

## الكيمياء النووية

أولاً: رمز النواة  ${}^A_ZX$ 

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

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

أما العدد العلوي فهو مجموع البروتونات والنيترونات سوياً لذلك نقول

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

## ثانياً: الجسيمات الأولية

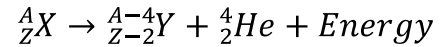
الرمز	الجسيم النووي
${}^4_2He$	جسيم ألفا
${}^0_{-1}\beta$ أو ${}^0_{-1}e$	جسيم بيتا
${}^1_1H$ أو ${}^1_1P$	بروتون
${}^0_{+1}\beta$ أو ${}^0_{+1}e$	بوزيترون
${}^1_0n$	نيوترون

## 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.

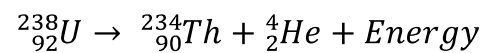
يحدث للنوى التي يزيد عددها الذري عن 83



سؤال (2): تتحول نواة اليورانيوم المشع  ${}^{238}_{92}U$  إلى نواة الثوريوم المشع  ${}^{234}_{90}Th$  بعد تحول طبيعي من النمط ألفا والمطلوب:

• اكتب المعادلة النووية المعبرة عن ذلك التحول.

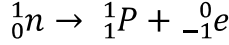
الحل:



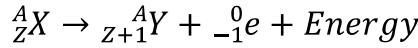
## (b) التحول الطبيعي من النمط بيتا

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

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

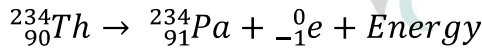


سؤال (2): اكتب المعادلة العامة المعبرة عن التحول الطبيعي لبيتا.



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

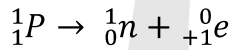
• اكتب المعادلة النووية المعبرة عن ذلك التحول.



## (c) التحول الطبيعي من النمط بوزيترون

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

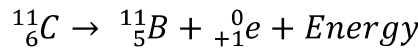
يحدث للنوى الواقعة تحت حزام الاستقرار نتيجة تحول بروتون إلى نيوترون.



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



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



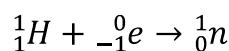
## (d) الأسر الإلكتروني

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

تم التحميل من موقع علوم البزيترون، حيث تلتقط النواة إلكترونات من السحابة الإلكترونية المحيطة بها

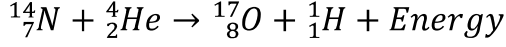
ليزتبط ببروتون ويتشكل نيوترون وفق المعادلة:



### (b) تفاعلات التطاير

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.

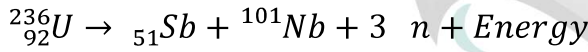


تفاعل تطاير. (تغير نوع العنصر وأطلق جسيم جديد).

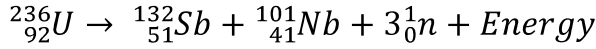
### (c) تفاعلات الانشطار

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

مثال: أكمل المعادلة النووية الآتية ثم حدد نوعها:



الحل:



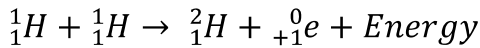
تفاعل انشطار نووي. (قسمت النواة لنواتين في الطرف الثاني).

### (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)

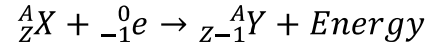
ملاحظة: توجد معادلات عديدة في الكتاب يمكنك التدرب عليها.

### 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.



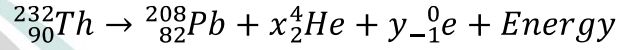
### رابعاً: سلاسل النشاط الإشعاعي

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:

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

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

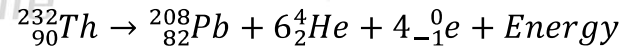
ومن قانون مصونية العدد الذري:

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

$$90 = 82 + 12 - y$$

$$y = 4$$

ومنه تكون المعادلة المعبرة عن السلسلة السابقة:

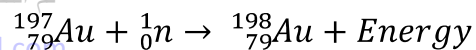


### خامساً: التفاعلات النووية (النشاط الإشعاعي الصناعي)

#### (a) تفاعلات التقاط

تلتقط النواة القديفة 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 متبقة.

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

## ثامناً: خواص الإشعاعات والجسيمات

تُحفظ من كتابك المدرسي في الصفحة 10 + 11

وهي هامة جداً تأتي بشكل مقارنات أو تعاليل.

الموقع التعليمي علوم الجميع

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

قانون المسائل:  $t_{كلي} = t_{1/2} \times n$

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 ( $8 \times 10^5$ ) نواة فإذا علمت بأن عمر النصف لهذا العنصر هو (50 days) وأن عدد النوى في نهاية التحول هو  $1 \times 10^5$  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 أينشتاين من موقع علوم للجميع

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

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

الارتباط في النواة) وتعاكسها في الإشارة.



## تدرب 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 بـ نيوترون 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 أيماً مما سبق
---------------------------	----------------------------	------------------	----------------------

8- يتعلق عمر النصف بـ:

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

9- تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكتفة 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 الكتروناتاً 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. $^{-1}_0e$	b. $^{+1}_0e$	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 بها بنفسك أولاً)



**2- قانون شارل:** افترض شارل أن ضغط الغاز يبقى ثابتاً وهو يغير الحجموالحرارة فقط أي:  $P_1 = P_2$  وبخلافها 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 يفترض أن الحجم ثابت أي:  $V_1 = V_2$  وعند

حذفها 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

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

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 وابقاء الرقم الثابت مكانه:

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

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:

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

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

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

تحويل درجة الحرارة:

**الغازات****أولاً: مفهوم المول وعدد المولات**المول: هو نسبة لقياس كمية المادة في الكيمياء. نرسم له بـ  $n$ 

يمكن حساب عدد مولات لأي غاز بإحدى القانونين الأساسيين:

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

 $m$ : وهي كتلة الغاز وتقاس بالوحدة الدولية في الكيمياء بالـ جرام  $g$  $M$ : 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 لمتحولين فقط:****1- قانون بويل:** اعتمد في قانونه على العلاقة الذهبية السابقة لكنه افترض أندرجة 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:

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

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:

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

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

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

$$n = 5 mol$$

(ط2)

درجة الحرارة ثابتة فتحذف ويصبح:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

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

$$V_2 = 62 l$$

(3)

الضغط ثابت  $P = Const$

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

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

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

(ط4)

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

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

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

$$m = n \cdot M = 5 \times 32 = 160g \quad (ط5)$$

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:  $R = 0.082 atm \cdot l \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

1- احسب درجة حرارة غاز الهيدروجين في العينة.

2- عدد مولات غاز النشادر الناتج.

3- حجم غاز النشادر الناتج.

الحل:

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

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

$$T = 100 K$$

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

لإظهاره:



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

(ط3)

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

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

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

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:

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

$$n_t = n_1 + n_2 + \dots$$

حيث:

تم التحميل من موقع علوم للجميع  
ملاحظة: تعطى عبارة الضغط الجزئي لغاز وحيد بالعلاقة:  
<https://www.3lom4all.com>

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

### 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:  $\text{g.l}^{-1}$

❖ علل يرتفع المنطاد عالياً عند تسخين الهواء داخله.

لأن تسخين الهواء يؤدي لنقصان 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  $1.4 \text{ g.l}^{-1}$  وحجمه  $2L$  وتحت الضغط  $2.46 \text{ atm}$  ودرجة الحرارة  $27^\circ \text{C}$ :

1- احسب الكتلة المولية لهذا الغاز.

2- احسب عدد مولات هذا الغاز.

3- احسب كتلة هذا الغاز.

4- احسب عدد الجزيئات لهذا الغاز.

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

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

لكنه أعطانا الكثافة لذلك سنستخدم قانونها.

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

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:

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

وندعو 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 على (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 لتماماً الحيز التي توجد فيه بشكل متجانس تقريباً.

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

.....

### مسألة (6):

عينة من غاز الأوكسجين حجمها  $24.6 \text{ L}$  عند الضغط  $1 \text{ atm}$  ودرجة الحرارة  $27^\circ\text{C}$  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.

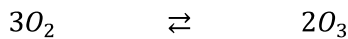
$$P.V = n.R.T$$

$$n = \frac{P.V}{T.R} = \frac{1 \times 246 \times 10^{-1}}{300 \times 82 \times 10^{-3}}$$

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

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.

( $C:12 \quad H:1 \quad N:14 \quad O:16 \quad N:14$ )

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  $3 \text{ mol}$  من غاز البروبان و  $4 \text{ mol}$  من غاز الميثان عند الضغط  $1 \text{ atm}$  فإذا استبدل المزيج بـ  $7 \text{ mol}$  من غاز الهيدروجين فيكون الضغط:

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

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

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

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

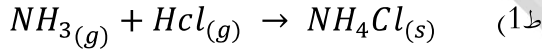
فقط: قانون غراهام

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 فيتفاعلان 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:

$$n = 0.3 - 0.1 = 0.2 \text{ mol}$$

3ط)

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.2 \times 0.082 \times 300}{3} = 1.64 \text{ atm}$$

4ط)



1mol

0.1mol

$$m = \frac{53.5 \times 0.1}{1} = 5.35 \text{ g}$$

ملاحظات عن المسألة:

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

3ط)

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

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

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

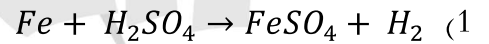
مسألة (7): نفس المسألة الأولى بالدرس

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 الشرطين النظاميين 600 m<sup>3</sup> 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:



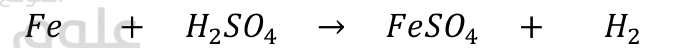
2) لا يهم النسبة المتسربة، بل نحتاج النسبة المستخدمة فقط لذلك:

الملي 60 m<sup>3</sup> يجب ضخ 100 m<sup>3</sup>

الملي 600 m<sup>3</sup> يجب ضخ V m<sup>3</sup>

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

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



56 g

98g

22.4l

تم التحميل من موقع علوم للجميع

m<sub>2</sub>

10<sup>6</sup>l

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

3ط)

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



## تدريب 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  $P_1 = 2 atm$  وحجمه  $V_1 = 10L$ فإذا أصبح حجمه  $V_2 = 5L$  فإن ضغطه الكلي الجديد:

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

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  $P_1 = 0.4 atm$  وحجمهالغاز فيه  $V_1 = 3L$  نضعه في التلاجة فترة زمنية معينة فيصبح حجمه:

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

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

والحرارة وتدعوه بـ:

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

## ثانياً: أجب عن الأسئلة الآتية

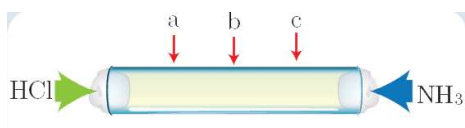
(a) احسب قيمة  $R$  لمول واحد من غاز في الشرطين النظاميين؟ (صفحة 32).

(b) عدد أربع من الخواص 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 فيتفاعل الغازان ويتشكل ماح كلوريد

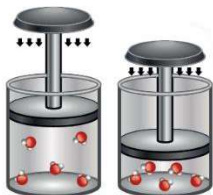
الأمونيوم الصلب ففي أي نقطة تتوقع حدوث التفاعل ولماذا؟



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 نتيجتك التي توصلت إليها.



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

(تويه 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.

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

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

الغاز المجهول نلجأ لقانون الضغط الكلي العام لحسابه:

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

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

ط (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 ووقع التعليمي  $0.34g$  من غاز النشادر تحت ضغط كلي  $4 atm$  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.

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

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

تم التحميل من موقع علوم للجميع

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

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

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

تركيز المادة  $B$  خلال الزمن وفق الجدول الآتي:

1.0	0.8	0.6	0	$[B] \text{ mol. l}^{-1}$
30	20	10	0	$t(s)$

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:

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

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

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

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

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

$$V_{(avg)B} = + \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = + \frac{(1 - 0.8)}{(30 - 20)} \\ = 0.02 \text{ mol. l}^{-1}. \text{s}^{-1}$$

الآن نربط السرعتين مع بعضهما:

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

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

## سرعة التفاعل الكيميائي

أولاً: تصنيف التفاعلات الكيميائية من حيث سرعتها:

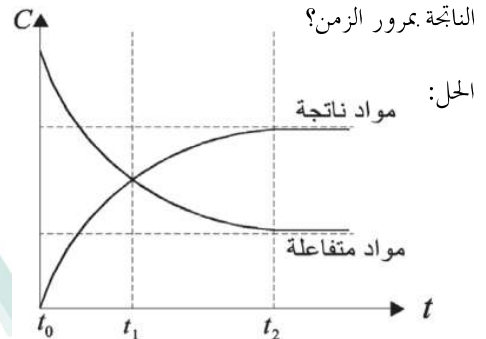
a. تفاعلات سريعة جداً: كاحتراق غاز البوتان

b. تفاعلات بطيئة: كتشكل صدأ الحديد

c. تفاعلات بطيئة جداً: كتشكل النفط والغاز.

ثانياً: سرعة التفاعلات الكيميائية

ارسم خطأً بيانياً توضح فيه تغيرات تراكيز كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة بمرور الزمن؟



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

مسألة (2): 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  $A$   $0.12 \text{ mol. l}^{-1}$

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:

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

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

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

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

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)

(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: تراكيزها 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:

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

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

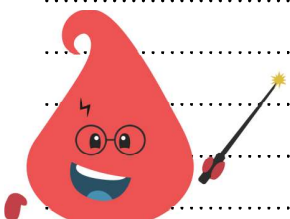
$$V \times C = 2V \times C'$$

الموقع الإلكتروني

علوم الجميع

تم التحميل من موقع علوم للجميع

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



$$[A] = 0.4 - X \quad [B] = 0.4 - 2X$$

$$= 0.4 - 0.1 \quad = 0.4 - 0.2$$

$$= 0.3 \text{ mol.l}^{-1} \quad = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

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

$$v_1 = 10^{-2}(0.3)(0.2)^2$$

$$v_1 = 12 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$$

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

$$[A] = 0 \quad \text{إما :}$$

$$0.4 - X = 0$$

$$X = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B] = 0.4 - 2X$$

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

مرفوض لأن التراكيز موجبة دوماً

$$[B] = 0 \quad \text{أو}$$

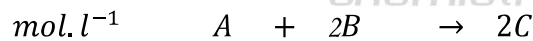
$$0.4 - 2X = 0$$

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

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

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

(الطلب 4)



$$\text{ت (بدء)} \quad 0.4 \quad 0.4 \quad 0$$

$$\text{ت (بعد زمن)} \quad 0.2 \quad 0 \quad 0.4$$

(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:

$$V_{avg} = \frac{1}{2} \times V_{avg}(B) = \frac{1}{2} \times 0.04$$

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

تم التحميل من موقع علوم للجميع

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

ملاحظات:

## مسألة (4):

نمزج (200)ml من محلول مادة A تركيزه  $1.2 \text{ mol.l}^{-1}$  مع (400)ml من محلول مادة B تركيزه  $0.6 \text{ mol.l}^{-1}$  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

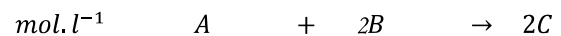
$$n_{\text{المزج}} = n_{\text{قبل المزج}}$$

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

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

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

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



$$\text{ت (بدء)} \quad 0.4 \quad 0.4 \quad 0$$

$$\text{ت (بعد زمن)} \quad 0.4 - x \quad 0.4 - 2x \quad 2x$$

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

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

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

(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

$$n(\text{بعد زيادة الحجم}) = n(\text{قبل زيادة الحجم})$$

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

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

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

أي أن كل مادة سينقص تركيزها إلى 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  $0.4 \text{ mol.l}^{-1}$  من المادة A يتفاعل منها  $2x$

كل  $100 \text{ mol.l}^{-1}$  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  $4 \text{ mol}$  من الغاز A مع  $3 \text{ mol}$  من الغاز B في وعاء مغلق سعته  $10 \text{ l}$

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.

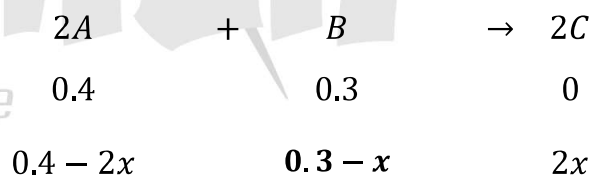
الحل:

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:

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

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



الموقع التعليمي علوم للجميع

تم التحميل من موقع علوم للجميع  
<https://www.3lom4all.com>

## 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 <sup>-1</sup> )	[A] (mol.l <sup>-1</sup> )	v (mol.l <sup>-1</sup> )
1	0.1	0.1	21 × 10 <sup>-4</sup>
2	0.1	0.2	84 × 10 <sup>-4</sup>
3	0.2	0.2	84 × 10 <sup>-4</sup>

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:

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

2) من التجربة الأولى:

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

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

عزيم الطالب توجد مسائل عديدة في كتابك المدرسي تدرّب على مسألة

إضافية عن هذا النمط من المسائل لتركيّن 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).

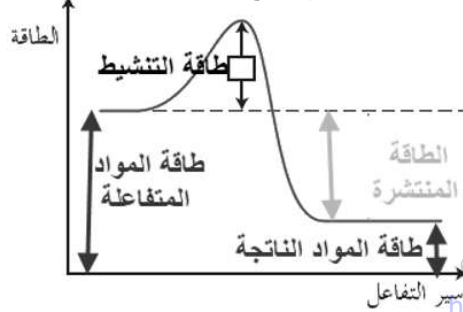
سؤال (4): عرف طاقة التنشيط وبماذا تتعلق؟

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 المعقد النشط.

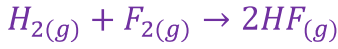
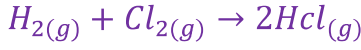
المرحلة الثالثة: تفكك المعقد النشط وتشكل النواتج.



## أولاً: طبيعة المواد المتفاعلة:

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

سؤال (12): ليكن لدينا التفاعلين الآتيين:



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

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

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

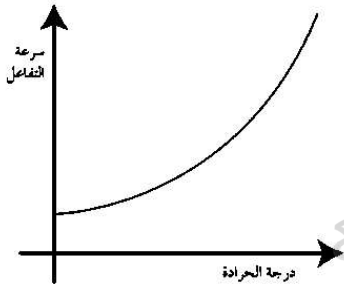
أي التفاعلين أسرع؟ علل ذلك

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

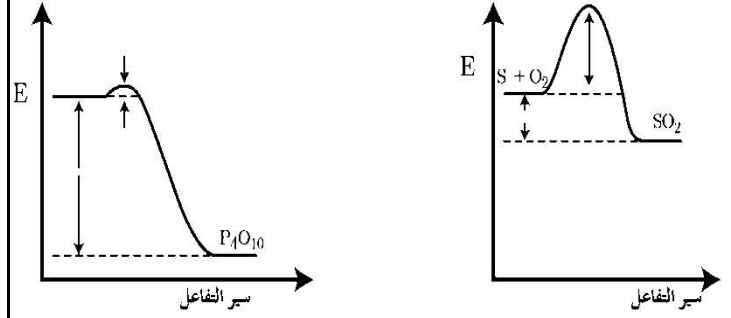
سؤال (14): عرف الوسيط واذكر نوعه وبين عملهما في التفاعلات الكيميائية؟

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

هو مركب مرحلي غير ثابت يتشكل آتياً 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؟ فسّر؟

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.



تم التحميل من موقع علوم للجميع

www.3lom4all.com

## تعاليل متنوعة

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

لأن مساحة سطح التماس في مسحوق الفحم أكبر من مساحة سطح التماس لقطعة الفحم الماثلة 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:

تتم على عدة مراحل ولا تتوافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلة

التفاعل وتعطى عبارة السرعة للمرحلة الأبطأ.

مثال: (هامر)

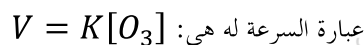
يحدث التفاعل الغازي الآتي في الغلاف الجوي:



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.

تم التحميل من موقع علوم للجميع

www.3lom4all.com 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 يبطئ من سرعة التفاعل الكيميائي؟

لأنه يعمل على رفع طاقة التنشيط

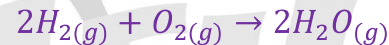
## مراجعة: تأثير تغير التركيز

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:

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

2) 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:

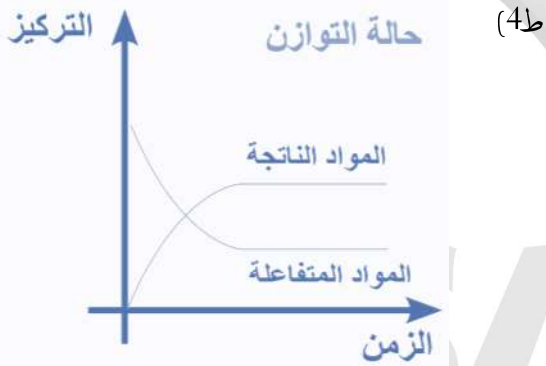
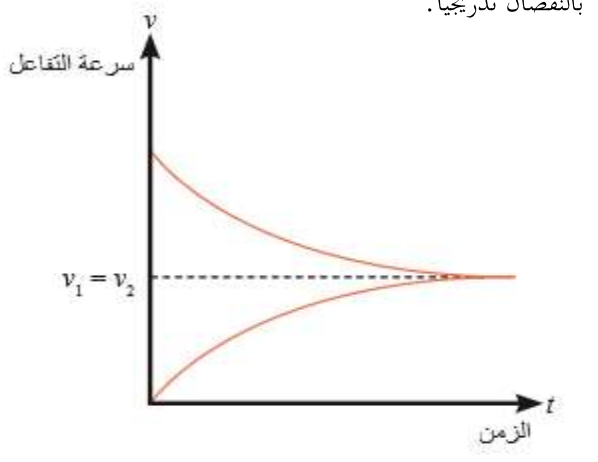
a. التفاعل غير متجانس لأن المواد المتفاعلة والناجحة من أطوار مختلفة.

b. الطريقة الأولى: زيادة تركيز حمض الكبريت

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

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.



سؤال (2): انطلاقاً من التفاعل المتوازن الآتي:



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

ط(1)

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

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

$$v_1 = v_2$$

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

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

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

## 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:

ط(1) 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 تصل لمرحلة تتساوى فيها السرعتان فنصل لحالة التوازن الكيميائي الذي ندعوه بالتوازن الحركي.

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

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

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

(2ط)

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

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

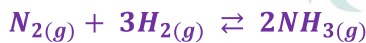
$$K_p = K_c (RT)^0$$

$$K_p = K_c$$

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)

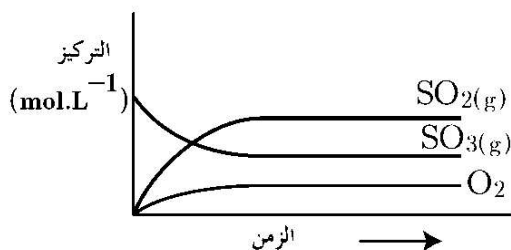
$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

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

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

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

سؤال (3): لدينا الشكل المجاور 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 كمذيبات 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:

•  $\Delta n$ : 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:

ط (1)

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

$$Q = 8$$

ط (2)

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

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

مراجعة: 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 كإختراجابة صحيحة لهذه السنة)

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

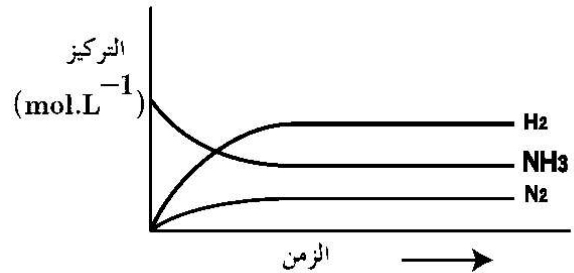
سؤال (4): هام

ليكن لدينا التفاعل الغازي الآتي:



1- ارسم خطأً 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:  $K_C \ll 1$  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:  $K_C \gg 1$  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:



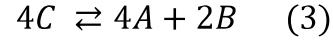
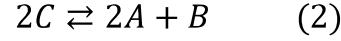
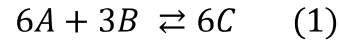
بما أن  $K_C \ll 1$  فكيميائية المواد المتفاعلة أكبر من كمية المواد الناتجة.

التفاعل يحدث لمدى كبير في الاتجاه العكسي.

مثال: ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:



احسب ثابت التوازن لكل من المعادلات الثلاث الآتية:



الحل:

في المعادلة الأولى لاحظ أنها ماثلة للمعادلة الأصلية وناجمة 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:

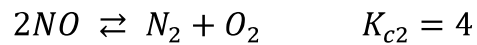
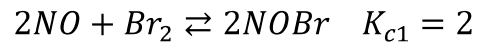
$$K'_c = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{2}$$

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

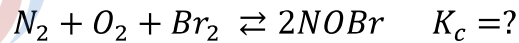
$$K'_c = \frac{1}{(K_c)^2} = \frac{1}{(2)^2} = \frac{1}{4} = 0.25$$

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

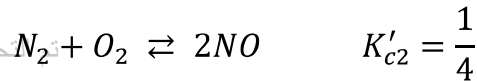
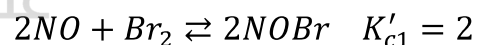
مثال (2): ليكن لدينا المعادلات التي تمثل التفاعلات المتوازنة الآتية:



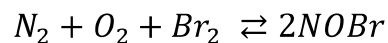
1- احسب قيمة ثابت التوازن بدلالة التراكيز للتفاعل الممثل بالمعادلة



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



يجمع المعادلتين نحصل على المعادلة المطلوبة:



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

## العوامل المؤثرة بمجال 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 الناشر للحرارة.

ويجب فهم ما يلي:

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

إذا 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:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





مسألة (1):

مُزجَ 6 mol من المادة A مع 6 mol من المادة B في وعاء مغلق حجمه (2L) ثم سُخِنَ 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

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

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

يجدر طرقي المعادلة نجد:

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

$$x = 12 - 4x$$

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

ومنه:

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

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

(2ط)

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

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

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

$$K_p = K_c = 16$$

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  $100 \text{ mol.l}^{-1}$  من المادة C يتفكك منها  $25 \text{ mol.l}^{-1}$

كل  $0.4 \text{ mol.l}^{-1}$  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:

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

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

تم التحميل من موقع علوم للجميع

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

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

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

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

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

$$2x = 4 \quad \text{من (1) نجد:}$$

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

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

و ثابت 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)

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

● مسألة (3):

عند بلوغ التوازن في التفاعل التالي:



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

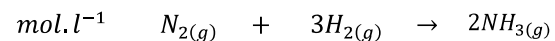
$[NH_3]_{eq} = 4 \text{ mol.l}^{-1}$  ,  $[H_2]_{eq} = 9 \text{ mol.l}^{-1}$

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:



ت (بدء)  $C_1$   $C_2$  0

ت (توازنية)  $C_1 - x$   $C_2 - 3x$   $+2x$

عملاً 3 9 4

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

كل  $0.05 \text{ mol.l}^{-1}$  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.

## مسألة (5):

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



والمطلوب:

1- احسب ثابت التوازن  $K_c$  لهذا التفاعل.

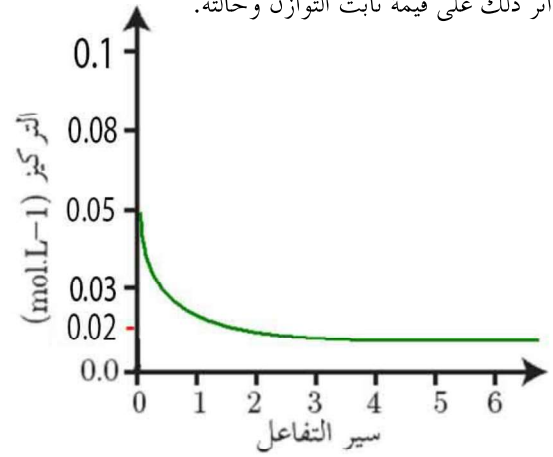
2- احسب النسبة المئوية المتفككة من  $PCl_5$  حتى بلوغ التوازن.

3- احسب ثابت التوازن  $K_p$  إذا علمت أن درجة الحرارة  $227^\circ$

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

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

عظمى

(لاحظ تركيز البداية وتركيز النهاية على الخط البياني)



$$0.05 \quad 0 \quad 0$$

$$0.05 - x \quad x \quad x$$

$$0.02$$

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

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

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 (حرة الشرقية)

معهد بوابة المستقبل (جديدة عرطون)

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

### 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 تضائل 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:

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

(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 الحركي.

(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 الآتي وفق المعادلة الآتية:  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$

فإذا كانت التراكيز الابتدائية:  $[O_2]_0 = 0.3 \text{ mol. l}^{-1}$ ,  $[SO_2]_0 = 0.5 \text{ mol. l}^{-1}$  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  $[SO_3] = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$ .

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  $8 \text{ mol}$  وللهيدروجين  $8 \text{ mol}$  ولغاز يود الهيدروجين  $16 \text{ mol}$  وأن حجم الوعاء الذي يحدث فيه

التفاعل يساوي  $4 \text{ l}$  فالمطلوب:

تم التحميل من موقع علوم للجميع

1- احسب قيمة  $K_c$  ثم استنتج قيمة  $K_p$  لهذا التفاعل. <https://www.3lom4all.com>

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

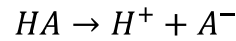
3- ارسم خطأً بيانياً توضح فيه تغير تركيز يود الهيدروجين حتى وصوله لحالة التوازن.

## الحموض والأُسس

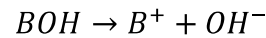
## نظريات الحموض والأُسس

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

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



الاساس: كل مادة تحرر أيو 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.

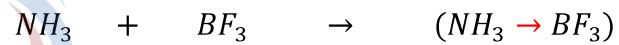
## طريقة العمل:

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)

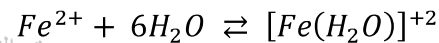
حدد كلاً من الحمض والأساس في المعادلة الآتية تبعاً لنظرية لويس:



$NH_3$ : أساس لويس لأنه يقدم زوج إلكتروني.

$BF_3$ : حمض لويس لأنه يستقبل الزوج الإلكتروني.

## مثال (2): (هام)



أساس لويس حمض لويس

## مثال (3):

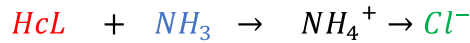
اقرأ تطبيق (2) في صفحة 85 ولاحظ اختلاف صياغة السؤال فقط.

ثالثاً: نظرية برونشند 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 الاساس حسب المادة التي تتفاعل معها. ومثالها العام هو الماء ( $H_2O$ ) عنصر مذبذب.

## سؤال هام:

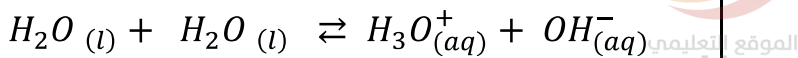
يُعد الماء ناقلاً رديئاً للتيار الكهربائي لاحتوائه على أيونات قليلة والمطلوب:

1- اكتب معادلة التأين الذاتي للماء وحدد عليها الأزواج المترافقة

(حمض - أساس) وفق نظرية برونشند 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:

$$K_w = [H_3O^+]. [OH^-] = 10^{-14} \text{ https://www.3lom4u.com}$$

ويؤخذ في الدرجة  $25^\circ C$ .

لدينا في المخطط ثلاث احتمالات للمحاليل:

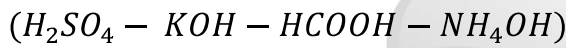
الحالة الأولى:  $PH = 7$  محلول معتدل كما الماء

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

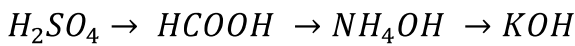
الحالة الثالثة:  $PH > 7$  محلول أساسي وكلما ابتعدنا باتجاه ال (14) زادت الصفة الأساسية (القلوية) وكان الأساس أقوى.

مثال: (هام)

مرتب المحاليل الآتية حسب تزايد قيمة 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:

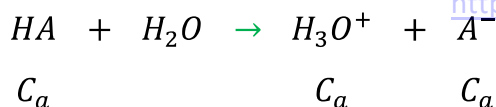
$$K_w = [H_3O^+]. [OH^-] = 10^{-14}$$

$$PH + POH = 14$$

العمل بالحموض:

نكتب المعادلة ونضع تحتها سطرها أولاً وننتبه للحالتين

أولاً: الحمض القوي بسهم 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.

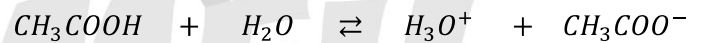
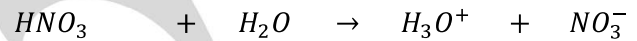
الحموض والأسس القوية تتأين كلياً (معادلاتها بسهم وحيد).

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.

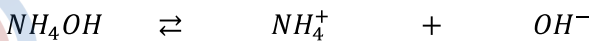
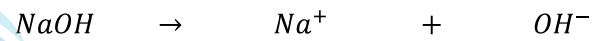
أمثلة:



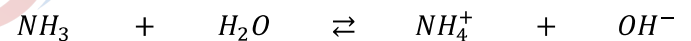
كيف نكتب معادلة تأين الأسس؟

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

أمثلة:

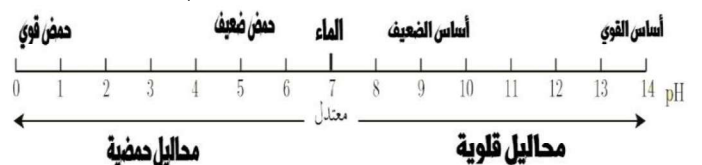


أما النشادر لاحظ إضافة الماء له مع أنه أساس:



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:

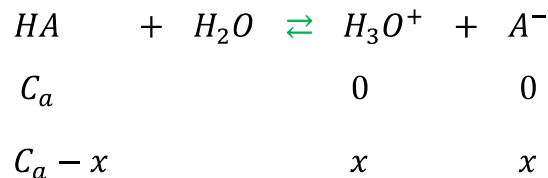
بعد التمديد  $n = n$  قبل التمديد

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



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

ثانياً: الحموض الضعيفة (سهمين) معادلاتها بالشكل:



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

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

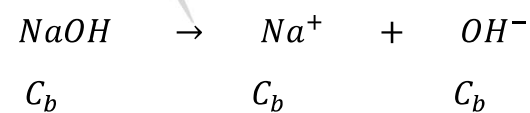
أو من قانون ثابت تأين الحمض الضعيف مباشرة:

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

ونحمل قيمة  $x$  في المقام ونعوض.

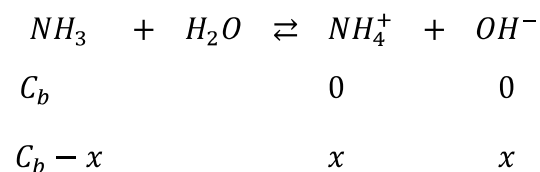
### العمل بالأسس:

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 مباشرة:

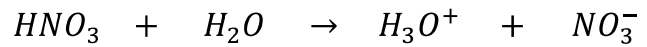
مسألة (1):

محلول لحمض الأزوت تركيزه المولي  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  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:

ط(1)



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

ط(2) 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:

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

ط(3)

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

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

ط(4)

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

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

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

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

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

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

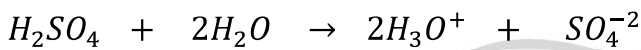
$$PH' = -\log[H_3O^+]' = -\log(10^{-2}) = 2$$

مسألة (2):

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

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

الحل:



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

ط(2) 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:

$$PH + POH = 14$$

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

ط(3)

في الطلب الثاني:  $PH = 1$

المطلوب:  $PH' = 2$

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

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

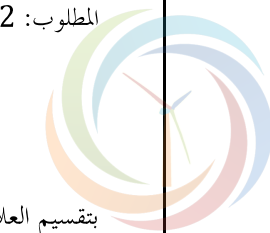
بتقسيم العلاقتين:

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

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

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

chemistry is Life



الموقع التعليمي علوم للجميع

تم التحميل من موقع علوم للجميع  
<https://www.3lom4all.com>

## 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  $C_a$ .

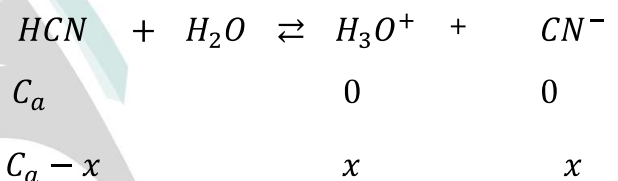
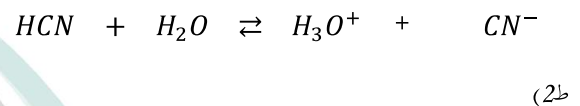
(3) احسب قيمة ثابت التأين له  $K_a$ .

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

في المحلول  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  احسب التركيز الجديد لأيون السيانيد ثم احسب

الـ  $PH$  بعد تلك الإضافة.

الحل:



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

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

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

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

$$C_a = \frac{10^{-6}}{10^{-4}} = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \quad (3\text{ط})$$

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

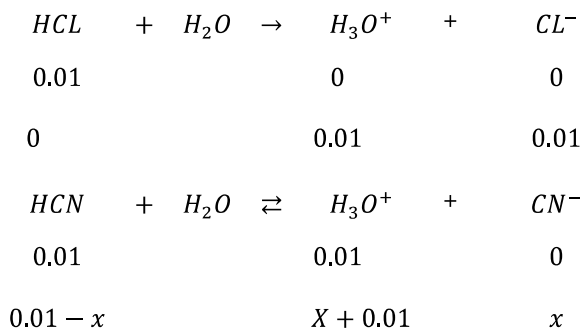
$$K_a = \frac{X^2}{C_a - X}$$

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

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

ط4) نكتب معادلة الحمض المضاف ثم معادلة الحمض القديم ونعوض

القيم الجديدة



نعوض في ثابت التأين بالمعطيات الجديدة فنجد:

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

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

تعمل  $x$  في السبط والمقام لصغرهما ونعوض:

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

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

ولحساب الـ  $PH'$  الجديد:

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

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

## مسألة (4):

محلول لغاز النشادر بالماء تركيزه المولي  $0.05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  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 التأين  $\alpha$ .

4- نأخذ من محلول الحمض السابق حجماً  $V$  ونضيف إليه  $(50 \text{ ml})$  ماء

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

الحجم  $V$ .

الموقع التعليمي

علوم الطبيعة

تم التحميل من موقع علوم الطبيعة

www.Blom4all.com

♦ مسألة (5): تدرّب 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.

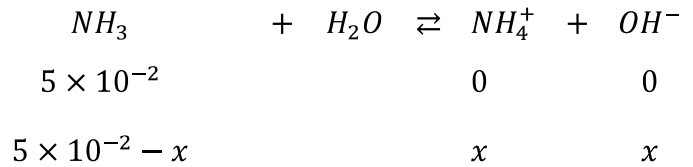
3- احسب النسبة المئوية المتأينة.

4- احسب  $POH$ .

5- ما التغير الذي يجب أن يطرأ على تركيز أيونات الهيدرونيوم حتى يزداد

الـ  $PH$  بمقدار (2).

الحل:



(2ط)

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

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

ومنّه حسب المعادلة:

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

وحسب ثابت تأين الماء نجد:

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

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

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)

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

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

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

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

$$4V = 50$$

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

الموقع التعليمي

علوم للجميع

تم التحميل من موقع علوم للجميع

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



## بعض أفكار النظرية 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	$2 \times 10^{-4}$	$5 \times 10^{-10}$

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،

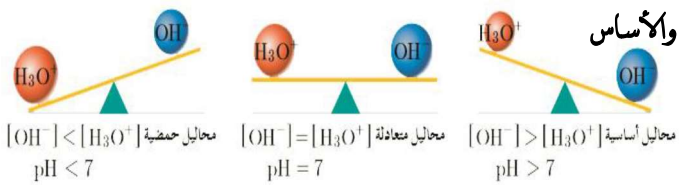
بالتالي الأضعف هو  $HCN$ .

(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.

ثانياً: لاحظ المخطط الآتي: ثم أكمل ما بدأناه بمميزاً 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:

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

مثال:

اختر الإجابة الصحيحة لما يأتي: تويه (افرض قيمة لـ  $PH$  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
-------	-------	-------	-------

بعد التمديد  $n =$  قبل التمديد  $n$

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

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

$$V' = 250ml$$

فيكون حجم الماء المضاف:

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

## تدرب أكثر:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي:

- 1- محلول مائي لحول  $CaCl_2$  له  $PH = 7$  نمدده بالماء المقطر 100 مرة فتصبح قيمة الـ  $PH'$ :

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

- 2- محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه  $0.01 \text{ mol. l}^{-1}$  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

- يعتبر الماء مركباً مذنبداً.
- يعتبر حمض الكبريت حمضاً قوياً.
- يعتبر النشادر أساس حسب نظرية لويس.
- الحمض القوي درجة تأينه 100%.

ثالثاً: حل المسائل الآتية

المسألة الأولى:

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

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

المسألة الثانية:

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

- احسب تركيز المحلول مقدراً بـ  $\text{mol. l}^{-1}$ .
  - اكتب معادلة تأين هيدروكسيد الصوديوم.
  - احسب  $PH$  و  $POH$  المحلول.
  - احسب حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى 50ml 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)	ينقص (1)	
$V' = 100V$	يزداد (2)	ينقص (2)	

مثال:

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

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

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

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

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

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

مثال:

- 3- محلول حمض الخل تبلغ قيمة الـ  $PH$  له 5 ، نمدده 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)

تم التحميل من موقع علوم للجميع <https://www.3lom4all.com>





## نستنتج:

- كل ملح يحدث له مرحلتان الأولى هي الإماهة ثم الثانية تدعى الحلمهة.
- 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 الحلمهة.

## 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 حلمهة:

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

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

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

## قوانين العمل في مسائل الحلمهة:

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 الحلمهة 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: تقل 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 حلمهته.

2- استنتج طبيعة المحلول الناتج.

3- استنتج العلاقة التي تربط بين ثابت الحلمهة  $K_h$  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:

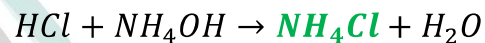
- جزء أساسي موجب، أيون معدني، أو أكثر، أو جذر أمونيوم، أو أكثر.
- جزء حمضي سالب، أيون لا معدني، أو أكثر، أو جذر حمضي، أو أكثر.

## 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 أقوى 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 بالحلمهة. (↔)

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

ناتج الحملة حمضي.

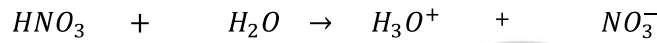
(5ط)

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

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

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

(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:

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

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

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

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

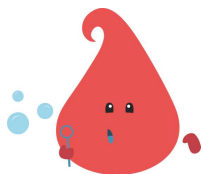
وقيمة  $pH$  المحلول بعد الإضافة:

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

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

$$PH = 1$$

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



## مسألة (1):

محلول لنترات الأمونيوم تركيزه المولي  $0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  فإذا علمت بأن قيمة ثابت تأين غاز النشادر  $K_b = 2 \times 10^{-5}$ :

1- احسب قيمة ثابت الحملة  $K_h$ .

2- اكتب معادلة حملة هذا الملح.

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

4- احسب  $PH$  المحلول وما طبيعة المحلول الناتج عن الحملة.

5- احسب النسبة المئوية للحملة.

6- نضيف إلى ذلك المحلول بضع قطرات من حمض الآزوت ليصبح تركيزه في المحلول  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  احسب النسبة المئوية المتحللة بعد تلك الإضافة ثم احسب  $PH$  المحلول بعد تلك الإضافة.

الحل:

(1ط)

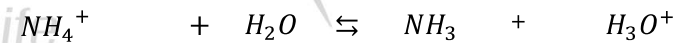
$$k_h \cdot k_b = 10^{-14} \Rightarrow K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10}$$

(2ط) نكتب معادلة الإمارة 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)

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

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

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

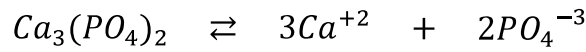
$$X = [H_3O^+] = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

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

(4ط)

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

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



بدء	s	0	0
إشباع	0	3s	2s

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

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 بلورتها 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.

الجداء الأيوني Q:

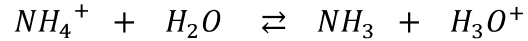
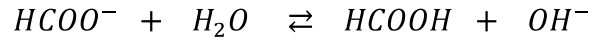
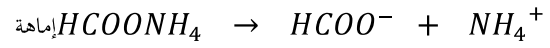
قانون هذا الثابت تماماً كقانون  $K_{sp}$  لكن:—

$K_{sp}$  : يستخدم في حالة الإشباع (محلول مشبع).

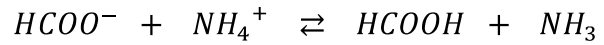
Q : يستخدم للمقارنة مع  $K_{sp}$  لتحديد طبيعة المحلول الملحي.

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  $K_b$  و  $K_a$  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 الذواب الذي يتأين كلياً  $\rightarrow$  والملح قليل

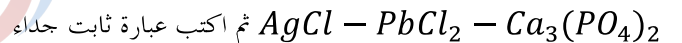
الذوبان الذي يتأين جزئياً  $\rightleftharpoons$  والموضوع صعب بالشرح النظري لذلك

أرجو مشاهدة الدقائق الـ (5) الأخيرة من الفيديو الأول للأملاح على قناة

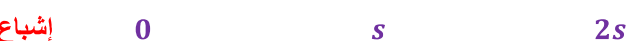
اليوتيوب.

السؤال (1): (هام)

اكتب عبارة التوازن غير المتجانس لكل من المحاليل الآتية:

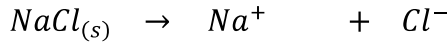


الذوبان لكل منها بدلالة التراكيز.



$$m = 278 \times 10^{-3} \text{ g}$$

(ط4)



ت(بدء)

$$2 \times 10^{-2} \quad 0 \quad 0$$

ت(إشباع)

$$0 \quad 2 \times 10^{-2} \quad 2 \times 10^{-2}$$

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 التآين 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  $100 \text{ ml}$  من محلول نترات الرصاص ذي التركيز  $0.05 \text{ mol.l}^{-1}$

إلى  $400 \text{ ml}$  من محلول كلوريد الصوديوم ذي التركيز  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$

فإذا كان ثابت جداء الذوبان للملح 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:

$$K_{SP} > Q \text{ (لا يوجد راسب)}$$

$$K_{SP} < Q \text{ (يترسب الملح والمحلل فوق المشبع (يوجد راسب))}$$

$$K_{SP} = Q \text{ (محلول مشبع ولا يوجد راسب)}$$

مسألة (2):

إذا علمت بأن قيمة ثابت جداء الذوبان للملح كلوريد الرصاص هو

$$K_{SP} = 0.4 \times 10^{-5}$$

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  $100 \text{ ml}$  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

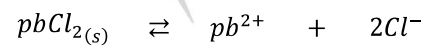
الرصاص في المحلول أم لا؟ وضح ذلك حسابياً وهل يتفق مع قاعدة

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 فيحتل 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  $5 \times 10^{-10}$  والمطلوب:

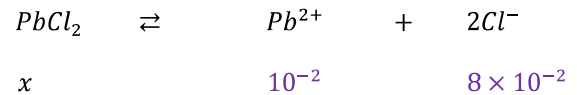
- 1- كتابة معادلة حلمهة هذا الملح.
- 2- حساب قيمة ثابت الحلمهة.
- 3- حساب تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحلول ثم احسب قيمة  $PH$  و  $POH$  وما طبيعة المحلول الناتج عن الحلمهة.
- 4- حساب النسبة المئوية المتحللمهة.
- 5- نضيف إلى ذلك المحلول بضع قطرات من هيدروكسيد الصوديوم ليصبح تركيزه في المحلول  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  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  $0.02 \text{ mol.l}^{-1}$  إلى حجم مساوٍ له من المحلول السابق بين حسابياً سبب ترسب قسم من ملح كبريتات الكالسيوم.

الخطوة الثانية: نكتب معادلة الملح المطلوب منا دراسته ونقل 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  $500 \text{ ml}$  من محلول يحوي على  $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$  من كلور الباريوم  $BaCl_2$  إلى  $500 \text{ ml}$  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؟

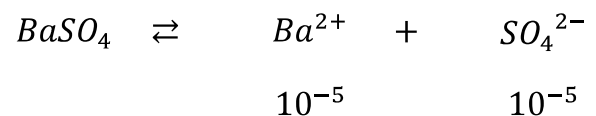
الحل:

1) حساب التراكيز بعد المزج: بما أن الحجوم 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

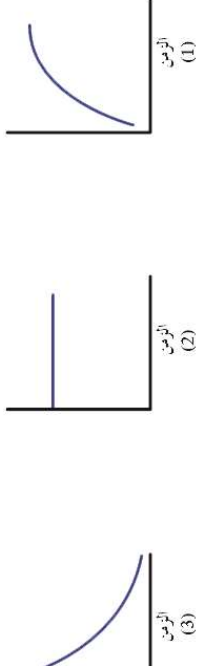
$$K_{sp} = [Ba^{2+}] \times [SO_4^{2-}]^2$$

$$K_{sp} = 10^{-5} \times 10^{-5}$$

$$K_{sp} = 1 \times 10^{-10}$$

ط2)

## 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 كبريتات البوتاسيوم.

الحل:



$$K_{sp} = [Pb^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$$

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 كبريتات البوتاسيوم لا يؤثر على ذوبانية كبريتات الرصاص والمنحني المعبر عن ذلك هو الثاني.

## 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.



تتحد أيونات الهيدرونيوم  $H_3O^+$  مع أيونات الكربونات فيشكل حمض الكربون  $H_2CO_3$  ضعيف التآين فينقص تركيز أيونات الكربونات في المحلول ويوجه التفاعل المباشر حسب لوشاتولييه فنذوب كمية من الملح لإعادة التوازن وتصبح  $K_{sp} < Q$  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

## 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 والمطلوب:  
اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.  
اقترح طريقة لترسيب هذا المحلول في محلوله المشبع مفسراً السبب وهل يتفق ذلك مع قاعدة لوشاتولييه.



ط2 نضيف إلى ذلك المحلول كمية من كلوريد الصوديوم أو البوتاسيوم  $NaCl$  فيزداد تركيز أيونات الكلوريد في المحلول مما يؤدي إلى احتلال التوازن ويوجه التفاعل في الاتجاه العكسي حسب لوشاتولييه أي نحو ترسيب ملح كلوريد الفضة وتصبح  $K_{sp} > Q$ .

## 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 لأحد أيونات الملح مثل نترات الكالسيوم - كلوريد الكالسيوم  
- خلات الكالسيوم ..... الخ (يكفي مثال واحد)



جميع الدوروس مشروحة على قناة اليوتيوب (سامح الغلاب كيمياء)

حل المسألة الآتية كتدريب لك (هام جداً جداً).....

محلول كلوريد الأمونيوم تركيزه المولي  $0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  وقيمة الـ  $PoH$  له (9) والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.
- 2- احسب تركيز أيونات الهيدرونيوم والهيدروكسيد في المحلول.
- 3- احسب قيمة ثابت الحلمهة  $K_f$ .
- 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:



علوم للجميع  
الموقع التعليمي

تم التحميل من موقع علوم للجميع

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

المحاليل المنظمة (الموقية):

هو المحلول الذي يقي نفسه من التغيرات الكبيرة في الـ  $PH$ .  
لا يتغيرات بسيطة جداً.

يتألف المحلول الموقى من حالتين:

- 1- حمض ضعيف مع أحد أملاحه الذوابة.
- 2- أساس ضعيف مع أحد أملاحه الذوابة.

مثال عام لمحلول منظم هو دم الإنسان فالدم لا يتأثر بإضافة الحموض القوية المتألاً ولا يصبح حمضياً وبالتالي فقد حمى نفسه من التغيرات الممكنة في قيم الـ  $PH$ .

كيف يأتي السؤال؟

كناينا لا يوجد عن هذه الفقرة سوى اختر الإجابة الصحيحة لذلك ندررب على هذه الأمثلة منذ كراً الاختيارات السابقة لنوعا المحلول الموقى.

اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

المحلول المنظم للحموضة من المحاليل الآتية:

$HCl - KCl$	$HCOOH - HCOOK$
$NaOH - NaNO_3$	$NH_4OH - NaCl$

أحد هذه المحاليل هو محلول منظم:

$KOH - K_2SO_4$	$HNO_3 - NaNO_3$
$NaOH - HCOONa$	$CH_3COOH - CH_3COONa$

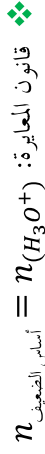
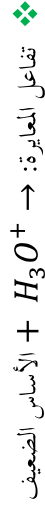
يؤويه: الجث عن حمض ضعيف أو أساس ضعيف مع أحد أملاحه.

## إعداد الأستاذ: سامح الغلاب

## المعايرة الحجمية

## الكيمياء الثالث الثانوي

### معايرة أساس ضعيف بمحض قوي:



المشعر المناسب هو أحمر الميتيل لأن  $PH$  نقطة نهاية المعايرة تقع ضمن

مجاله الذي يمتد بين  $4.2 \rightarrow 6.2$

### مثال:

في الشكل المرفق جانباً خطأً بيانياً لعملية معايرة والمطلوب:

- 1- حدد نوع عملية المعايرة فيه مفسراً النتيجة.
- 2- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة.
- 3- اشرح نظرياً ماذا يحدث؟

نقطة التكافؤ أصغر من (7) إذا فالمعايرة:

تتم بين حمض قوي وأساس ضعيف.

ط2) المشعر المناسب هو أحمر الميتيل لأن مجاله يحوي نقطة نهاية المعايرة

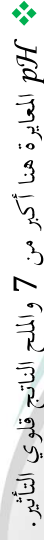


ط3) حسب الشكل تنقص قيمة  $pH$  تدريجياً نتيجة تناقص تركيز الأساس

الضعيف بتفاعله مع أيونات الهيدرونيوم المضافة.

(تدرب أكثر على المعينات في كتابك)

### معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:



المشعر المناسب هو الفينول فتالين لأن  $PH$  نقطة نهاية المعايرة تقع ضمن

مجاله الذي يمتد بين  $8.2 \rightarrow 10$

### مثال:

في الشكل المرفق جانباً خطأً بيانياً لعملية معايرة والمطلوب:

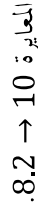
- 1- حدد نوع عملية المعايرة فيه مفسراً النتيجة.
- 2- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة.
- 3- اشرح نظرياً ماذا يحدث؟

نقطة التكافؤ أكبر من (7) إذا

فالمعايرة تتم بين حمض ضعيف وأساس

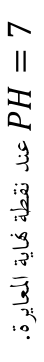
قوي.

ط2) المشعر المناسب هو الفينول فتالين لأن مجاله يحوي نقطة نهاية



ط3) تزداد قيمة  $pH$  تدريجياً نتيجة تناقص تركيز الحمض الضعيف بتفاعله

مع أيونات الهيدروكسيد المضافة.



المشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول لأن  $PH$  نقطة نهاية المعايرة تقع

ضمن مجاله الذي يمتد بين  $6 \rightarrow 7.6$  والملح الناتج عن التعديل معتدل.

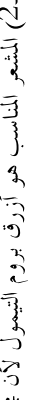
### مثال:

في الشكل المرفق جانباً خطأً بيانياً لعملية معايرة والمطلوب:

- 1- حدد نوع عملية المعايرة فيه مفسراً النتيجة.
- 2- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة.
- 3- اشرح نظرياً ماذا يحدث؟

نقطة التكافؤ

ط2) المشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول لأن مجاله يحوي نقطة نهاية المعايرة.



ط3) تزداد قيمة  $pH$  لخلول تدريجياً نتيجة تناقص تركيز أيونات

الهيدرونيوم  $H_3O^+$  لتفاعلها مع أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  وفق

معادلة الأيونية:



عند اتحاد جميع أيونات الهيدرونيوم مع جميع أيونات الهيدروكسيد المضافة

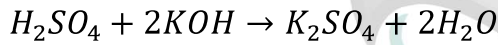
يصبح قيمة  $pH = 7$  وتدعى نقطة نهاية المعايرة.

## مسألة (1):

لزم لتمام معايرة 40 ml من محلول حمض الكبريت تعديلاً تاماً إضافة 20 ml من محلول البوتاس الكاوي الذي تركيزه  $2 \text{ mol.l}^{-1}$  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:



ط2) نستخدم قانون المعايرة: وبممكنك أن تحول الحجم للبيتر 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:

$$m_1 = C_1 V_1 M_1$$

$$m_1 = 0.5 \times 0.04 \times 98 = 196 \times 10^{-2} \text{ g}$$

ط3) نستخدم أحد الطريقتين:

$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$2 \cdot C_3 V_3 = 2 C_1 V_1$$

$$2 \times C_3 \times 0.06 = 2 \times 0.5 \times 0.04$$

$$C_3 = \frac{1}{3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = n(\text{OH}^-)$$

$$2 \cdot C_3 V_3 = C_2 V_2$$

$$2 \times C_3 \times 0.06 = 2 \times 0.02$$

$$C_3 = \frac{1}{3} \text{ mol.l}^{-1}$$

ط4)  $\text{pH} = 7$  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 احادية 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 النقية فقط في حال كانت العينة تحوي شوائب.

الشوائب تحسب من:  $m_{\text{قي}} - m_{\text{كي}} = m_{\text{شوائب}}$

إذا طلب النسبة المئوية لأي كتلة في العينة (قي - شوائب):

كل  $m_{\text{كي}}$  تحوي  $m_{\text{شوائب}}$

كل 100g من العينة تحوي  $Y(g)$

كما في المسألة الثالثة القادمة (هام)

ملاحظة: لا يهر تحويل الحجد عند استخدام قانون المعايرة واليك الأمثلة . . .

مسألة (2):

لرم لتعديل  $25 \text{ ml}$  من محلول حمض الكبريت تعديلاً تاماً إضافة  $15 \text{ ml}$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $(0.5 \text{ mol.l}^{-1})$  و  $10 \text{ ml}$  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 ونمدده بالماء المقطر ليصبح حجمه خمس أمثال ما كان عليه احسب تركيزه الجديد.

3- نأخذ حجم معين من المحلول الأصلي لحمض الكبريت والذي تركيزه

$0.2 \text{ mol.l}^{-1}$  ونضيف إليه خمسة أمثال حجمه من الماء المقطر فما

تركيزه الجديد. (S: 32 H: 1 O: 16)

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{OH}^-)_1 + n(\text{OH}^-)_2$$

$$2C.V = C_1.V_1 + C_2.V_2$$

$$2 \times C \times 25 = 0.5 \times 15 + 0.25 \times 10$$

$$50 C = 7.5 + 2.5 = 10$$

$$C = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

والتركيز الغرامي:

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

$$C_{g.l^{-1}} = 0.2 \times 98 = 19.6 \text{ g.l}^{-1}$$

$$m = C.V.M$$

$$m = 0.2 \times 25 \times 10^{-3} \times 98 = 49 \times 10^{-3} \text{ g}$$

(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):

تذيب  $2.5 \text{ g}$  من كربونات الصوديوم غير النقية في الماء المقطر ونكمل حجم المحلول إلى  $100 \text{ ml}$  فإذا علمت أنه يلزم  $20 \text{ ml}$  من هذا المحلول لتعديل  $40 \text{ ml}$  من حمض الكبريت الذي تركيزه  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  والمطلوب:

1- اكتب معادلة تفاعل التعديل الحاصلة.

2- احسب تركيز محلول ملح كربونات الصوديوم اللامائية مقدراً  $\text{mol.l}^{-1}$ .

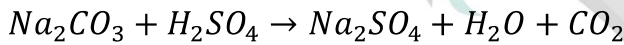
3- احسب كتلة الملح كربونات الصوديوم النقية.

4- احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة (الملح المستعمل).

O: 16 Na: 23 C: 12

الحل:

(1ط)



(2ط)

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$2.C_1.V_1 = 2.C_2.V_2$$

$$2 \times C_1 \times 20 = 2 \times 0.1 \times 40$$

$$C_1 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

(3ط)

$$m_1 = C_1.V.M_1$$

$$m_1 = 0.2 \times 100 \times 10^{-3} \times 106$$

$$m_1 = 2.12 \text{ g نقي}$$

(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  $2.5 \text{ g}$  من العينة تحوي  $0.40 \text{ g}$  شوائب

كل  $100 \text{ g}$  من العينة تحوي  $Y (g)$

$$Y = \frac{0.4 \times 100}{2.5} = 16 \%$$

ومنه النسبة المئوية للعينة النقية هي  $84\%$

تم التحميل من موقع علوم للجميع

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

## 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.

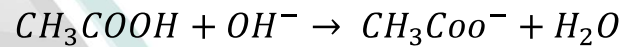
4- يضاف 120ml من الماء المقطر إلى حجم مناسب من محلول

هيدروكسيد الصوديوم السابق فيصبح تركيزه  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  احسب

الحجم V.

5- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة وما طبيعة المحلول النهائية.

الحل:



(2ط)

$$n_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = n_{(\text{OH}^-)}$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 V_2$$

$$C_1 \times 50 = 0.5 \times 20$$

$$C_1 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$C_{g.l^{-1}} = C_{\text{mol.l}^{-1}} \cdot M$$

$$C_{g.l^{-1}} = 0.2 \times 60 = 12 \text{ g.l}^{-1}$$

(3ط)

$$n_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = n_{(\text{CH}_3\text{COONa})}$$

$$C_3 V_3 = C_1 V_1$$

$$C_3 \times 70 = 0.2 \times 50 \Rightarrow C_3 = \frac{1}{7} \text{ mol.l}^{-1}$$

(4ط)

بعد التمديد n = n قبل التمديد

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

$$0.5 \times V = 0.1(V + 120)$$

$$5V = V + 120 \Rightarrow V = 30 \text{ ml}$$

(5ط) المعايرة تتم بين حمض ضعيف وأساس قوي فالمشعر المناسب هو

الفينول فتالين لأن مجاله يحوي نقطة نهاية المعايرة 10 → 8.2

## مسألة (5): New idea

حُل 3g من مزيج ملح كلوريد الصوديوم وكربونات الصوديوم الالامائية بالماء المقطر ليصبح حجم المحلول 250 ml ثم نأخذ منها 25 ml فيلزم لتعديلها 20ml من حمض كلور الماء ذي التركيز  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  والمطلوب:

(Na: 23 O: 16)

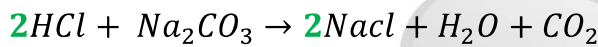
(H: 1 C: 12)

1- كتابة معادلة التفاعل الحاصل.

2- حساب تركيز محلول كربونات الصوديوم.

3- حساب النسبة المئوية لمكونات المزيج.

(1ط) كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض الكلور الماء فتكون معادلة التفاعل:



(2ط)

$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Hcl
$C_1 = ?$	$C_2 = 0.1 \text{ mol/l}$
$V_1 = 25 \text{ ml}$	$V_2 = 20 \text{ ml}$

$$n_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = n_{(\text{HCl})}$$

$$2C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$2 \times C_1 \times 25 = 0.1 \times 20$$

$$C_1 = 0.04 \text{ mol.l}^{-1}$$

(3ط)

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 3g من العينة تحوي 1.06g من كربونات الصوديوم الالامائية

$$\text{كل } 100 \text{ g من العينة تحوي } Y(g)$$

$$Y = \frac{100 \times 1.06}{3} \approx 35\%$$

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  $0.025 \text{ mol.l}^{-1}$  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  $0.1 \text{ mol.l}^{-1}$  فرضاً ثم نعايره بمحلول حمض الكبريت الذي تركيزه  $0.5 \text{ mol.l}^{-1}$  وحجمه 50ml ونضيف 50ml أيضاً من محلول حمض كلور الماء ذي التركيز  $1.5 \text{ mol.l}^{-1}$  حتى تمام المعايرة احسب الحجم V.

الحل:

$$m = C.V.M = 0.025 \times 800 \times 10^{-3} \times 56$$

$$m = 1.12 \text{ g}$$

(ط2)

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:

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

$$\Rightarrow pOH = -\log[OH^-] = 2$$

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 12$$

(ط3)

KOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Hcl
C = 0.1	C <sub>1</sub> = 0.5	C <sub>2</sub> = 1.5
V = ??	V <sub>1</sub> = 50	V <sub>2</sub> = 50

$$n_{(OH^-)} = n_{(H_3O^+)_1} + n_{(H_3O^+)_2}$$

$$C.V = 2C_1V_1 + C_2V_2$$

$$10^{-1} \times V = 2 \times 0.5 \times 50 + 1.5 \times 50$$

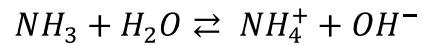
$$10^{-1} \times V = 50 + 75$$

$$V = \frac{125}{10^{-1}} = 1250 \text{ ml}$$

مسألة (6): مسألة دمج

محلول لغاز النشادر بالماء تركيزه  $0.02 \text{ mol.l}^{-1}$  ودرجة تأينه 5%

- 1- احسب pH المحلول ثم احسب ثابت التأين لهذا الأساس.
  - 2- يُعاير 20 ml من المحلول السابق بمحلول لحمض 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:

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

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

(ط2)

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

$$PH = 11$$

ونعلم أن:

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

$$10^{-3} = \sqrt{2 \times 10^{-2} \times K_b}$$

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

$$K_b = 5 \times 10^{-5}$$



$$n(NH_3) = n(H_3O^+)$$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

تم التحميل من موقع علوم للجميع

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

$$0.02 \times 20 = C_2 \times 4 \Rightarrow C_2 = 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$$

طبيعة الوسط الناتج عن المعايرة حمضي بسبب تشكل أيونات الأمونيوم التي تسلك سلوك حمض ضعيف.

والمشعر المناسب هو أحمر الميتيل بحاله يجوي نقطة نهاية المعايرة 6.2 → 4.2



## مسألة (8): (دورة 2017)

عينة غير نقية من هيدروكسيد الصوديوم الصلب كتلتها  $2\text{ g}$  تُذاب في الماء المقطر، ويكمل حجم المحلول إلى  $100\text{ ml}$  ثم يعاير المحلول الناتج بمحلول حمض الكبريت (بفرض أنه تام التأين) تركيزه  $0.5\text{ mol.l}^{-1}$  فيلزم منه  $40\text{ ml}$  لإتمام المعايرة والمطلوب:

1- اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

2- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل مقدراً  $\text{mol.l}^{-1}$

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  $(0.2\text{ mol.l}^{-1})$  نأخذ منه حجم معين فيلزم لتتمام المعايرة إضافة  $(20\text{ ml})$  من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي  $(0.1\text{ mol.l}^{-1})$  :

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  $25\text{ ml}$  من محلول كربونات الصوديوم تعديلاً تاماً

إضافة  $50\text{ ml}$  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؟

## 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 يحوي نقطة نهاية

المعايرة لأن مداه  $8.2 \rightarrow 10$

2- المشعر المناسب لمعايرة حمض قوي بأساس ضعيف هو أحمر الميتيل؟

لأن  $pH < 7$  عند نقطة نهاية المعايرة وهذا المشعر يحوي نقطة نهاية

المعايرة لأن مداه  $4.2 \rightarrow 6.2$

3- المشعر المناسب لمعايرة حمض قوي بأساس قوي هو أزرق بروم التيمول؟

لأن  $pH = 7$  عند نقطة نهاية المعايرة وهذا المشعر يحوي نقطة نهاية

المعايرة لأن مداه  $6 \rightarrow 7.6$

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 (حرنة الشرقية)

معهد بوابة المستقبل (جديدة عرطون)



الموقع التعليمي

علوم للجميع

تم التحول من موقع علوم للجميع

www.3lom4all.com

حلول المسائل جميعها على قناة التلغرام

(سامح الغلاب كيمياء)