخطوة الثالثة: نحسب Q ونقارن:

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

$$Q = 10^{-2} \times 64 \times 10^{-4} = 64 \times 10^{-6}$$

$$Q > K_{SP}$$

إذاً يترسب ملح كلوريد الرصاص الناتج من تفاعل الملحين السابقين.

مسألة (4):

أضيف 500 ml من محلول يحوي على $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ من كلور الباريوم $BaCl_2$ إلى 500 ml من محلول يحوي على $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ من كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 فنحصل على محلول مشبع من كبريتات الباريوم والمطلوب:

1) احسب قيمة ثابت جداء ذوبان ملح كبريتات الباريوم K_{SP} .

2) ماذا يحدث لذلك المحلول إذا أضيف إليه كمية من حمض الكبريت؟

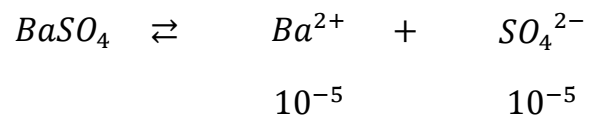
الحل:

1ط) حساب التراكيز بعد المزج: بما أن الحجم متساوية والمولات متساوية نحسب التركيز الجديد مرة واحدة:

$$c = \frac{n}{V'} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1000 \times 10^{-3}} = \frac{10^{-5}}{1} = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[BaCl_2] = [K_2SO_4] = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

ثانياً: نكتب معادلة الملح المطلوب من تفاعل الملحين:



نحسب ما هو مطلوب في الخطوة الثالثة

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

$$K_{SP} = 10^{-5} \times 10^{-5}$$

$$K_{SP} = 1 \times 10^{-10}$$

2ط)

ترسيب ملح في محلوله:

لترسيب ملح في محلوله المشبع. نضيف إلى المحلول مركب تام التآين في الماء يجوي على أيون مماثل لأحد أيونات الملح المطلوب.

مثال (1):

ليكن لدينا محلولاً مشبعاً من كلوريد الفضة المطلوب:

- 1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.
- 2- اقترح طريقة لترسيب هذا المحلول في محلوله المشبع مفسراً السبب وهل يتفق ذلك مع قاعدة لوشاتوليه.

الحل: $AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

ط2) نضيف إلى ذلك المحلول كمية من كلوريد الصوديوم أو البوتاسيوم $NaCl$ فيزداد تركيز أيونات الكلوريد في المحلول مما يؤدي إلى اختلال التوازن ويرجح التفاعل في الاتجاه العكسي حسب لوشاتوليه أي نحو ترسب ملح كلوريد الفضة وتصبح $Q > K_{sp}$.

مثال (2):

ليكن لدينا محلولاً مشبعاً من فوسفات ثلاثية الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ اقترح طريقة لترسيب هذا الملح في محلوله المشبع؟

الحل:

نضيف إلى ذلك المحلول مركب تام التآين (ذواب) يجوي أيون مماثل أحد أيونات الملح مثل ملح نترات الكالسيوم - كلوريد الكالسيوم - حالات الكالسيوم الخ (يكفي مثال واحد)

إذابة ملح في محلوله:

لإذابة ملح في محلوله المشبع نضيف إلى المحلول مركباً تام التآين في الماء يجوي على أيون قادر على الاتحاد مع أحد أيونات الملح مشكلاً مركباً ضعيف التآين. (المادة المضافة حمض غالباً)

مثال (1):

فسر ماذا يحدث عند إضافة حمض كلور الماء إلى محلول مشبع من كربونات الباريوم.

الحل: $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$ $BaCO_3 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CO_3^{-2}$

تتحد أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ مع أيونات الكربونات فيتشكل حمض الكربون H_2CO_3 ضعيف التآين فينقص تركيز أيونات الكربونات في المحلول ويرجح التفاعل المباشر حسب لوشاتوليه فتذوب كمية من الملح لإعادة التوازن وتصبح $Q < K_{sp}$ وينحل الملح.

مثال (2):

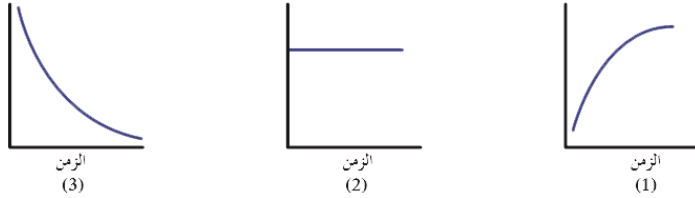
محلول مائي للملح فوسفات الفضة Ag_3PO_4 اقترح طريقة تؤدي إلى إذابة هذا الملح في محلوله المشبع.

الحل:

نضيف مركباً تام التآين (ذواب) يتحد مع أحد أيونات الملح ويشكل معه مركباً ضعيف التآين مثال: حمض كلور الماء - حمض الآزوت

(يكفي مثال واحد)

مثال شامل و(هام):



تشير المنحنيات السابقة إلى تغير ذوبانية ملح **كبريتات الرصاص** بدلالة الزمن والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس للملح كبريتات الرصاص.
- 2- اكتب عبارة K_{sp} لهذا الملح.
- 3- أي المنحنيات يدل على إضافة كمية من حمض كلور الماء.
- 4- أي من المنحنيات يدل على إضافة نترات الرصاص.
- 5- أي من المنحنيات يدل على إضافة كربونات البوتاسيوم.

الحل:

ط1) $PbSO_4(s) \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{+2}$ ط2) $K_{sp} = [Pb^{+2}] \cdot [SO_4^{-2}]$

ط3) إضافة حمض كلور الماء يؤدي إلى زيادة ذوبانية الملح والمنحني الأول يدل على ذلك.

ط4) إضافة نترات الرصاص يؤدي إلى نقصان ذوبانية الملح والمنحني الثالث يدل على ذلك.

ط5) إضافة كربونات الكالسيوم لا يؤثر على ذوبانية كبريتات الرصاص والمنحني المعبر عن ذلك هو الثاني.

جميع الدروس مشروحة على قناة اليوتيوب (سامح الغلاب كيمياء)

حل المسألة الآتية كتدريب لك (هام جداً جداً)

محلول كلوريد الأمونيوم تركيزه المولي 0.2 mol. l^{-1} وقيمة PoH له (9) والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.
- 2- احسب تركيز أيونات الهيدرونيوم والهيدروكسيد في المحلول.
- 3- احسب قيمة ثابت الحلمهة K_h .
- 4- احسب قيمة ثابت تأين غاز النشادر K_b ثم احسب مقدار النسبة المئوية المتحللمهة.
- 5- ما التغير الذي يجب أن يطرأ على قيمة أيونات الهيدرونيوم حتى يزداد الـ PH بقدر (1).

الحل:

المحاليل المنظمة (الموقية):

هو المحلول الذي يقي نفسه من التغيرات الكبيرة في الـ PH .

إلا بتغيرات بسيطة جداً.

ويتألف المحلول الموقى من حالتين:

1- حمض ضعيف مع أحد أملاحه الذوابة.

2- أساس ضعيف مع أحد أملاحه الذوابة.

ومثال عام لمحلول منظم هو دم الإنسان فالدم لا يتأثر بإضافة الحموض القوية مثلاً ولا يصبح حمضياً وبالتالي فقد حمى نفسه من التغيرات الممكنة في قيم الـ PH .

كيف يأتي السؤال؟

في كتابنا لا يوجد عن هذه الفقرة سوى احتر الإجابة الصحيحة لذلك تدرّب على هذه الأمثلة متذكراً الاختيارات السابقة لنوعا المحلول الموقى.

اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- المحلول المنظم للحموضة من المحاليل الآتية:

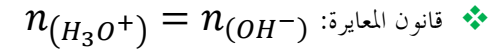
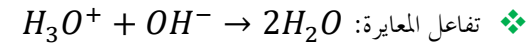
$HCl - KCl$	$HCOOH - HCOOK$
$NaOH - NaNO_3$	$NH_4OH - NaCl$

2- أحد هذه المحاليل هو محلول منظم:

$KOH - K_2SO_4$	$HNO_3 - NaNO_3$
$NaOH - HCOONa$	$CH_3COOH - CH_3COONa$

تنويه: البحث عن حمض ضعيف أو أساس ضعيف مع أحد أملاحه.

. معايرة حمض قوي بأساس قوي:



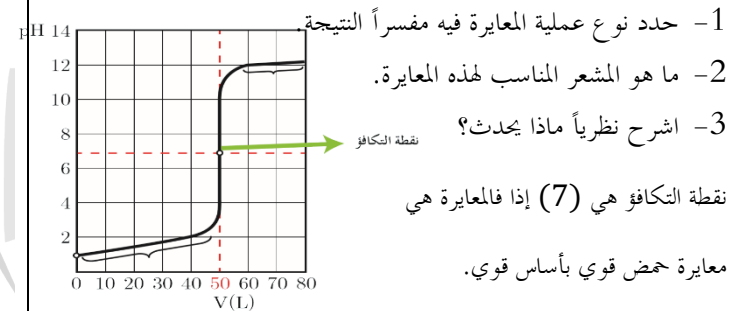
❖ $PH = 7$ عند نقطة نهاية المعايرة.

❖ المشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول لأن PH نقطة نهاية المعايرة تقع

ضمن مجاله الذي يمتد بين 6 → 7.6 والملح الناتج عن التعديل معتدل.

مثال:

في الشكل المرفق جانباً خطأً بيانياً لعملية معايرة والمطلوب:



ط(2) المشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول لأن مجاله يحوي نقطة نهاية المعايرة.

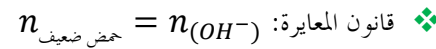
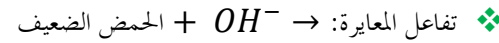
6 → 7.6

ط(3) تزداد قيمة pH المحلول تدريجياً نتيجة تناقص تراكيز أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ لتفاعلها مع أيونات الهيدروكسيد OH^- وفق المعادلة الأيونية:



واعتد اتحاد جميع أيونات الهيدرونيوم مع جميع أيونات الهيدروكسيد المضافة تصبح قيمة $pH = 7$ وتدعى نقطة نهاية المعايرة.

معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:



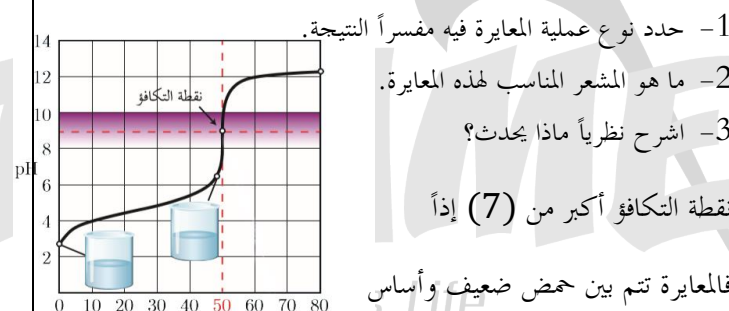
❖ pH المعايرة هنا أكبر من 7 والملح الناتج قلوي التأثير.

❖ المشعر المناسب هو الفينول فتالين لأن PH نقطة نهاية المعايرة تقع ضمن

مجاله الذي يمتد بين 8.2 → 10

مثال:

في الشكل المرفق جانباً خطأً بيانياً لعملية معايرة والمطلوب:

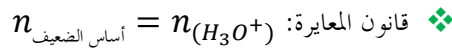
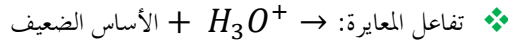


ط(2) المشعر المناسب هو الفينول فتالين لأن مجاله يحوي نقطة نهاية

المعايرة 8.2 → 10.

ط(3) تزداد قيمة pH تدريجياً نتيجة تناقص تركيز الحمض الضعيف بتفاعله مع أيونات الهيدروكسيد المضافة.

معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:



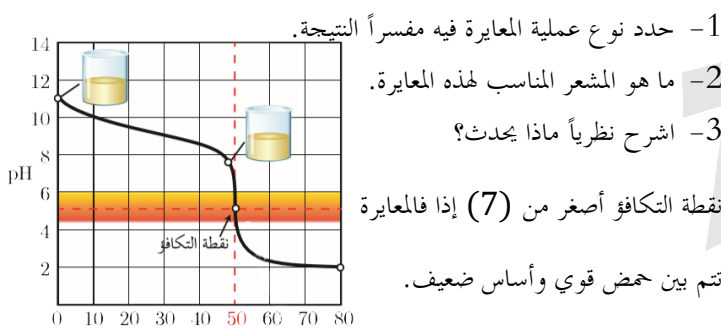
❖ pH المعايرة هنا أصغر من 7 والملح الناتج حمضي التأثير.

❖ المشعر المناسب هو أحمر الميتيل لأن PH نقطة نهاية المعايرة تقع ضمن

مجاله الذي يمتد بين 4.2 → 6.2

مثال:

في الشكل المرفق جانباً خطأً بيانياً لعملية معايرة والمطلوب:



ط(2) المشعر المناسب هو أحمر الميتيل لأن مجاله يحوي نقطة نهاية المعايرة

4.2 → 6.2

ط(3) حسب الشكل تنقص قيمة pH تدريجياً نتيجة تناقص تركيز الأساس الضعيف بتفاعله مع أيونات الهيدرونيوم المضافة.

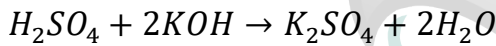
(تدرب أكثر على المنحنيات في كتابك)

مسألة (1):

لزم لتمام معايرة 40 ml من محلول حمض الكبريت تعديلاً تاماً إضافة 20 ml من محلول البوتاس الكاوي الذي تركيزه 2 mol.l^{-1} والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة التفاعل ومعادلة المعايرة الأيونية الخاصة بهذا النمط منها.
 - 2- احسب التركيز المولي والتركيز الغرامي لحمض الكبريت ثم احسب كتلته.
 - 3- احسب التركيز المولي للملح الناتج.
 - 4- ما قيمة pH المحلول الناتج عن المعايرة وما أفضل مشعر لها ولماذا؟
- (S: 32 O: 16 H: 1)

الحل:



2) نستخدم قانون المعايرة: ويمكنك أن تحول الحجم للتر أم لا (لا يهم هنا):

$$n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{(\text{OH}^-)}$$

$$2 \cdot C_1 \cdot V_1 = C_2 V_2$$

$$2 \times C_1 \times 0.04 = 2 \times 0.02$$

$$C_1 = 0.5 \text{ mol.l}^{-1}$$

نحسب التركيز الغرامي:

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

$$C_{g.l^{-1}} = 0.5 \times 98 = 49 \text{ g.l}^{-1}$$

نحسب كتلة حمض الكبريت المستعملة:

$$m_1 = C_1 V_1 M_1$$

$$m_1 = 0.5 \times 0.04 \times 98 = 196 \times 10^{-2} \text{ g}$$

3) نستخدم أحد الطريقتين:

$$n_{(\text{K}_2\text{SO}_4)} = n_{(\text{H}_3\text{O}^+)}$$

$$2 \cdot C_3 V_3 = 2 C_1 V_1$$

$$2 \times C_3 \times 0.06 = 2 \times 0.5 \times 0.04$$

$$C_3 = \frac{1}{3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$n_{(\text{K}_2\text{SO}_4)} = n_{(\text{OH}^-)}$$

$$2 \cdot C_3 V_3 = C_2 V_2$$

$$2 \times C_3 \times 0.06 = 2 \times 0.02$$

$$C_3 = \frac{1}{3} \text{ mol.l}^{-1}$$

4) $\text{pH} = 7$ لأن المعايرة تتم بين حمض قوي وأساس قوي.

والمشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول لأن مداه من 7.6 → 6

يجوي نقطة نهاية المعايرة.

قوانين وملاحظات العمل في مسائل المعايرة:

عند استخدام قانون المعايرة يجب الانتباه لعدد الوظائف الذي نحسبه بالطريقة:

عدد الوظائف في الحمض هو عدد أيونات الهيدروجين فيه وفي كتابنا لا يوجد سوى حمض الكبريت ثنائي الوظيفة.

عدد الوظائف في الأساس هو عدد أيونات الهيدروكسيد وفي كتابنا كل الأسس أحادية الوظيفة.

عدد الوظائف في الملح هو إشارة (معدنه الموجب × عدد ذراته).

عند التمديد بالماء لانضرب بعدد الوظائف.

قوانين العمل:

في المسائل نحتاج فقط للتركيز المولي $C_{mol.l^{-1}} = \frac{n}{V}$

والتركيز الغرامي يمكن حسابه من: $C_{g.l^{-1}} = \frac{m}{V}$

نربط التركيزين بالقانون: $C_{g.l^{-1}} = C_{mol.l^{-1}} \cdot M$

إذا مدد المحلول بالماء أو مزج مادتين نستخدم القانون:

بعد التمديد $n = n$ قبل التمديد

$$C \times V = C' \times V'$$

إذا طلب حساب كتلة ما في العينة نكتب القانون:

$$m = C \cdot V \cdot M$$

لكن هذه الكتلة التي قد حُسبت هي للمادة الشبقة فقط في حال

كانت العينة تحوي شوائب.

الشوائب تحسب من: $m_{\text{شوائب}} = m_{\text{كلي}} - m_{\text{نقي}}$

إذا طلب النسبة المئوية لأي كتلة في العينة (نقي - شوائب):

كل $m_{\text{كلي}}$ تحوي $m_{\text{شوائب}}$

كل 100g من العينة تحوي $Y(g)$

كما في المسألة الثالثة القادمة (هام)

ملاحظة: لا يهر تحويل الحجم عند استخدام قانون المعايرة واليك الأمثلة . . .

مسألة (2):

لزم لتعديل 25 ml من محلول حمض الكبريت تعديلاً تاماً إضافة 15 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $(0.5 \text{ mol. l}^{-1})$ و 10 ml من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $(0.25 \text{ mol. l}^{-1})$:

1- احسب التركيز المولي، ثم الغرامي لحمض الكبريت، ثم احسب كتلته.

2- نأخذ حجم معين من ذلك المحلول الحمضي ونُدده بالماء المقطر ليصبح حجمه خمس أمثال ما كان عليه احسب تركيزه الجديد.

3- نأخذ حجم معين من المحلول الأصلي لحمض الكبريت والذي تركيزه

0.2 mol. l^{-1} ونضيف إليه خمسة أمثال حجمه من الماء المقطر فما

تركيزه الجديد. (S: 32 H: 1 O: 16)

$$n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)_1} + n_{(OH^-)_2}$$

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

$$2 \times C \times 25 = 0.5 \times 15 + 0.25 \times 10$$

$$50 C = 7.5 + 2.5 = 10$$

$$C = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$$

والتركيز الغرامي:

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

$$C_{g.l^{-1}} = 0.2 \times 98 = 19.6 \text{ g. l}^{-1}$$

$$m = C \cdot V \cdot M$$

$$m = 0.2 \times 25 \times 10^{-3} \times 98 = 49 \times 10^{-3} \text{ g}$$

(3ط)

بعد التمديد n = n قبل التمديد

$$C \times V = C' \times V'$$

$$C \times V = C' \times 5V$$

$$C' = \frac{C}{5} = \frac{0.2}{5} = \frac{2}{50} = \frac{1}{25} \text{ mol. l}^{-1}$$

(4ط) حاول التمييز بينه وبين الطلب السابق جيداً.

بعد التمديد n = n قبل التمديد

$$C \times V = C' \times V'$$

$$C \times V = C' \times (V + 5V)$$

$$C \times V = C' \times 6V$$

$$C' = \frac{C}{6} = \frac{0.2}{6} = \frac{2}{60} = \frac{1}{30} \text{ mol. l}^{-1}$$

مسألة (3):

تُذيب 2.5 g من كربونات الصوديوم غير النقية في الماء المقطر ونكمل حجم المحلول إلى 100 ml فإذا علمت أنه يلزم 20 ml من هذا المحلول لتعديل 40 ml من حمض الكبريت الذي تركيزه 0.1 mol. l^{-1} والمطلوب:

1- اكتب معادلة تفاعل التعديل الحاصلة.

2- احسب تركيز محلول ملح كربونات الصوديوم اللامائية مقدراً mol. l^{-1} .

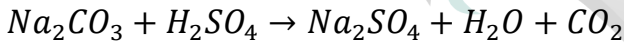
3- احسب كتلة الملح كربونات الصوديوم النقية.

4- احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة (الملح المستعمل).

$$O: 16 \quad Na: 23 \quad C: 12$$

الحل:

(1ط)



(2ط)

$$n_{(Na_2SO_4)} = n_{(H_3O^+)}$$

$$2 \cdot C_1 \cdot V_1 = 2 \cdot C_2 \cdot V_2$$

$$2 \times C_1 \times 20 = 2 \times 0.1 \times 40$$

$$C_1 = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$$

(3ط)

$$m_1 = C_1 \cdot V \cdot M_1$$

$$m_1 = 0.2 \times 100 \times 10^{-3} \times 106$$

$$m_1 = 2.12 \text{ g نقي}$$

(4ط)

نحسب كتلة الشوائب: $m_{\text{شوائب}} = m_{\text{كلي}} - m_{\text{نقي}}$

$$m_{\text{شوائب}} = 2.5 - 2.12 = 0.38 \approx 0.40 \text{ g}$$

كل 2.5 g من العينة تحوي 0.40 g شوائب

كل 100 g من العينة تحوي Y (g)

$$Y = \frac{0.4 \times 100}{2.5} = 16 \%$$

ومنه النسبة المئوية للعينة النقية هي 84%

مسألة (4):

لزمَ لتمام معايرة 50 ml من حمض الخل إضافة 20 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي (0.5) والمطلوب:

1- اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

2- احسب التركيز الغرامي لمحلول حمض الخل.

3- احسب التركيز المولي للملح الناتج بعد تمام المعايرة.

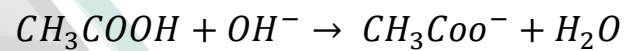
4- يضاف 120ml من الماء المقطر إلى حجم مناسب من محلول

هيدروكسيد الصوديوم السابق فيصبح تركيزه 0.1 mol.l^{-1} احسب

الحجم V.

5- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة وما طبيعة المحلول النهائية.

الحل:



(ط2)

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{OH}^-)$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 V_2$$

$$C_1 \times 50 = 0.5 \times 20$$

$$C_1 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$C_{g.l^{-1}} = 0.2 \times 60 = 12 \text{ g.l}^{-1}$$

(ط3)

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{CH}_3\text{COONa})$$

$$C_3 V_3 = C_1 V_1$$

$$C_3 \times 70 = 0.2 \times 50 \Rightarrow C_3 = \frac{1}{7} \text{ mol.l}^{-1}$$

(ط4)

بعد التمديد n = n قبل التمديد

$$C \times V = C' \times V'$$

$$0.5 \times V = 0.1(V + 120)$$

$$5V = V + 120 \Rightarrow V = 30 \text{ ml}$$

(ط5) المعايرة تتم بين حمض ضعيف وأساس قوي فالمشعر المناسب هو

الفينول فتالين لأن مجاله يجوي نقطة نهاية المعايرة 10 → 8.2

مسألة (5): New idea

حل 3 g من مزيج ملح كلوريد الصوديوم وكربونات الصوديوم اللامائية بالماء المقطر ليصبح حجم المحلول 250 ml ثم نأخذ منها 25 ml فيلزم لتعديلها 20ml من حمض كلور الماء ذي التركيز 0.1 mol.l^{-1} والمطلوب:

(Na: 23 O: 16)

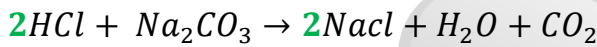
(H: 1 C: 12)

1- كتابة معادلة التفاعل الحاصل.

2- حساب تركيز محلول كربونات الصوديوم.

3- حساب النسبة المئوية لمكونات المزيج.

ط1) كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض الكلور الماء فتكون معادلة التفاعل:



(ط2)

Na_2CO_3	HCl
$C_1 = ?$	$C_2 = 0.1 \text{ mol/l}$
$V_1 = 25 \text{ ml}$	$V_2 = 20 \text{ ml}$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{HCl})$$

$$2C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$2 \times C_1 \times 25 = 0.1 \times 20$$

$$C_1 = 0.04 \text{ mol.l}^{-1}$$

(ط3)

النسبة المئوية للمكونات تحتاج كتلة المادة المدروسة أولاً:

لذلك نحسب كتلة كربونات الصوديوم ثم نحسب نسبتها لكن ننتبه إلى الحجم لأننا سنضع الحجم الكلي لأن المطلوب هو النسبة في العينة كلها.

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = C_1 \cdot V \cdot M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$m = 0.04 \times 250 \times 10^{-3} \times 106$$

$$m = 1.06 \text{ g}$$

نحسب النسبة المئوية لها في المزيج:

كل 3(g) من العينة تحوي 1.06g من كربونات الصوديوم اللامائية

كل 100g من العينة تحوي Y(g)

$$Y = \frac{100 \times 1.06}{3} \approx 35\%$$

ومنه تكون النسبة المئوية للملح كلوريد الصوديوم 65%

(K:39 H:1 O:16)

مسألة (7): مسألة دمج

نلقي بضع حبات من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء المقطر ونكمل حجم المحلول إلى 800 ml فيصبح تركيز المحلول 0.025 mol.l^{-1} والمطلوب:

- 1- احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم في العينة.
- 2- نأخذ من المحلول الناتج 100ml ونضيف إليها 150ml ماء مقطر احسب pH المحلول الناتج.
- 3- نأخذ حجماً معيناً V من ذلك المحلول والذي تركيزه 0.1 mol.l^{-1} فرضاً ثم نعايره بمحلول حمض الكبريت الذي تركيزه 0.5 mol.l^{-1} وحجمه 50ml ونضيف 50ml أيضاً من محلول حمض كلور الماء ذي التركيز 1.5 mol.l^{-1} حتى تمام المعايرة احسب الحجم V.

الحل:

$$m = C.V.M = 0.025 \times 800 \times 10^{-3} \times 56$$

$$m = 1.12 \text{ g}$$

(2ط)

بعد التمديد $n = n$ قبل التمديد

$$C \times V = C' \times V'$$

$$0.025 \times 100 = C' \times (250)$$

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

وبما أننا نتعامل مع أساس قوي فإن:

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

$$\Rightarrow pOH = -\log[OH^-] = 2$$

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 12$$

(3ط)

KOH	H ₂ SO ₄	Hcl
C = 0.1	C ₁ = 0.5	C ₂ = 1.5
V = ??	V ₁ = 50	V ₂ = 50

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

$$C.V = 2C_1V_1 + C_2V_2$$

$$10^{-1} \times V = 2 \times 0.5 \times 50 + 1.5 \times 50$$

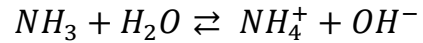
$$10^{-1} \times V = 50 + 75$$

$$V = \frac{125}{10^{-1}} = 1250 \text{ ml}$$

مسألة (6): مسألة دمج

محلول لغاز النشادر بالماء تركيزه 0.02 mol.l^{-1} ودرجة تأينه 5%

- 1- احسب pH المحلول ثم احسب ثابت التأين لهذا الأساس.
 - 2- يُعاير 20 ml من المحلول السابق بمحلول حمض الآزوت فيلزم منه 4 ml حتى تمام المعايرة والمطلوب:
- a. اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل.
b. احسب تركيز محلول حمض الآزوت المستخدم.
c. ما طبيعة الوسط الناتج عن المعايرة وما المشعر المناسب فسر ذلك؟



وبما أن درجة التأين معطاة:

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \Rightarrow \frac{5}{100} = \frac{[OH^-]}{0.02}$$

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

وحسب ثابت الجداء الأيوني للماء:

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

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ mol.l}^{-1}$$

(2ط)

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

$$PH = 11$$

ونعلم أن:

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

$$10^{-3} = \sqrt{2 \times 10^{-2} \times K_b}$$

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

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



$$n(NH_3) = n(H_3O^+)$$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$0.02 \times 20 = C_2 \times 4 \Rightarrow C_2 = 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$$

طبيعة الوسط الناتج عن المعايرة حمضي بسبب تشكل أيونات الأمونيوم التي تسلك سلوك حمض ضعيف.

والمشعر المناسب هو أحمر الميتيل بحاله يحوي نقطة نهاية المعايرة 6.2 → 4.2

بعض الأسئلة النظرية العالقة

أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

- 1- المشعر المناسب لمعايرة حمض ضعيف بأساس قوي هو الفينول فتالين؟
لأن $pH > 7$ عند نقطة نهاية المعايرة وهذا المشعر يجوي نقطة نهاية المعايرة لأن مداه $10 \rightarrow 8.2$
- 2- المشعر المناسب لمعايرة حمض قوي بأساس ضعيف هو أحمر الميتيل؟
لأن $pH < 7$ عند نقطة نهاية المعايرة وهذا المشعر يجوي نقطة نهاية المعايرة لأن مداه $6.2 \rightarrow 4.2$
- 3- المشعر المناسب لمعايرة حمض قوي بأساس قوي هو أزرق بروم التيمول؟
لأن $pH = 7$ عند نقطة نهاية المعايرة وهذا المشعر يجوي نقطة نهاية المعايرة لأن مداه $7.6 \rightarrow 6$
- 4- استخدام أحد مشعرات (حمض - أساس) في معايرة التعديل؟
لتحديد نقطة نهاية تفاعل المعايرة.
- 5- عند معايرة حمض الخل بهيدروكسيد البوتاسيوم يكون الوسط عند نهاية التفاعل أساسياً؟
لان أيونات الخلات الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك أساس ضعيف.
- 6- عند معايرة حمض الكبريت بهيدروكسيد الأمونيوم يكون الوسط عند نهاية التفاعل حمضياً؟
لأن أيونات الأمونيوم الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك حمض ضعيف.

لا تيأس فالله هو الموفق

الجلسات الامتحانية

معهد الرؤية الجديدة (ساحة الميسات)

معهد القمة (حرة الشرقية)

معهد بوابة المستقبل (جديدة عرطون)



مسألة (8): (دورة 2017)

عينة غير نقية من هيدروكسيد الصوديوم الصلب كتلتها 2 g تُذاب في الماء المقطر، ويكمل حجم المحلول إلى 100 ml ثم يعاير المحلول الناتج بمحلول حمض الكبريت (بفرض أنه تام التآين) تركيزه 0.5 mol.l^{-1} فيلزم منه 40 ml لإتمام المعايرة المطلوب:

- 1- اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- 2- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل مقدراً mol.l^{-1}
- 3- احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم النقي في العينة.
- 4- احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة.

مسألة (9): (تدريبية لك أنت عزيزي الطالب)

محلول لحمض سيانيد الهيدروجين تركيزه المولي (0.2 mol.l^{-1}) نأخذ منه حجم معين فيلزم لتتمام المعايرة إضافة (20 ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي (0.1 mol.l^{-1}):

- 1- اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.
 - 2- احسب حجم محلول سيانيد الهيدروجين المستعمل.
 - 3- احسب التركيز المولي للملح الناتج.
 - 4- احسب كتلة سيانيد الهيدروجين المستعمل في المعايرة.
- (C: 12 N: 14 H: 1)

مسألة (10): (تدريبية لك أنت عزيزي الطالب)

محلول مائي لحمض كلور الماء له قيمة $pH = 1$ والمطلوب:

- 1- احسب التركيز الابتدائي لهذا الحمض.
- 2- يلزم لتعديل 25 ml من محلول كربونات الصوديوم تعديلاً تاماً إضافة 50 ml من محلول الحمض السابق والمطلوب:
 - a) اكتب معادلة تفاعل المعايرة السابق.
 - b) احسب التركيز المولي لمحلول كربونات الصوديوم ثم التركيز الغرامي له.
 - c) ما هي طبيعة المحلول الناتج عن المعايرة وما هو أفضل مشعر لها ولماذا؟

حلول المسائل جميعها على قناة التلغرام

(سامح الغلاب كيمياء)